

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA
I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY



**STUDIA
I
RAPORTY
IUNG - PIB**

9

PROGRAM WIELOLETNI
2005–2010

PULAWY, 2007

**WYBRANE ELEMENTY
TECHNOLOGII PRODUKCJI
ROŚLINNEJ**

KSZTAŁTOWANIE
ŚRODOWISKA ROLNICZEGO POLSKI
ORAZ ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ
PRODUKCJI ROLNICZEJ

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Dyrektor: *prof. dr hab. Seweryn Kukula*

Redaktor: *doc. dr hab. Adam Harasim*

Recenzenci: *prof. dr hab. Piotr Domański*
prof. dr hab. Szymon Dziamba
doc. dr hab. Adam Harasim
prof. dr hab. Bogdan Klepacki
prof. dr hab. Wiesław Koziara
prof. dr hab. Tadeusz Michalski
prof. dr hab. Zbigniew Podkówka
prof. dr hab. Janusz Prusiński
prof. dr hab. Sławomir Stankowski
prof. dr hab. Marianna Warda

Opracowanie redakcyjne i techniczne: *dr Irena Marcinkowska*

ISBN 978-83-89576-84-2

Egzemplarz bezpłatny

Nakład 200 egz., B-5, zam. 16/F/08
Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG - PIB w Puławach
tel. (081) 8863421 w. 301 i 307; fax (081) 8864547
e-mail: iung@iung.pulawy.pl; <http://www.iung.pulawy.pl>

WYBRANE ELEMENTY
TECHNOLOGII PRODUKCJI ROŚLINNEJ

SPIS TREŚCI

Wstęp	7
1. Kazimierz Noworolnik – Rola odmiany w technologii produkcji zbóż jarych	9
2. Danuta Leszczyńska i in. – Ilość wysiewu nasion jako czynnik kształtujący plon ziarna zbóż	17
3. Alicja Sułek i in. – Reakcja zbóż na nawożenie azotem	29
4. Jerzy Grabiński i in. – Terminy siewu w uprawie zbóż	37
5. Kazimierz Noworolnik – Znaczenie terminu i gęstości siewu w uprawie jęczmienia ozimego	47
6. Grażyna Podolska – Kształtowanie cech jakościowych ziarna pszenicy poprzez technologię produkcji	55
7. Kazimierz Noworolnik – Kształtowanie jakości ziarna jęczmienia jarego browarnego poprzez zabiegi agrotechniczne	65
8. Bogusława Jaśkiewicz – Uściślenie agrotechniki półkarłowego pszenżyta ozimego	77
9. Danuta Leszczyńska – Znaczenie owsa nagoziarnistego i elementy jego agrotechniki	89
10. Franciszek Brzóska – Wykorzystanie ziarna zbóż w żywieniu różnych gatunków zwierząt	99
11. Stanisław Krasowicz – Poziom plonu jako czynnik kształtujący opłacalność produkcji ziarna zbóż	111
12. Eliza Gawęł – Mieszanki koniczyny czerwonej i lucerny z trawami w użytkowaniu kośnym i pastwiskowym	121
13. Józefa Harasim – Niektóre elementy agrotechniki pastwiskowych mieszanek traw z koniczyną białą na gruntach ornych	133
14. Mariola Staniak – Czynniki agrotechniczne warunkujące plonowanie i wartość pokarmową festulolium	147
15. Marian Machul – Możliwości i skutki stosowania uproszczeń i siewu bezpośredniego w uprawie kukurydzy	159
16. Jerzy Książak – Wybrane elementy agrotechniki mieszanek roślin strączkowych ze zbożami uprawianych na nasiona	171
17. Janusz Podleśny – Doskonalenie wybranych elementów technologii produkcji nasion roślin strączkowych	189
18. Stanisław Krasowicz – Organizacyjne i ekonomiczne aspekty produkcji pasz	209

Wstęp

Rozwój produkcji rolniczej związany jest ściśle z doskonaleniem technologii produkcji roślinnej. Technologia produkcji jest bowiem procesem bardzo złożonym, w którym dany zabieg wpływa na plon i jego jakość we współdziałaniu z innymi zabiegami. Gruntowne rozpoznanie tych współzależności jest możliwe tylko na podstawie odpowiednio ukierunkowanych oraz metodycznie poprawnie przeprowadzonych i właściwie zinterpretowanych wyników eksperymentów wazonowych, mikropoletkowych i polowych. Ważną rolę w badaniach nad doskonaleniem technologii produkcji odgrywają też doświadczenia łanowe, które ostatecznie sprawdzają przydatność określonego elementu technologii do stosowania w szerokiej praktyce rolniczej.

Wyniki badań nad różnymi elementami technologii dają podstawę do opracowania technologii optymalnych dla danych warunków, które kompleksowo synchronizują wszystkie czynniki decydujące o wielkości i jakości plonu. Do stosowania w praktyce można polecać tylko technologie o najwyższej efektywności ekonomicznej, które pozwalają na osiągnięcie dużych plonów o dobrej jakości przy względnie niskich kosztach produkcji. Zatem ostatecznym potwierdzeniem przydatności do stosowania w praktyce danej, opracowanej na podstawie badań, technologii produkcji powinna być jej ocena ekonomiczna.

Szerokie badania dotyczące technologii produkcji roślinnej prowadzone są od wielu lat w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach. Począwszy od 2005 roku badania te przybrały szczególny wymiar, w związku z rozpoczęciem realizacji wieloletniego programu pn. „Kształtowanie środowiska rolniczego Polski oraz zrównoważony rozwój produkcji rolniczej”. Jedno z zadań (nr 2.5) w tym programie realizowane jest pod nazwą „Opracowanie i wdrażanie efektywnych ekonomicznie i bezpiecznych dla środowiska oraz zdrowia ludzi i zwierząt technologii pozyskiwania surowców roślinnych o pożądanym parametrach jakościowych”.

W ramach realizacji tego zadania w IUNG-PIB w Puławach w dniu 18 grudnia 2007 roku zorganizowano warsztaty robocze. Celem ich było zaprezentowanie najnowszych wyników prac badawczych dotyczących technologii produkcji roślin zbożowych i pastewnych. Niniejszy zeszyt z serii „Studia i Raporty IUNG-PIB” jest zbiorem opracowań tematycznie związanych z technologiami produkcji tych roślin, które stanowią rozszerzone wersje referatów wygłoszonych w czasie warsztatów.

Kierownik zadania 2.5

doc. dr hab. Jerzy Grabiński

Kazimierz Noworolnik

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

ROLA ODMIANY W TECHNOLOGII PRODUKCJI ZBÓŻ JARYCH*

Wstęp

Ważnym elementem technologii produkcji zbóż jest dobór odmiany odpowiedniej do warunków siedliska i kierunku użytkowania ziarna (wypiekowego, browarnego, pastewnego lub kaszarskiego). Głównym kryterium doboru odmiany jest poziom plonowania, a w przypadku kierunku wypiekowego i browarnego bardzo ważna jest również jakość ziarna. Niedostateczna jakość ziarna pszenicy przeznaczonego na cele wypiekowe i jęczmienia browarnego stwierdzona przy skupie dyskwalifikuje daną partię ziarna, którą można przeznaczyć wówczas na cele pastewne. Kierunek pastewny charakteryzuje się bowiem najmniejszymi wymaganiami jakościowymi.

Odmiany zbóż różnią się możliwościami plonotwórczymi, które zależą również od warunków glebowych i klimatycznych. Różnice plonu między najwyższą i najniższą plonującą odmianą określonego gatunku zboża w danym roku często przekraczają 10% (1, 14). Nabycie nasion jednej z nowszych wysokoplennych odmian przyczynia się do zwiększenia dochodu z uprawy danego zboża w porównaniu z odmianą niższej plonującą.

Określenie postępu hodowlanego w zbożach jarych

W latach 1990–2003 w doświadczałnictwie terenowym Wojewódzkich Ośrodków Doradztwa Rolniczego koordynowanym przez IUNG w Puławach przeprowadzono wielopunktową serię doświadczeń w celu porównania plonu ziarna zrejonizowanych w danym czasie jarych odmian jęczmienia, pszenicy i owsa. Wyniki tych badań były wykorzystywane również przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych. Łącznie przeprowadzono 107 jednorocznych doświadczeń z jęczmieniem, 98 doświadczeń z pszenicą i 91 doświadczeń z owsem. Stosowano średnio intensywną technologię produkcji zbóż. Plonowanie odmian oceniono w okresach: 1990–1994, 1995–1999 i 2000–2003. Oznaczano plon ziarna, zawartość białka ogólnego w ziarnie (metodą Kjeldahla) i masę 1000 ziaren poszczególnych odmian.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

W tabelach 1-3 wyróżniono dwie najwyższe plonujące odmiany badanych gatunków zbóż w danym okresie. W latach 1990–1994 takimi odmianami jęczmienia okazały się: Magda i Maresi, spośród odmian pszenicy – Eta i Hera, a owsa – Kwant i German. Określono względny poziom plonu tych odmian na tle wydajności dwu odmian najniższe plonujących. Nieco mniejsze zróżnicowanie plonu ziarna wystąpiło wśród odmian pszenicy.

W latach 1995–1999 porównano plonowanie odmian najwyższe plonujących w tym okresie z odmianami najwyższe plonującymi w okresie poprzednim. Większe różnice plonów ziarna między odmianami odnotowano u pszenicy jarej, gdyż jej odmiany: Jasna i Banti plonowały o 4,1-5,8% wyżej od najlepszych odmian z lat 1990–1995, a różnice plonów u odmian jęczmienia i owsa wynosiły 3,5-3,8%.

W okresie 2000–2003 stwierdzono duży postęp hodowlany w odmianach owsa. Jego odmiany: Deresz i Bajka plonowały odpowiednio o 9,8 i 8,4% wyżej od Boryny, która była drugą z wysoko plonujących odmian owsa w latach 1995–1999. Różnice plonu ziarna między odmianami jęczmienia wynosiły 6,2%, a między odmianami pszenicy 5,5% (tab. 1-3).

Zawartość białka w ziarnie między odmianami najbardziej różniła się u jęczmienia. Większe zróżnicowanie tej cechy wśród odmian pszenicy wystąpiło tylko w okresie 2000–2003, a wśród odmian owsa w latach 1990–1994. Na ogół odmiany wyżej plonujące charakteryzowały się niższą zawartością białka w ziarnie, z wyjątkiem odmiany jęczmienia Magda.

Różnice odmianowe badanych zbóż pod względem masy 1000 ziaren były dość małe i niejednakowe w poszczególnych okresach. Odmiany wyżej plonujące wykazywały podobną lub większą masę ziarniaka od odmian niżej plonujących. Wysokim plonem i dobrą dorodnością ziarna wyróżniały się odmiany jęczmienia Magda i Stratus oraz odmiana pszenicy Helia (tab. 1-3).

Tabela 1

Plon ziarna, zawartość białka w ziarnie i masa 1000 ziaren odmian jęczmienia jarego

Lata	Odmiany	Plon ziarna (t · ha ⁻¹)	Zawartość białka (% s.m.)	Masa 1000 ziaren (g)
1990–1994	Magda	4,91 a* (106,5)**	12,4 a*	47,2 a*
	Maresi	4,88 a (105,8)	11,8 b	44,3 b
	Bielik	4,63 b (100,5)	12,3 ab	45,5 ab
	Ars	4,61 b (100,0)	12,8 a	45,4 ab
1995–1999	Rataj	4,87 a (103,5)	11,9 b	44,6 a
	Rodion	4,84 a (103,0)	11,9 b	44,4 a
	Magda	4,76 a (101,2)	12,5 a	45,8 a
	Maresi	4,70 a (100,0)	12,0 ab	43,7 a
2000–2003	Stratus	5,14 a (106,2)	10,7 b	47,3 a
	Orthega	5,10 a b (105,3)	11,5 a	43,7 b
	Rodion	4,88 b (100,8)	11,7 a	43,4 b
	Rataj	4,84 b (100,0)	11,6 a	43,1 b

* wartości w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie

** w nawiasach wartości względne

Źródło: Badania własne.

Na podstawie badań COBORU z najnowszymi odmianami zbóż (1,14) do aktualnie najwyższej plonujących można zaliczyć odmiany jęczmienia jarego: Bolina, Annabell, Sebastian i Widawa, odmiany pszenicy jarej: Tybalt, Monsun, Parabola i Zadra, a z odmian owsa: Arab, Krezus, Flamingsprofi, Deresz i Rajtar. Na wyróżnienie zasługuje odmiana pszenicy Tybalt, która plonowała w ostatnich latach o 9% wyżej od odmian wzorcowych pszenicy, podczas gdy najlepsze odmiany jęczmienia i owsa wydały plony o 3% większe od odmian wzorcowych.

Przedstawione wyniki badań świadczą o dużej roli hodowli odmian zbóż jarych w podnoszeniu potencjalnego poziomu ich plonowania. Poszczególne gatunki zbóż wykazywały zbliżony postęp odmianowy, a mniejsze zwwyżki plonu nowych odmian (w stosunku do starszych odmian) któregoś z gatunków w danym 5-letnim okresie wiązały się zwykle z większymi zwwyżkami plonu nowszych odmian w następnym okresie (tab. 1-3).

Zróżnicowanie odmian pod względem parametrów jakości ziarna

Duże zróżnicowanie wartości cech jakościowych między odmianami zbóż jarych dotyczy głównie dwóch kierunków użytkowania ziarna – na cele wypiekowe i na cele browarne (5, 6, 11). Rozróżnia się grupy odmian o bardzo dobrej, dobrej, średniej i niskiej jakości ziarna dla wyżej wymienionych kierunków użytkowania. Szczególnie duże wymagania jakościowe stawiają słodownie, które przyjmują ziarno tylko nielicznej grupy odmian jęczmienia. Ocenę jakości ziarna znajdujących się aktualnie w rejestrze odmian jęczmienia browarnego i odmian pszenicy na cele przemysłowo-wypiekowe przedstawiono w oddzielnych opracowaniach zawartych w niniejszym zeszy-

Tabela 2

Plon ziarna, zawartość białka w ziarnie i masa 1000 ziaren odmian pszenicy jarej

Lata	Odmiany	Plon ziarna (t · ha ⁻¹)	Zawartość białka (% s.m.)	Masa 1000 ziaren (g)
1990–1994	Eta	4,76 a* (105,3)**	12,7 a*	41,1 a*
	Hera	4,72 a (104,5)	12,5 a	41,3 a
	Alkora	4,56 ab (101,0)	12,6 a	41,7 a
	Sigma	4,52 b (100,0)	12,7 a	39,4 a
1995–1999	Jasna	4,95 a (105,8)	13,6 a	40,2 ab
	Banti	4,87 ab (104,1)	13,3 a	41,9 a
	Eta	4,81 ab (102,7)	13,8 a	39,7 b
	Hera	4,68 b (100,0)	13,5 a	40,0 ab
2000–2003	Helia	5,03 a (105,5)	13,4 ab	42,1 a
	Nawra	5,01 a (105,1)	13,0 b	41,3 ab
	Jasna	4,90 ab (102,8)	14,0 a	40,1 b
	Banti	4,77 b (100,0)	13,8 a	41,7 ab

* wartości w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie

** w nawiasach wartości względne

Źródło: Badania własne.

Tabela 3

Plon ziarna, zawartość białka w ziarnie i masa 1000 ziaren odmian owsa

Lata	Odmiany	Plon ziarna (t · ha ⁻¹)	Zawartość białka (% s.m.)	Masa 1000 ziaren (g)
1990–1994	Kwant	4,66 a* (106,7)**	11,1 b*	35,9 a*
	German	4,57 ab (104,5)	11,9 a	37,0 a
	Dragon	4,44 ab (101,2)	12,0 a	35,4 ab
	Góral	4,37 b (100,0)	11,5 ab	33,5 b
1995–1999	Gramena	4,48 a (103,8)	12,1 a	37,2 ab
	Boryna	4,37 a (101,2)	11,9 ab	35,0 b
	Kwant	4,34 a (100,4)	11,5 b	35,6 b
	German	4,32 a (100,0)	12,3 a	37,5 a
2000–2003	Deresz	4,97 a (109,8)	11,6 a	35,2 ab
	Bajka	4,91 a (108,4)	11,9 a	34,9 ab
	Gramena	4,61 b (101,7)	11,9 a	36,7 a
	Boryna	4,53 b (100,0)	11,8 a	34,6 b

* wartości w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie

** w nawiasach wartości względne

Źródło: Badania własne.

cie. W tym artykule skoncentrowano się na jakości ziarna odmian uprawianych na cele pastewne i na cele spożywcze (kasza, płatki).

Jedynym ważnym parametrem jakości ziarna na cele pastewne różnicującym odmiany zbóż jest zawartość białka (1, 5, 11-14). Najwyższą zawartością białka w ziarnie spośród odmian jęczmienia charakteryzują się: Rastik, Bies, Bryl i Lot, z odmian pszenicy: Bombona, Ismena, Koksa, Raweta i Partyzan, a z odmian owsa: Polar, Akt, Flamingstern, Chwat, Hetman i Kasztan (1, 14). Znacznie wyższą wartością tej cechy wyróżniają się nagoziarniste odmiany owsa: Polar i Akt oraz jęczmienia – Rastik. Natomiast szczególnie dużą zawartością tłuszczu w ziarnie cechują się odmiany owsa: Akt, Polar, Rajtar i Kasztan.

Ocena odmian jęczmienia jarego odnośnie jakości ziarna jako surowca do produkcji kaszy występuje tylko w jednej publikacji (8). Dlatego zasługuje to na szersze omówienie w tym artykule. Ziarno przeznaczone do przerobu na kaszę i płatki powinno być zdrowe, dobrej jakości odżywczej (wysoka zawartość białka i aminokwasów egzogennych), charakteryzować się niską zawartością łuski i płytką bruzdką, być w pełni dojrzałe, dorodne, wyrównane co do wielkości, nie porośnięte i wolne od mikotoksyn i szkodników. Bardziej dorodne ziarno (MTZ) posiadają odmiany: Edgar, Bies, Stratus i Poldek, a lepiej wyrównane: Antek, Bryl, Refren, Edgar i Bies. Odmiany bogatsze w białko podano wyżej. Większą odpornością na choroby charakteryzują się odmiany: Justina, Nagradowicki, Frontier, Widawa i Bies, a odpornością na wyleganie: Justina, Frontier, Stratus i Rataj.

Ze względu na brak łuski i bardzo wysoką zawartość białka najbardziej przydatna do przerobu na kaszę czy płatki jest odmiana jęczmienia Rastik. Mankamentem tej odmiany jest niższe plonowanie (o 12-16%) w stosunku do odmian oplewionych,

a zaletą jest to, że niepotrzebne jest obłuskiwanie ziarna. Podczas szlifowania ziarna wraz z łuską usuwane są często fragmenty warstwy aleuronowej i zarodek, czyli najcenniejsze składniki ziarna. Spośród odmian oplewionych, patrząc na wszystkie cechy, najbardziej odpowiednie do uprawy na cele kaszarskie są: Edgar, Frontier, Nagradowski, Bies, Bryl, Widawa, Antek, Refren i Rabel.

Współdziałania między odmianami a czynnikami agrotechnicznymi i siedliskowymi

W wielu doświadczeniach stwierdzono zróżnicowaną reakcję odmian zbóż jarych na gęstość siewu, dawkę azotu, warunki glebowe i klimatyczne, a w mniejszym stopniu na termin siewu (2-7, 9-13, 15, 16). Odmiany nie reagują natomiast istotnie na dawki fosforu i potasu, a także na rośliny przedplonowe i sposób uprawy roli.

Główną przyczyną niejednakowych wymagań odmian co do niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych jest ich różna zdolność do produkcyjnego rozkrzewienia się roślin. Liczba kłosów na jednostce powierzchni jest cechą struktury plonu ziarna najsilniej dodatnio skorelowaną z jego plonem (3, 7, 10). Odmiany słabiej krzewiące się (z czym wiąże się słabszy system korzeniowy) wymagają z reguły większej gęstości siewu, wyższych dawek azotu, lepszych warunków glebowych i są wrażliwsze na opóźnienie siewu.

Dla odmian o większych wymaganiach świetlnych bardziej odpowiednie jest mniejsze zwarcie łanu, jakie występuje w gorszych warunkach glebowych, przy rzadszym siewie i przy niższych dawkach N (3, 7). Takie odmiany są więc bardziej tolerancyjne od innych odmian na wymienione warunki.

Trzecią cechą wpływającą na niejednakową reakcję odmian zbóż na niektóre czynniki siedliskowe i agrotechniczne jest odporność roślin na wyleganie. Odmiany podatniejsze na wyleganie wymagają mniejszej gęstości siewu i niższych dawek N od odmian odpornych. Na żyznych glebach racjonalna jest uprawa odmian odporniejszych na wyleganie (5-8, 11-13).

Na podstawie badań IUNG wydzielono 3 grupy odmian jęczmienia jarego i po 2 grupy odmian pszenicy jarej i owsa różniących się wymaganiami co do gęstości siewu (5, 6, 11, 15). Wyróżniono także nieliczne odmiany tolerancyjne na opóźnienie siewu i odmiany dodatnio reagujące na wysokie dawki azotu. Dokładniejsze dane o wymaganiach agrotechnicznych i siedliskowych znajdujących się aktualnie w rejestrze odmian zbóż przedstawione są w instrukcjach upowszechnieniowych i materiałach szkoleniowych wydawanych przez IUNG-PIB w Puławach.

Podsumowanie

Odmiany zbóż różnią się potencjalnymi możliwościami plonotwórczymi i cechami jakościowymi ziarna przeznaczonego dla różnych kierunków użytkowania, szczególnie na cele wypiekowe i browarne. Wraz z biegiem czasu następuje znaczny postęp odmianowy we wszystkich gatunkach zbóż jarych, dotyczący zarówno poziomu plo-

nowania, jak i jakości ziarna. Odmiany zbóż różnią się także wymaganiami siedliskowymi i agrotechnicznymi. Uwzględniając całokształt cech można wyróżnić najlepsze odmiany w ramach poszczególnych gatunków zbóż dla określonych kierunków użytkowania:

- jęczmień jary na cele browarne: Mauritia, Żeglarz, Sebastian, Toucan, Class i Basza;
- jęczmień jary na cele pastewne: Nagradowicki, Widawa, Kirsty, Justina, Frontier i Orthega;
- jęczmień jary na cele kaszarskie: Edgar, Frontier, Nagradowicki, Bies i Bryl;
- pszenica jara na cele wypiekowe: Bombona, Vinjett, Zebra, Tybalt, Parabola i Torka;
- pszenica jara na cele pastewne: Tybalt, Monsun, Parabola, Raweta, Pasteur, Zura i Nawra;
- owies na cele pastewne: Krezus, Arab, Flamingsprofi, Rajtar, Chwat, Kasztan i Deresz.

Informacje o wymaganiach agrotechnicznych i siedliskowych poszczególnych odmian znajdują się w instrukcjach upowszechnieniowych i materiałach szkoleniowych wydawanych w IUNG-PIB Puławy. Trafny dobór odmian do siewu z uwzględnieniem jej wymagań agrotechnicznych jest ważnym beznakładowym czynnikiem warunkującym wzrost plonu ziarna i jego jakości.

Literatura

1. Cyfert R., Michałak A., Najewski A., Zych J.: Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Zboża jare. COBORU Słupia Wielka, 2004, 22.
2. Dubis B., Budzyński W.: Reakcja owsa nagoziarnistego i oplewionego na termin i gęstość siewu. Biul. IHAR, 2003, **229**: 139-146.
3. Jedel P., Helm J.: Agronomic response to seeding rate of two- and six-rowed barley cultivars. Can. J. Plant Sci., 1995, **75(2)**: 315-320.
4. Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J.: Reakcja nowych odmian owsa na nawożenie azotem. Pam. Puł., 1997, **109**: 7-18.
5. Mazurek J., Sułek A.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian pszenicy jarej. IHAR Radzików, 2000.
6. Mazurek J., Sułek A.: Pszenica jara. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 2005, 116-129.
7. Noworolnik K.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. IUNG Puławy, Monogr. Rozpr. Nauk., 2003, 8.
8. Noworolnik K., Hołubowicz-Kliża G.: Technologia produkcji jęczmienia jarego na kaszę i płatki. IUNG-PIB Puławy, 2006, instr. upowsz., 118.
9. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. Biul. IHAR, 2002, **221**: 67-72.
10. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Wpływ gęstości i terminu siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia. Biul. IHAR, 2004, **231**: 357-363.
11. Noworolnik K., Leszczyńska D., Najewski A.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian jęczmienia jarego na cele pastewne i browarne. IHAR Radzików, 2007.
12. Noworolnik K., Maj L.: Plonowanie owsa nagoziarnistego na tle oplewionego w zależności od nawożenia azotem. Pam. Puł., 2005, **139**: 129-136.

13. Noworolnik K., Maj L.: Wpływ gęstości siewu na plonowanie owsa nagoziarnistego i oplewionego. Pam. Puł., 2005, **139**: 137-143.
14. Praca zbiorowa pod red. J. Zycha. Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. I. Zbożowe. COBORU Słupia Wielka, 2006.
15. Sułek A.: Określenie reakcji nowych rodów i odmian pszenicy jarej na wybrane czynniki agrotechniczne. Biul. IHAR, 2004, **231**: 139-145.
16. Walenś M.: Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. Biul. IHAR, 2003, **229**: 115-124.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 208
e-mail: knoworolnik@iung.pulawy.pl

Danuta Leszczyńska, Kazimierz Noworolnik, Jerzy Grabiński, Bogusława Jaśkiewicz

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

ILÓŚĆ WYSIEWU NASION JAKO CZYNNIK KSZTAŁTUJĄCY PLON ZIARNA ZBÓŻ*

Wstęp

Głównym warunkiem uzyskiwania wysokich plonów ziarna zbóż o dobrej jakości z siewów czystych oraz z mieszanych jest odpowiednie zsynchronizowanie zespołu zabiegów agrotechnicznych z warunkami siedliska. Wyniki wieloletnich badań wykazały, że wraz z pogorszeniem warunków glebowych należy zwiększać ilość wysiewu nasion zbóż (6, 8, 9).

Plon ziarna zbóż kształtowany jest głównie przez trzy podstawowe elementy jego struktury: liczbę kłosów (wiech) na jednostce powierzchni, liczbę ziarn w kłosie (wie-sze) i masę pojedynczego ziarna. Jednakże u poszczególnych gatunków i odmian udział tych elementów w kształtowaniu plonu ziarna nie jest jednakowy, co wiąże się z ich odmiennością genetyczną.

Gęstość siewu jest jednym z ważniejszych czynników agrotechnicznych determinujących podstawowy element plonotwórczy – liczbę kłosów na jednostce powierzchni (15, 16). Duża ilość wysiewu nasion nie powoduje wzrostu plonu ziarna, dlatego że zmniejsza się krzewienie roślin, plenność pojedynczego kłosa i wzrost stopień wylegania, zwłaszcza przy wyższym poziomie nawożenia azotem.

Racjonalna ilość wysiewu zależy od gatunku i odmiany zboża oraz szeregu czynników siedliskowo-agrotechnicznych, takich jak: jakość gleby, przedplon, poziom nawożenia mineralnego (zwłaszcza azotem), termin siewu, intensywność ochrony roślin, stopień zachwaszczenia pola i nasilenie chorób w rejonie uprawy.

Material

W opracowaniu wykorzystano wyniki badań IUNG-PIB w Puławach i dane literaturowe dotyczące zagadnienia ilości wysiewu nasion zbóż z uwzględnieniem ich odmian oraz czynników siedliskowych i agrotechnicznych.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Omówienie i dyskusja wyników

Istnieje duże zróżnicowanie w reakcji poszczególnych gatunków i odmian zbóż na zagęszczenie wysiewu nasion uwarunkowane odmiennymi wymaganiami świetlnymi i zdolnością krzewienia się roślin (15). Odmiany wymagające dużego natężenia światła w okresie przejścia z fazy wegetatywnej w generatywną charakteryzuje znaczne zmniejszenie liczby kłosków w kłosie w miarę zagęszczania wysiewu. Odmiany wymagające mniejszej ilości światła wykazują natomiast niewielką redukcję liczby kłosków w kłosie i reagują wzrostem plonu na zagęszczony siew, ponieważ niewielkie zmniejszenie liczby ziarn w pojedynczym kłosie jest kompensowane zwiększeniem liczby kłosów na jednostce powierzchni. W miarę zagęszczania roślin na jednostce powierzchni wzajemne zacienianie się ich ogranicza ilość światła przypadającego na jednostkę powierzchni liści w niższych piętrach łanu (16). W warunkach gęstych siewów występuje ograniczenie procesu fotosyntezy, powodujące zmniejszenie przyrostu suchej masy oraz wielkości pojedynczej rośliny (17).

W badaniach naukowych podkreśla się, że liczba roślin na jednostce powierzchni nie jest wprost proporcjonalna do liczby wysianych ziarn, ponieważ w miarę zagęszczania siewu obserwuje się zwiększenie wypadania roślin w okresie wegetacji (1, 3). Zjawisko to jest wynikiem konkurencji między roślinami o wodę, światło i składniki pokarmowe (5). Podkreśla się, że rośliny zasiane gęsto wykazują mniejsze tempo wzrostu. Natomiast w przypadku małej gęstości siewu występuje zwiększone rozkrzewienie produkcyjne zbóż, przy niewielkim wypadaniu roślin. Zachodzi więc zjawisko samoregulacji zagęszczenia łanu.

Wyniki wielu badań (4, 12, 13, 16) wykazują, że w miarę zwiększania ilości wysiewu nasion wzrasta liczba kłosów (wiech) na jednostce powierzchni, lecz jednocześnie zmniejsza się masa 1000 ziarn i liczba ziarn w kłosie. Ze wzrostem ilości wysiewu do poziomu optymalnego zagęszczenia łanu plon rośnie, następnie ulega stagnacji, a przy dalszym zwiększaniu ilości wysiewu maleje.

Z syntezy krajowych doświadczeń polowych (1) opracowanej na podstawie 2970 danych wynika, że istotnie najwyższe plony pszenicy jarej otrzymano przy wysiewie 6,5-8,5 mln ziarn $\cdot$ ha⁻¹ (4,6 t $\cdot$ ha⁻¹). Natomiast skrajne gęstości siewu (niższe od 6,5 mln ziarn $\cdot$ ha⁻¹, a także wyższe od 8,5 mln ziarn $\cdot$ ha⁻¹) powodowały obniżkę plonu pszenicy jarej o 15-37%. Ujemny wpływ małej ilości wysiewu nasion na plon ziarna jest powodem wytworzenia mniejszej od optimum liczby kłosów na jednostce powierzchni oraz większego zachwaszczenia łanu. W przypadku zbyt dużej gęstości siewu czynnikiem ograniczającym plonowanie jest większe wyleganie i porażenie roślin przez choroby.

W badaniach dotyczących jęczmienia jarego najwyższe plony otrzymano przy gęstościach siewu 3,1-3,8 mln ziarn $\cdot$ ha⁻¹. Większą ilość wysiewu nasion jęczmienia jarego stosuje się na lżejszych glebach, po słabszym przedplonie i w warunkach opóźnionego terminu siewu oraz przy niskim poziomie nawożenia (7, 8). Taką samą zasadę można stosować w przypadku siewu innych gatunków zbóż.

Wyższe plony owsa otrzymuje się przeważnie z siewów gęściejszych, głównie ze względu na jego słabszą zdolność do krzewienia się. Na podstawie syntezy wyników doświadczeń z gęstościami siewu owsa (1) wykazano istotny wpływ ilości wysiewu nasion na jego plony. Owies plonował najlepiej ($3,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) przy wysiewie 5-7 mln ziarn $\cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast wysiew mniejszy niż 5 mln ziarn $\cdot \text{ha}^{-1}$ powodował obniżkę plonu o 8-41%.

N o w o r o l n i k (10) podaje, że mieszanka jęczmienia z owsem (niezależnie od udziału komponentów) reaguje na zagęszczenie siewu mniejszym przyrostem plonu ziarna w porównaniu z owsem w czystym siewie, a podobnym wzrostem plonu jak jęczmień. Jęczmień wykazywał większą krzewistość produkcyjną w mieszance niż w siewie czystym. Reakcja badanych zbóż na gęstość siewu była silniejsza w słabszych warunkach glebowych (kompleks żytni dobry).

Na podstawie licznych badań przeprowadzonych w IUNG-PIB w Puławach stwierdzono, że spośród czynników agrotechnicznych gęstość siewu najsilniej współdziała z innymi czynnikami agrotechnicznymi, siedliskowymi i biologicznymi w kształtowaniu plonów zbóż (4, 7, 11). Doświadczenia prowadzono ze wszystkimi gatunkami zbóż, ale w największym zakresie z pszenicą ozimą i jęczmieniem jarym, czyli z gatunkami o największym znaczeniu gospodarczym. Na podstawie syntezy badań nad jęczmieniem jarym można przedstawić wpływ gęstości siewu w powiązaniu z innymi czynnikami na jego plonowanie (tab. 1 i 2). Wpływ ilości wysiewu na plon ziarna jęczmienia zależy od warunków glebowych (skład granulometryczny gleb, stopień ich zakwaszenia, kompleks glebowo-rolniczy). W przypadku uprawy jęczmienia na glebach zwięźlejszych (pyły, gliny) zwiększanie wysiewu powyżej 240 ziaren $\cdot \text{m}^{-2}$ nie jest efektywne. Na innych glebach uzyskano istotny wzrost plonu ziarna przy wysiewie 310 ziaren $\cdot \text{m}^{-2}$, natomiast dalszy wzrost plonu przy dużej gęstości – 380 ziaren $\cdot \text{m}^{-2}$ – istotny jest tylko na glebach lekkich (piaski gliniaste lekkie, piaski słabogliniaste). Wzrost plonu jęczmienia przy dużej gęstości siewu jest większy w warunkach silniejszego zakwaszenia gleby (pH poniżej 5), natomiast w przypadku odczynu gleby zbliżonego do obojętnego plon przy gęstości 380 ziaren $\cdot \text{m}^{-2}$ jest podobny jak przy 310 ziaren $\cdot \text{m}^{-2}$. Nieistotne zróżnicowanie plonu między gęstościami siewu występuje na glebach kompleksu pszennego dobrego. Wzrost plonu przy średniej gęstości siewu stwierdzono na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego, a dalszy istotny wzrost przy dużej gęstości na glebach kompleksu żytniego dobrego (tab. 1).

Reakcja jęczmienia jarego na ilość wysiewu nasion zależy także od terminu siewu, nawożenia azotem, stopnia zachwaszczenia pola i porażenia roślin przez choroby (tab. 2). Istotną dodatnią reakcją jęczmienia na zwiększenie normy wysiewu nasion stwierdzono tylko w warunkach późnego terminu siewu (16-23 kwietnia). Przy wczesnym siewie plony ziarna przy średniej i dużej gęstości siewu są takie same, zaś przy średnio późnym terminie wzrost plonu przy gęstym siewie ma charakter tendencji. Największą wydajność jęczmienia przy normie wysiewu 380 ziaren $\cdot \text{m}^{-2}$ można osiągnąć w warunkach dużego zachwaszczenia pola, zaś najslabszą reakcję na ten czynnik przy słabym zachwaszczeniu. Silniejszej dodatniej reakcji jęczmienia na wzrastającą ilość wy-

Tabela 1

Wpływ gęstości siewu na plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) jęczmienia jarego
w różnych warunkach glebowych

Wyszczególnienie		Gęstość siewu – liczba ziaren $\cdot m^{-2}$		
		240	310	380
Gatunki gleb	pyły zwykłe, gliny lekkie	4,58	4,62	4,50
	piaski gliniaste mocne	4,05	4,21	4,25
	piaski gliniaste lekkie	3,48	3,65	3,83
	piaski słabogliniaste	3,17	3,41	3,65
pH gleby	powyżej 6	4,16	4,30	4,29
	5-6	3,92	4,09	4,21
	poniżej 5	3,34	3,61	3,77
Kompleksy glebowe	pszenny dobry	4,27	4,37	4,33
	żytni bardzo dobry	3,72	3,94	4,04
	żytni dobry	3,46	3,73	3,89

Źródło: Noworolnik K., 2003 (8).

siewu nasion sprzyjało także małe nasilenie chorób w łanie. W takich warunkach można uzyskać wyższą plon ziarna przy dużej normie wysiewu. Przy średnim nasileniu chorób obserwuje się tendencję do wyższego plonowania przy zwiększaniu gęstości siewu. Ponadto stwierdzono współdziałanie ilości wysiewu ziarna jęczmienia z nawożeniem azotem (tab. 2). W warunkach wysokiego poziomu nawożenia N ($90 \text{ kg} \cdot ha^{-1}$) nie wystąpiło istotne zróżnicowanie plonu ziarna w zależności od obsady roślin. Stosując dawki azotu 30 i $60 \text{ kg N} \cdot ha^{-1}$ można uzyskać wyższą plon przy średniej

Tabela 2

Wpływ gęstości siewu na plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) jęczmienia jarego
w zależności od różnych czynników

Wyszczególnienie		Gęstość siewu – liczba ziaren $\cdot m^{-2}$		
		240	310	380
Termin siewu	25.III-5.IV	4,21	4,33	4,28
	6-15.IV	3,79	3,99	4,06
	16-23.IV	3,57	3,82	4,01
Dawka azotu ($\text{kg N} \cdot ha^{-1}$)	0	3,26	3,49	3,66
	30	3,77	3,96	4,10
	60	4,20	4,33	4,42
	90	4,28	4,40	4,38
Zachwaszczenie pola	małe	4,16	4,30	4,27
	średnie	3,80	4,02	4,08
	duże	3,57	3,73	3,86
Nasilenie chorób w łanie	małe	3,95	4,14	4,32
	średnie	3,84	4,04	4,11
	duże	3,90	4,05	3,98

Źródło: Noworolnik K., 2003 (8).

gęstości siewu w porównaniu z osiąganą przy małej gęstości. Natomiast bez stosowania azotu dalszy wzrost plonu można uzyskać tylko przy dużej normie wysiewu nasion.

Stwierdza się również występowanie współdziałania gęstości siewu z innymi czynnikami (11). W słabszych warunkach glebowych (gorsza żyzność, luźniejszy skład granulometryczny gleby, kwaśny odczyn) powinno się siać zboża gęściej niż na glebach lepszych. Jest to spowodowane gorszym rozkrzewieniem roślin rosnących na glebach o mniejszej zasobności w składniki pokarmowe i wodę. Duża gęstość siewu na glebach bardzo słabych (przepuszczalnych) może być nieefektywna w latach suchych wskutek niedostatecznego zaopatrzenia w wodę zwiększonej liczby roślin w łanie. W warunkach kwaśnego odczynu gleby uaktywnia się toksyczne oddziaływanie jonów glinu, manganu i wanadu na system korzeniowy zbóż. Im mniejszy system korzeniowy, tym słabsze krzewienie się roślin, skutkujące niedostateczną liczbą kłosów w łanie i dlatego bardziej efektywne staje się zwiększanie ilości wysiewu nasion. Jęczmień i pszenica, czyli gatunki bardziej reagujące na kwaśny odczyn gleby wymagają większego wzrostu normy wysiewu w porównaniu z owsem i pszenżytem (18, 19).

Na glebach żyznych w efekcie dobrego zaopatrzenia w składniki pokarmowe i wodę występuje silniejsze krzewienie i bujniejszy wzrost roślin, co w przypadku dużej obsady roślin potęguje stopień ich wylegania (szczególnie bardziej wrażliwego jęczmienia). Nadmierne zagęszczenie łanu i słabe jego przewietrzanie sprzyjają porażaniu zbóż przez choroby, które wraz z wyleganiem przyczyniają się do znacznych strat plonu ziarna zbóż. Uzasadnia to potrzebę rzadszego ich siewu na lepszych glebach, zwłaszcza w przypadku uprawy jęczmienia.

W uprawie zbóż jarych w stanowiskach po zbożach, które zalicza się do złych przedplonów, racjonalne jest zwiększanie ilości wysiewu nasion – przede wszystkim ze względu na występowanie chorób podsuszkowych ujemnie wpływających na liczbę i wykształcenie kłosów. Najwrażliwsza na te choroby jest pszenica, zaś najbardziej odporny owies. W przypadku uprawy zbóż w stanowisku po roślinach motylkowatych, podnoszących zasobność gleby w azot, który wzmacnia rozkrzewienie roślin, zaleca się zmniejszenie normy wysiewu nasion.

Spośród zbóż jarych, ze względu na silne krzewienie się i słabą odporność na wyleganie, rzadszego siewu wymaga jęczmień. Odmiany poszczególnych gatunków zbóż jarych (z wyjątkiem pszenżyta) z powodu niejednakowej tolerancji na wzajemnie zacienianie się roślin oraz zróżnicowaną zdolność do krzewienia się i odporność na wyleganie roślin różnią się wymaganiami co do normy wysiewu nasion. Gęściej należy wysiewać odmiany słabiej krzewiące się, o mniejszych wymaganiach świetlnych i bardziej odporne na wyleganie i choroby (tab. 3).

Normy wysiewu nasion odmian jęczmienia jarego zależnie od jakości gleby i terminu siewu przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 3

Wykaz odmian zbóż jarych wymagających gęściejszego siewu

Gatunek*	Odmiana
Jęczmień pastewny	Antek, Rataj, Atol, Stratus, Start
Jęczmień browarny	Sezam, Granał, Gwarek, Bolina, Prestige, Tolar
Pszenica	Jasna, Griwa, Olimpia, Zebra
Owies	Góral, Akt, Polar, Flaemingsstern, Flaemingsprofi, Szakal

* odmiany pszenżyta mają podobne wymagania co do obsady roślin

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 4

Normy wysiewu jęczmienia jarego (liczba ziarn $\cdot m^{-2}$)

Odmiany	Jakość gleby	Termin siewu			
		25.III-5.IV	6-12.IV	13-20.IV	21-25.IV
Lot, Nagrad, Rabel, Refren	dobra*	260	275	290	305
	średnia**	280	295	315	335
	słaba***	300	315	340	365
Annabell, Bies, Boss, Bryl, Edgar, Justina, Orthega, Poldek, Rastik, Rodion, Rodos	dobra*	280	295	310	325
	średnia**	300	315	335	355
	słaba***	320	335	360	385
Antek, Atol, Rataj, Start, Stratus	dobra*	300	315	330	345
	średnia**	320	335	355	375
	słaba***	340	355	380	405

* kompleksy glebowe: pszenny b. dobry, pszenny dobry, pszenny górski;

** kompleksy glebowe: żytni b. dobry, pszenny wadliwy, zbożowo-pastewny mocny, zbożowy górski;

*** kompleksy glebowe: żytni dobry, żytni słaby, zbożowo-pastewny słaby, owsiano-ziemniaczany górski.

Źródło: Noworolnik K i in., 2007 (7).

Przy obliczaniu ilości wysiewu nasion posługujemy się następującym wzorem:

$$Iw = \frac{n \times MTZ \times 100}{W}$$

Iw – ilość wysiewu nasion ($kg \cdot ha^{-1}$)n – gęstość siewu nasion (szt. $\cdot m^{-2}$)

MTZ – masa 1000 ziarn (g)

W – wartość użytkowa nasion: zdolność kiełkowania $\times$ czystość (%)

Spośród zbóż ozimych gęściejszego siewu wymaga pszenica, średnio gęstej – pszenżyto, zaś rzadszego jęczmień i żyto. Te ostatnie dwa zboża cechują się bowiem zdolnością do silniejszego krzewienia się roślin. Ozime odmiany pszenicy i jęczmienia w mniejszym stopniu różnią się wymaganiami co do optymalnej gęstości siewu niż odmiany pszenżyta i żyta. Odmiany pszenicy ozimej różnią się reakcją na warunki

glebowe i przedplon; stąd wynika potrzeba stosowania odpowiednich norm wysiewu nasion (tab. 5). Podane normy są właściwe dla optymalnego terminu siewu.

Niedawno wprowadzone do doboru półkarłowe odmiany pszenżyta – Fidelio, Woltario i Magnat – znacznie silniej krzewią się w porównaniu z odmianami typowymi i dlatego wymagają o blisko jedną trzecią mniejszej ilości wysiewu nasion. Natomiast odmiany Tornado i Krakowiak wymagają największej normy wysiewu (tab. 6).

Spośród odmian żyta rzadszego siewu wymagają odmiany heterozyjne: Nawid, Ursus, Klawo. Zarówno przy nawożeniu małymi dawkami azotu, jak i przy opóźnieniu terminu siewu obserwuje się słabe rozkrzewienie roślin zbóż jarych i niedostateczną liczbę kłosów w łanie, co można zrekompensować w pewnym stopniu większą gęstością siewu. Podwyższone normy wysiewu stosuje się przy dużym opóźnieniu terminu siewu (do 20 kwietnia) i na słabszych glebach. Dalsze zwiększanie ilości wysiewu przy bardzo dużym opóźnieniu siewu, zwłaszcza w warunkach suszy, z powodu słabych wschodów oraz dużego wypadania roślin i zmniejszenia liczby ziaren w kłosie nie jest efektywne. Słabe wschody zbóż są też skutkiem mało starannej uprawy roli (nierównomierna głębokość umieszczenia nasion) i w takich warunkach racjonalne jest zwiększenie ilości wysiewu.

W miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem słabnie efektywność dużej gęstości siewu, gdyż wysokie dawki N wzmagają krzewienie się zbóż. W konsekwencji nadmierne zwarcie łanu sprzyja rozprzestrzenianiu się chorób (wskutek gorszego przewietrzenia łanu) oraz nasileniu wylegania roślin. W takich warunkach obniża się dorodność ziarna i zwiększają się jego straty podczas zbioru. W warunkach niedoboru azotu rośliny słabo się krzewią i występuje niedostateczna liczba kłosów na jednostce powierzchni, co sprzyja rozwojowi chwastów w rzadszym łanie i jest przyczyną słabe-

Tabela 5

Zalecane ilości wysiewu nasion odmian pszenicy ozimej w zależności od jakości gleby i przedplonu

Odmiana	Kompleks glebowo-rolniczy			
	pszenny bardzo dobry i dobry, pszenny wadliwy, pszenny górski		żytni bardzo dobry, zbożowo-pastewny mocny, zbożowy-górski	
	przedplon			
	dobry	słabszy	dobry	słabszy
Rywalka, Muza, Fregata, Kris, Trend	<u>3,5*</u> 173	<u>4,0</u> 198	<u>4,0</u> 198	<u>4,5</u> 223
Zorza, Kaja, Rysa, Tortija Symfonia, Nutka, Sukces, Turnia, Clever, Bogatka, Smuga, Finezja, Kobiera, Flair, Ostka Strzelecka, Zawisza	<u>4,5</u> 223	<u>5,0</u> 247	<u>5,0</u> 247	<u>5,5</u> 273
Almari, Roma, Mewa, Aleta, Tonacja, Kamila, Zyta, Soraja, Mikula, Satyna, Izyda, Naridana.	<u>5,0</u> 247	<u>5,5</u> 273	<u>5,5</u> 273	<u>6,0</u> 297

* w liczniku wysiew nasion w mln szt. · ha⁻¹, a w mianowniku w kg · ha⁻¹; przy MTZ 45 g i sile kielkowania nasion 95%

Źródło: Podolska G. i Zych J., 2007 (14).

Tabela 6

Cechy struktury plonu grup odmian pszenżyta ozimego różnie reagujących na gęstość siewu

Cechy	I – odmiany wymagające małej ilości wysiewu nasion*				II – odmiany wymagające średniej ilości wysiewu nasion **				III – odmiany wymagające dużej ilości wysiewu nasion ***			
	obsada roślin szt. · m ⁻²											
	200	300	600	NIR	200	300	600	NIR	200	300	600	NIR
Plon ziarna (kg · m ⁻²)	1,36	1,34	1,47	r.n.	1,33	1,52	1,55	0,201	1,16	1,21	1,44	0,224
Liczba kłosów (szt. · m ⁻²)	663	686	839	67,1	681	798	891	156,2	491	567	792	169,6
Rozkrzewienie produkcyjne	3,6	2,7	1,7	0,82	4,0	3,4	1,9	1,00	2,7	2,2	1,6	0,618
MTZ (g)	58,6	44,2	42,3	r.n.	46,4	46,9	45,1	r.n.	48,4	45,8	44,9	r.n.
Plon ziarna z kłosa (g)	2,05	1,95	1,76	0,087	1,91	1,88	1,72	0,995	2,36	2,14	1,81	0,246
Plon ziarna z rośliny (g)	7,4	5,3	3,0	1,69	7,9	6,4	3,3	1,91	6,4	4,7	2,90	1,457
Liczba ziarn z rośliny	126	120	71	39,3	170	136	73	52,91	132	103	64	14,5
Liczba ziarn z kłosa	47	44	42	1,8	43	40	38	r.n.	49	47	40	4,4

* Fidelio, Janko, Kazo, Woltario, Magnat, Pawo, Hewo, Witon, Pawo, SZD701, SZD1002, MAH3499, SMH800, SMH1101

** Modus, Tewo, Presto, Marko, Alzo, Lamberto, Prado, Kitaro, Pronto, Sekundo, Soreno, Hortenso, Zorro, Sorento, Hortenso, Moderato, Todan, MAH3700, Baltiko, SMH1102, SZD1101

*** Bogo, Tornado, Krakowiak

Źródło: Jaśkiewicz B. i in., 2005 (2).

go plonowania zbóż. W takich warunkach skuteczne jest zagęszczenie ładu poprzez stosowanie większej ilości wysiewu nasion.

Zboża konkurują z chwastami o światło, składniki pokarmowe i wodę. Dlatego w celu ograniczenia rozwoju chwastów poprzez zmniejszenie ich przestrzeni życiowej na polach silnie zachwaszczonych zaleca się stosowanie większej gęstości siewu, aby umożliwić przewagę zboża nad chwastami w łanie.

W rejonach o nasilonym występowaniu chorób zbóż zaleca się zmniejszanie normy wysiewu, gdyż nadmierne zwarcie ładu skutkuje pogorszeniem jego przewiewności i sprzyja wyleganiu. Takie warunki ujemnie wpływają na mikroklimat ładu zbóż, gdyż podnosi się wilgotność powietrza i temperatura w obrębie ładu, co sprzyja rozprzestrzenianiu się chorób, które mogą znacznie ograniczyć plon ziarna. Jeśli planujemy chemiczne zwalczanie chorób, to możemy wysiewać zboża nieco gęściej.

W badaniach naukowych IUNG-PIB w Puławach określono optymalną obsadę roślin poszczególnych gatunków zbóż w zależności od zróżnicowanych warunków siedliskowo-agrotechnicznych. Poniżej podano zakresy wysiewu nasion dla poszczególnych gatunków zbóż. Dolne granice zakresów dotyczą najlepszych, a górne najgorszych warunków siedliskowo-agrotechnicznych.

Rodzaj	Forma	Wysiew – ziarn · m ⁻²
Pszenica	ozima	400–530
	jara	400–550
Jęczmień	ozimy	350–430
	jary	270–380
Pszenżyto	ozime	200–550
	jare	450–550
Żyto		300–450
Owies		500–600

W tabelach 7 i 8 zestawiono normy wysiewu nasion zbóż obliczone według wcześniej podanego wzoru.

Tabela 7

Normy wysiewu nasion zbóż jarych zależnie od jakości gleby (kg · ha⁻¹)*

Kompleksy glebowe	Pszenica	Jęczmień	Owies	Pszenżyto
Pszenny bardzo dobry, pszenny dobry	190-210	115-125	165-180	180-195
Żytni bardzo dobry, zbożowo-pastewny mocny	208-232	120-130	175-190	195-215
Żytni dobry, pszenny wadliwy	230-255	126-138	190-205	215-232
Żytni słaby, zbożowo-pastewny słaby	-	130-142	200-215	230-250

* górne wielkości wysiewu należy stosować w przypadku odmian wymienionych w tabeli 3, przy dużej masie 1000 ziaren i słabszej zdolności kiełkowania nasion

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 8

Normy wysiewu nasion zbóż ozimych w różnych warunkach glebowych (kg · ha⁻¹)*

Kompleksy glebowe	Pszenica	Żyto	Pszenżyto	Jęczmień
Pszenny bardzo dobry, pszenny dobry	190-215	-	160-180	145-155
Żytni bardzo dobry, zbożowo-pastewny mocny	195-220	95-103	180-200	158-168
Żytni dobry, pszenny wadliwy	205-228**	108-115	220-240	173-187
Żytni słaby, zbożowo-pastewny słaby	-	116-122	260-280**	-
żytni bardzo słaby	-	118-122	-	-

* górne wielkości wysiewu należy stosować przy dużej masie 1000 ziarn i słabszej zdolności kiełkowania nasion

** uprawa możliwa po przedplonie nie zbożowym

Źródło: Opracowanie własne.

Aby otrzymać dobrą jakość ziarna należy przestrzegać dobrych praktyk rolniczych, w tym prawidłowej ilości wysiewu nasion. Wszelkie zaniedbania agrotechniczne powodują obniżkę plonu i pogorszenie jakości ziarna. Wpływ czynników agrotechnicznych na jakość ziarna pszenicy jest szerzej przedstawiony w oddzielnej pracy. Jęczmień browarny należy siać gęściej niż jęczmień pastewny. Gęściejszy siew ogranicza krzewienie i udział pędów bocznych (2. i 3. rzędu) na korzyść pędów głównego i 1. rzędu. Dzięki temu otrzymujemy korzystniejszą architekturę łanu, zapewniającą lepsze wyrównanie ziarna o dobrych właściwościach słodowania.

Tabela 9

Zakres zwiększania (+) lub zmniejszania (-) normy wysiewu nasion zbóż ozimych w zależności od różnych warunków i czynników (%)

Warunki siedliskowe i agrotechniczne	Pszenica (%)	Żyto (%)	Pszenżyto (%)	Jęczmień (%)
Kwaśny odczyn gleby	+ (4-6)	+ (1-2)	+ (2-4)	+ (5-8)
Opóźniony termin siewu	+ (2-3)	+ (4-7)	+ (3-6)	+ (5-10)
Duże zachwaszczenie pola	+ (4-6)	+ (3-5)	+ (3-5)	+ (4-6)
Mało staranna uprawa roli	+ (3-5)	+ (1-2)	+ (2-4)	+ (4-5)
Odmiana silnie krzewiąca się	- (3-5)	- (10-16)*	- (30-40)**	- (2-5)
Odmiana słabo krzewiąca się	+ (4-6)	+ (2-4)	+ (4-7)	+ (2-4)
Duże nasilenie chorób w rejonie	- (4-6)	- (3-4)	- (2-3)	- (3-5)
Rejon o klimacie sprzyjającym wyleganiu roślin	- (2-3)	- (5-8)	- (4-6)	- (4-5)

* odmiany mieszańcowe

** odmiany krótkosłone (półkarłowe)

Źródło: Noworolnik K., 2006 (11).

Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych wyników badań można stwierdzić, że ilość wysiewu nasion zależna jest od czynników agrotechnicznych, siedliskowych i biologicznych. W IUNG-PIB w Puławach wydawane są zalecenia agrotechniczne dla zbóż, uwzględniające wymagania odmianowe co do ilości wysiewu nasion. Prawidłowa ilość wysiewu nasion odgrywa ważną rolę w kształtowaniu budowy łanu, a tym samym wpływa na wielkość plonu i jakość ziarna zbóż. Większe wymagania jakościowe stawia się ziarnu zbóż przeznaczanemu na cele piekarnicze (głównie pszenica) i browarne (jęczmień browarny), ale ziarno paszowe powinno odznaczać się także dobrymi walorami jakościowymi. W warunkach zbyt dużego zagęszczenia łanów zbóż mogą wystąpić zjawiska negatywne, takie jak: wyleganie roślin, porażenie przez choroby, zmniejszenie liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Natomiast popularyzacja idei tzw. rzadkich siewów wymaga dużej ostrożności; sprawdza się jedynie na glebach utrzymanych w dobrej kulturze.

Literatura

1. D z i e ż y c J. (red.): Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. PWN Warszawa – Wrocław, 1993.
2. J a ś k i e w i c z B., H o ł u b o w i c z - K l i z a G., B r z ó s k a E.: Uprawa pszenżyta ozimego. IUNG-PIB Puławy, instr. upowsz., 2005, **104**.
3. L e s z c z y Ń s k a D., N o w o r o l n i k K.: Wpływ terminu i gęstości siewu na przetrzymywanie i plonowanie kilku odmian jęczmienia ozimego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2002, **481**: 187-191.
4. L e s z c z y Ń s k a D., N o w o r o l n i k K., N a j e w s k i A.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian jęczmienia ozimego. IHAR Radzików, IUNG-PIB Puławy, COBORU Słupia Wielka, 2005.
5. L i s t o w s k i A.: Agrofizjologiczne podstawy produktywności roślin. PWN Warszawa, 1979.
6. M a z u r e k J., K u ś J.: Wpływ nawożenia azotem, terminu i ilości wysiewu na plonowanie pszenicy jarej uprawianej po różnych przedplonach i na różnych glebach. Biul. IHAR, 1991, **177**: 137-143.
7. N o w o r o l n i k K., L e s z c z y Ń s k a D., N a j e w s k i A.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian jęczmienia jarego. IHAR Radzików, IUNG-PIB Puławy, COBORU Słupia Wielka, 2007.
8. N o w o r o l n i k K.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. IUNG Puławy, Monogr. Rozpr. Nauk., 2003, **8**.
9. N o w o r o l n i k K., L e s z c z y Ń s k a D.: Plon ziarna i białka jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego w różnych warunkach siedliska w zależności od gęstości siewu. Pam. Puł., 2004, **138**: 117-123.
10. N o w o r o l n i k K.: Reakcja jarych mieszanek jęczmienia z owsem na gęstość siewu. Mat. konf. nauk. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”. Poznań, 1994, 105-110.
11. N o w o r o l n i k K.: Określenie gęstości siewu zbóż w zależności od warunków siedliskowo-agrotechnicznych. IUNG-PIB Puławy, Instr. upowsz., 2006, **110**.
12. P o d o l s k a G., S t a n k o w s k i S.: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. Biul. IHAR, 2001, **218/219**: 127-136.
13. P o d o l s k a G., K a c z y Ń s k i L.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian pszenicy ozimej. IHAR Radzików, IUNG Puławy, COBORU Słupia Wielka, 2002.
14. P o d o l s k a G., Z y c h J.: Charakterystyka i wymagania agrotechniczne odmian pszenicy ozimej. IHAR Radzików, IUNG-PIB Puławy, COBORU Słupia Wielka, 2007.
15. R u s z k o w s k i M.: Produkcyjność roślin zbożowych. Mat. sesji nauk. „Podstawy produktywności roślin”. IUNG Puławy, 1985, 71-92.
16. R u s z k o w s k i M.: Obsada a produktywność roślin zbożowych. Mat. konf. nauk. „Obsada a produktywność roślin uprawnych”. IUNG Puławy, 1988, cz. I.
17. S i m m o n s S. R., R a s m u s s o n D. C., W i e r s m a J. V.: Tillering in barley: genotype, row spacing and seeding rate effects. Crop Sci., 1982, **22(4)**: 801-805.
18. S u ł e k A.: Określenie reakcji nowych odmian pszenicy jarej na wybrane czynniki agrotechniczne. Biul. IHAR, 2004, **231**: 139-145.
19. S u ł e k A., L e s z c z y Ń s k a D., C y f e r t R.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian owsa. IUNG-PIB Puławy, COBORU Słupia Wielka, 2005.

Adres do korespondencji:

dr Danuta Leszczyńska
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 345
e-mail: leszcz@iung.pulawy.pl

Alicja Sulek, Grażyna Podolska, Danuta Leszczyńska, Kazimierz Noworolnik

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

REAKCJA ZBÓŻ NA NAWOŻENIE AZOTEM*

Wstęp

Azot jest składnikiem pokarmowym najbardziej wpływającym na wzrost i rozwój zbóż, przy czym niekorzystny jest zarówno jego niedobór, jak i nadmiar. Niedobór azotu hamuje wzrost roślin i ogranicza ich możliwości plonotwórcze, natomiast nadmiar powoduje zbyt intensywny wzrost masy vegetatywnej, opóźnia drewnienie tkanki mechanicznej, przez co rośliny są bardziej podatne na wyleganie i porażenie przez choroby grzybowe liści i źdźbeł (12-14). Azot jest składnikiem pokarmowym stosunkowo łatwo przemieszczającym się w środowisku glebowym, dlatego przy jego stosowaniu należy zachować ostrożność, tj. podawać tylko dawki niezbędne w określonych warunkach, wynikające z zawartości N w glebie (dawka przedsięwna) oraz oceny warunków pogody, kondycji i zawartości azotu w roślinach. Mechanizm oddziaływania azotu zmienia się w okresie wegetacji zbóż. Nawożenie przedsięwne decyduje o obsadzie kłosów, wnoszone w okresie krzewienia lub początku strzelania w źdźbło o liczbie ziarn w kłosie i wykształceniu ziarna, a stosowane w fazie kłoszenia głównie o zawartości białka w ziarnie. Optymalny poziom nawożenia azotem zależy głównie od zawartości tego składnika w glebie, przebiegu pogody w okresie jesienno-zimowym, warunków uprawy i przedplonu (16). Istotne znaczenie dla efektywności nawożenia azotem ma również zdolność odmiany do produktywnego wykorzystania składnika nawozowego. Celem opracowania było wykazanie reakcji różnych gatunków i odmian zbóż określonej plonem ziarna i cechami jego struktury na wzrastające dawki azotu.

Material i metoda

Opracowanie dotyczy wpływu różnych poziomów nawożenia azotem na plonowanie odmian zbóż jarych i ozimych. Materiał do analizy stanowiły wyniki doświadczeń wazonowych i mikropoletkowych przeprowadzonych w hali wegetacyjnej IUNG w Puławach oraz doświadczeń polowych przeprowadzonych w Stacjach Doświadczalnych IUNG i Ośrodkach Doradztwa Rolniczego.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Omówienie i dyskusja wyników

Nawożenie azotem jest uznane za jeden z podstawowych czynników plonotwórczych, co wiąże się z dużą labilnością zawartości przyswajalnych form tego składnika w glebie oraz niezbędnością jego w procesie kształtowania się organów generatywnych, decydujących o plonowaniu roślin (tab. 1). Dostępność azotu również korzystnie wpływa na kształtowanie się cech struktury plonu i właściwej architektury ładu zbóż. Wpływa przede wszystkim na liczbę kłosów i plon ziarna z kłosa oraz zwiększa wyrównanie wysokości pędów kłosonośnych i ich produktywność (12).

Z badań wieloletnich przeprowadzonych zarówno w warunkach polowych, jak i kontrolowanych z dużą liczbą odmian zbóż jarych i ozimych wynika, że odmiany wykazują zróżnicowanie możliwości efektywnego wykorzystania zwiększonych dawek azotu. Uwarunkowane to jest genetycznie i wiąże się z odmiennym metabolizmem każdej odmiany, a tym samym zróżnicowanymi wymaganiami żywieniowymi (12-14). W rezultacie badań wydzielono dwie grupy odmian efektywnie wykorzystujących średnie i duże dawki azotu (tab. 2). Z badań przeprowadzonych z odmianami pszenicy jarej wynika, że u genotypów reagujących wzrostem plonu ziarna na wysoki poziom N wystąpiło istotne zwiększenie liczby kłosów, krzewistości produkcyjnej, masy ziarna z rośliny i liczby ziaren z kłosa (18). Odmiany te prawdopodobnie intensywniej pobierają azot przez cały okres wegetacji, co umożliwia wzrost krzewistości produkcyjnej, jak i liczby zawiązywanych ziaren w kłosie (12). Genotypy charakteryzujące się istotnym zwiększeniem masy ziarna na średniej dawce N miały korzystnie kształtujące się elementy struktury plonu oraz utrzymywały ich wartości przy dalszym zwiększeniu dawki azotu (tab. 2). Wyniki badań J a ś k i e w i c z (3) wskazują, że w obrębie odmian pszenżyta ozimego można wydzielić grupę reagującą wyraźną obniżką plonu ziarna przy wysokim poziomie nawożenia azotem na skutek zmniejszenia masy 1000 ziaren. K o z ł o w s k a - P t a s z y ń s k a i in. (6) w badaniach odmian owsa wykazała, że wyższa plonu ziarna pod wpływem wzrastających dawek azotu wynikała głównie ze zwiększenia liczby pędów produktywnych na roślinie, która rekompensowała spadek plenności wiech, lecz tylko u odmian o dużej masie i liczbie ziaren z pojedynczej wiechy.

Tabela 1

Wydajność i cechy struktury plonu pszenicy ozimej w zależności od dawki azotu

Dawka azotu (kg N · ha ⁻¹)	Plon ziarna (t · ha ⁻¹)	Liczba kłosów na 1 m ²	Plon ziarna z kłosa (g)	Masa 1000 ziaren (g)
0	3,7	496	0,74	37,14
40	4,6	508	0,91	38,81
80	5,5	514	1,07	38,23
120	6,6	516	1,27	38,45
160	6,3	517	1,22	37,35
200	6,3	520	1,21	37,08

Źródło: Podolska G., 2004 (13).

Tabela 2

Wydajność ziarna i elementy struktury plonu odmian pszenicy jarej w zależności od dawki azotu

Badane cechy	Odmiany reagujące istotną zwyżką plonu na średnią dawkę azotu (Korynta, Napola, Żebra, Zura, KOC 5500, KOH1700, KOH 1800)				Odmiany reagujące istotną zwyżką plonu na dużą dawkę azotu (KOH 2000, KOC 5900)			
	dawka azotu (N – g/wazon)							
	1,2	2,4	3,6	NIR ($\alpha = 0,05$)	1,2	2,4	3,6	NIR ($\alpha = 0,05$)
Plon ziarna z wazonu (g)	41,50	57,83	64,33	7,34	49,3	60,7	72,2	10,70
Liczba kłosów z wazonu	28,0	29,5	32,8	3,71	26,3	32,3	38,0	6,57
Rozkrzewienie produktywne	2,1	2,1	2,2	r.n.	2,9	3,2	3,8	0,55
Masa 1000 ziarn (g)	37,9	42,1	40,1	1,77	50,1	50,1	51,5	r.n.
Plon ziarna z rośliny (g)	3,36	4,39	4,68	0,79	4,93	6,07	7,21	1,19
Masa ziarna z kłosa (g)	1,51	2,09	2,24	0,34	1,72	1,87	1,92	r.n.
Liczba ziarn z rośliny	86,5	102,6	113,6	19,24	96,7	120,8	141,3	23,12
Liczba ziarn z kłosa	39,7	49,8	56,2	9,52	33,8	37,4	37,2	r.n.

Źródło: Sułek A., 2004 (18).

Wielkość optymalnej dawki azotu pod zboża zależy od warunków glebowych (skład mechaniczny, żyzność i zasobność w składniki pokarmowe, pH i uwilgotnienie), od rodzaju przedplonu, terminu siewu oraz warunków pogodowych w okresie wegetacji roślin. Wszystkie te czynniki stanowią kompleks warunków środowiska, które limituje wykorzystanie różnych dawek nawożenia azotem. Badania przeprowadzone przez P o d o l s k ą i in. (15) wskazują, że reakcja pszenicy ozimej na nawożenie azotem była związana z odmianą i warunkami środowiska. Odmiana Mikon reagowała wzrostem plonu ziarna wraz ze wzrostem dawki azotu do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. U odmiany Kobra w rejonie IV (centralnym) największy plon ziarna uzyskano stosując dawkę $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast w rejonie V (południowo-zachodnim) $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 3).

Tabela 3

Plony ziarna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) pszenicy ozimej w zależności od dawki azotu

Dawka azotu (kg N · ha ⁻¹)	Odmiana		
	Mikon	Kobra	
	rejon według COBORU		
	III	IV	V
0	3,80	5,62	4,30
40	4,57	6,83	5,10
80	4,88	7,34	5,01
120	5,14	6,95	5,45
160	5,31	6,94	5,29
200	5,29	6,44	5,16
NIR (α = 0.05)	0.428	0.418	0.671

Źródło: Podolska G. i in., 2001 (14).

O tym, że różne genotypy zbóż odmiennie reagują na nawożenie azotem wskazują wyniki badań przeprowadzone z dwurzędowymi i wielorzędowymi odmianami jęczmienia ozimego. Z badań Leszczyńskiej i in. (7) wynika, że odmiany wielorzędowe wykazują większy wzrost plonu przy dawce $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, w odróżnieniu od odmian dwurzędowych plonujących podobnie przy dawkach 60 i $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 4). Słabszy wzrost plonu ziarna odmian dwurzędowych niż wielorzędowych pod wpływem nawożenia azotem wynika ze zmniejszenia się masy 1000 ziaren.

Wprowadzone do uprawy formy nagoziarniste owsa i jęczmienia wykazują odmienną reakcję na nawożenie azotem w porównaniu z formami oplewionymi. Badania przeprowadzone przez Noworolnika i in. (10) wskazują, że nagoziarnista odmiana jęczmienia jarego reagowała na zwiększenie dawek azotu słabszym wzrostem plonu ziarna od odmian oplewionych. Dotyczy to głównie reakcji na dawkę $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Odmiana Rastik wyróżniała się natomiast dodatnią reakcją na dawkę $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w gorszych warunkach glebowych (tab. 5). Słabsza reakcja na nawożenie azotem nagoziarnistej odmiany Rastik w porównaniu z oplewionymi formami jęczmienia wynika głównie z większej podatności na choroby i wyleganie.

Owies, podobnie jak inne zboża silnie reaguje na nawożenie azotem. Efektywność tego nawożenia zależy w dużym stopniu od odmiany (11, 19, 21). Z badań przeprowadzonych przez Noworolnika i Maję (9) z oplewionymi i nagoziarnistymi odmianami owsa wynika, że obie formy podobnie reagują zwiększając plon ziarna na wzrastające nawożenie do $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 6). Jednak reakcja odmian owsa w zakresie plonu ziarna i białka wykazała, że oplewiona odmiana charakteryzowała się większą efektywnością małej i średniej dawki azotu, a mniejszą dawki dużej ($90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) niż odmiany nagoziarniste (9). Do gorszej efektywności wykorzystania dużej dawki azotu przez odmianę oplewioną Skrzat przyczyniło się jej wyleganie. Wróbel i in. (21) wykazali, że odmiana nagoziarnista Akt reagowała istotnym przyrostem plonu ziarna przy zwiększeniu dawki azotu do $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a odmiana oplewiona Bajka tylko do $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zwiększa plon ziarna pod wpływem wzrastających dawek azotu u odmiany Akt wynikała głównie ze zwiększenia liczby ziarniaków w wieszce

Tabela 4

Wpływ dawki azotu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia ozimego

Odmiany	Dawka azotu ($\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Plon ziarna ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	Liczba kłosów na 1 m^2	Liczba ziarn w kłosie	Masa 1000 ziaren (g)
Odmiany dwurzędowe (Tiffany, BKH 2096, POA 1794)	0	686	745	20,9	44,0
	30	765	792	22,0	43,8
	60	866	854	23,1	43,9
	90	862	893	22,3	43,5
Odmiany wielorzędowe (Tramp, MAD 697, KRC 197)	0	863	498	40,8	42,6
	30	948	531	41,9	42,6
	60	1020	571	41,0	43,0
	90	1130	605	42,6	43,4

Źródło: Leszczyńska D. i in., 2005 (7).

Tabela 5

Wpływ dawki azotu na plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) odmian jęczmienia jarego zależnie od jakości gleby (średnio w latach 2000–2002)

Kompleks glebowy (liczba doświadczeń)	Odmiana	Dawka azotu ($kg N \cdot ha^{-1}$)				
		0	30	60	90	średnio
Pszenny dobry (9)	Rastik *	3,93	4,49	4,53	4,57	4,39
	Rajtar **	4,66	5,12	5,56	5,59	5,23
	Rodion **	4,42	4,98	5,28	5,36	5,01
	średnio	4,33	4,86	5,13	5,17	
NIR; ($\alpha = 0,05$) dla: dawki azotu; N – 0,25; odmian 0,21; interakcji; I x II – 0,36; II x I – r.n.						
Żytni bardzo dobry (6)	Rastik	3,11	3,46	3,58	3,73	3,46
	Rajtar	3,58	3,93	4,22	4,37	4,02
	Rodion	3,52	3,90	4,21	4,25	3,97
	średnio	3,40	3,76	4,01	4,12	
NIR; ($\alpha = 0,05$) dla: dawki azotu; N – 0,24; odmian 0,20; interakcji; I x II – 0,33; II x I – r.n.						
Ogółem (15)	Rastik	3,61	4,04	4,18	4,27	4,03
	Rajtar	4,23	4,64	5,02	5,10	4,74
	Rodion	4,07	4,58	4,86	4,92	4,60
	średnio	3,97	4,42	4,69	4,76	
NIR; ($\alpha = 0,05$) dla: dawki azotu; N – 0,22; odmian – 0,18; interakcji; I x II 0 – 0,31; II x I – r.n.						

* nagoziarnista

** oplewiona

Źródło: Noworolnik K. i in., 2004 (10).

Tabela 6

Plony ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) odmian owsa w zależności od dawki azotu

Odmiana	Dawka azotu ($kg N \cdot ha^{-1}$)			
	0	30	60	90
Akt (nagoziarnista)	2,33	2,87	3,30	3,40
STH 3997 (nagoziarnista)	2,18	2,71	3,33	3,39
Skrzat (oplewiona)	3,13	3,84	4,71	4,48
Średnio	2,55	3,14	3,78	3,76
NIR; ($\alpha = 0,05$) dla: dawki azotu; N – 0,22; interakcji dawki N z odmianami – r.n.				

Źródło: Noworolnik K. i in., 2005 (9).

(tab. 7). Również badania K o z ł o w s k i e j - P t a s z y Ń s k i e j i P a w ł o w - s k i e j (5) wskazują, że odmiana Akt dobrze wykorzystuje intensywne nawożenie azotem. Natomiast P i e c h i in. (10) porównując reakcję odmian Akt i Bajka na dwa poziomy nawożenia N stwierdzili u obu obniżkę plonu ziarna przy zwiększeniu dawki z 60 do $100 kg N \cdot ha^{-1}$.

W ostatnich latach duże znaczenie w uprawie mają odmiany pszenżyta ozimego o skróconym źdźble. Odmiany półkarłowe dzięki większej odporności na wyleganie wykorzystują efektywniej duże dawki azotu w porównaniu z odmianami konwencjonalnymi. Badania przeprowadzone przez J a ś k i e w i c z (4) wskazują, że półkarło-

Tabela 7

Plon ziarna owsa i liczba ziaren z wiechy w zależności od poziomu nawożenia azotem

Odmiana	Dawka azotu (kg N · ha ⁻¹)				
	0	30	60	90	średnie
	plon ziarna (t · ha ⁻¹)				
Akt	2,81	3,26	3,50	3,94	3,38
Bajka	3,74	4,33	4,29	4,56	5,09
Średnio	3,74	4,33	4,29	4,59	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla odmian – 3,0; nawożenia N – 2,2; odmian x nawożenie N – 3,1					
Liczba ziarniaków w wieszce					
Akt	55,1	64,1	71,0	75,8	66,5
Bajka	55,1	61,6	57,8	57,2	57,9
Średnio	55,1	62,8	64,4	66,5	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla odmian – 1,8; nawożenia N – 1,0; odmian x nawożenie N – 1,4					

Źródło: Wróbel E. i in., 2003 (22).

wa odmiana Fidelio wykazywała wzrost plonu ziarna przy dawce 120 kg N · ha⁻¹ w porównaniu z 80 kg N · ha⁻¹, natomiast odmiana konwencjonalna Kazo reagowała dodatnio do 80 kg N · ha⁻¹ (tab. 8). Również inni autorzy (20, 23) podkreślają, że krótkosłome formy pszenżyta ozimego są konkurencyjne pod względem plonowania w stosunku do odmian konwencjonalnych.

Odmiany mieszańcowe żyta plonują przeciętnie o około 10% wyżej od odmian populacyjnych, charakteryzując się zarówno większym krzewieniem produkcyjnym, jak i liczbą ziaren w kłosie (8). Odmiany mieszańcowe do wykorzystania potencjału plonotwórczego wymagają większych dawek azotu w porównaniu z odmianami populacyjnymi (17). Z doświadczeń przeprowadzonych w warunkach kontrolowanych wynika, że odmiana mieszańcowa Mader uzyskała najwyższy plon ziarna przy zastosowaniu największej dawki azotu (2). Badania polowe przeprowadzone przez Maćkowiaka i in. (8) wskazują, że odmiany żyta mieszańcowego (Mader i Nawid) nie mają większych wymagań co do nawożenia azotem w porównaniu z odmianami populacyjnymi.

Tabela 8

Plonowanie pszenżyta ozimego odmiany półkarłowej (Fidelio) z odmianą konwencjonalną (Kazo) w zależności od dawki azotu

Odmiana	Dawka azotu (kg N · ha ⁻¹)			
	0	40	80	120
	plon ziarna (t · ha ⁻¹)			
Fidelio	4,01	5,63	6,61	7,08
Kazo	4,50	5,80	6,52	6,60

Źródło: Jaśkiewicz B., 2006 (3).

Podsumowanie

O wielkości plonów zbóż w dużym stopniu decyduje nawożenie azotem. Składnik ten w różnym stopniu wpływa na zmiany w strukturze plonu określonych genotypów. Wyniki prezentowanych badań wskazują na różną reakcję odmian zbóż na nawożenie azotem; uwarunkowane to jest genetycznie i wiąże się z odmiennym metabolizmem, a tym samym zróżnicowanymi wymaganiami pokarmowymi. Odmiany, które lepiej plonują przy wyższym poziomie nawożenia azotem cechują się większą krzewistością produkcyjną, masą ziarna z rośliny i kłosa. Na obniżkę plonu ziarna niektórych odmian przy dużych dawkach azotu mogą wpływać pewne zaburzenia w metabolizmie roślin.

Z przedstawionych danych literaturowych wynika, że różne formy owsa i jęczmienia (oplewione i nagoziarniste) wymagają zróżnicowanego nawożenia azotem. Odmiany oplewione do wykorzystania ich potencjału plonotwórczego wymagają większych dawek azotu w porównaniu z odmianami oplewionymi. Wprowadzone do uprawy formy półkarłowe pszenżyta ozimego ze względu na większą odporność na wyleganie wykazują się lepszym wykorzystaniem dużych dawek azotu. Natomiast wysokopienne odmiany żyta mieszańcowego nie wykazują większych wymagań względem nawożenia azotem w porównaniu z odmianami populacyjnymi.

Dynamiczny postęp w hodowli roślin zbożowych oraz różna reakcja odmian na azot uzasadnia celowość prowadzenia badań nad ustalaniem odpowiedniego poziomu nawożenia tym składnikiem.

Literatura

1. Dubis B., Budzyński W.: Reakcja owsa nagoziarnistego i oplewionego na termin i gęstość siewu. Biul. IHAR, 2003, **229**: 139-146.
2. Grabiński J., Mazurek J.: Reakcja nowych rodów żyta na nawożenie azotem. Biul. IHAR, 1995, **195/196**: 333-335.
3. Jaśkiewicz B.: Reakcja nowych odmian pszenżyta ozimego na czynniki agrotechniczne. Folia Univ. Agric. Stet., Agric., 2006, **247**: 63-69.
4. Jaśkiewicz B.: Ekonomiczna efektywność półkarłowej formy pszenżyta ozimego. Pam. Puł., 2006, **142**: 163-165.
5. Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J.: Reakcja nowych odmian owsa na nawożenie azotem. Pam. Puł., 1997, **109**: 7-18.
6. Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J.: Wpływ dawek azotu na plon i jego strukturę u nowych polskich odmian owsa. Biul. IHAR, 2000, **215**: 239-244.
7. Leszczyńska D., Noworolnik K.: Porównanie reakcji wielorzędowych i dwurzędowych odmian jęczmienia ozimego na poziom nawożenia azotem i termin siewu. Biul. IHAR, 2005, **237/238**: 39-49.
8. Maciorowski R., Stankowski S., Piech M.: Reakcja odmian żyta mieszańcowego i populacyjnego na nawożenie azotem i regulator wzrostu. Cz. I. Plon ziarna, komponenty plonu i wybrane cechy fizjologiczne. Biul. IHAR, 2000, **215**: 109-120.
9. Noworolnik K., Maj L.: Plonowanie owsa nagoziarnistego na tle oplewionego w zależności od nawożenia azotem. Pam. Puł., 2005, **139**: 129-136.
10. Noworolnik K., Leszczyńska D., Dworakowski T.: Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna i białka jęczmienia jarego nagoziarnistego i oplewionego. Pam. Puł., 2004, **135**: 213-221.

11. Piech M., Nita Z., Maciorowski R.: Porównanie plonowania dwóch odmian owsa nieoplewionego z oplewionym przy dwóch poziomach nawożenia azotem. *Żywność – Nauka, Technologia, Jakość*, 1999, **1(18)**: 137-141.
12. Podolska G., Mazurek J.: Budowa rośliny i łanu pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanego terminu siewu i sposobu nawożenia azotem. Cz. I. Plonowanie, struktura plonu i budowa łanu. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 491-505.
13. Podolska G.: Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, 2004, **231**: 55-64.
14. Podolska G., Mazurek J., Stypuła G.: Określenie wymagań agrotechnicznych nowych rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, 2001, **220**: 23-33.
15. Podolska G., Stankowski S.: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR*, 2001, **218/219**: 127-136.
16. Praca zbiorowa pod redakcją J. Chotkowskiego: *Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych*. Wyd. „Wiś Jutra”, Warszawa, 2005.
17. Saaten Kompendium 98-99. Lochow-Petkus Bergen, Niemcy, 1998.
18. Sulek A.: Określenie reakcji nowych rodów i odmian pszenicy jarej na wybrane czynniki agrotechniczne. *Biul. IHAR*, 2004, **231**: 139-145.
19. Walenś M.: Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*, 2003, **229**: 115-124.
20. Wołski T., Ceglińska A., Czerwińska E., Gryka J., Pojmaj M. S.: Hodowla półkarłowego pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR*, 1996, **197**: 34-44.
21. Wróbel E., Kijora C.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie i jakość ziarna owsa nagoziarnistego. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 331-340.
22. Wróbel E., Krajewski T., Krajewski W.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*, 2003, **229**: 95-102.
23. Wróbel E., Szempliński W.: Sposób siewu a plonowanie odmian pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.*, 2006, **4**: 203-210.

Adres do korespondencji:

dr Alicja Sulek
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 349
e-mail: sulek@iung.pulawy.pl

Jerzy Grabiński, Bogusława Jaśkiewicz, Grażyna Podolska, Alicja Sulek

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

TERMINY SIEWU W UPRAWIE ZBÓŻ*

Wstęp

Jednym z najważniejszych czynników agrotechnicznych w technologii produkcji zbóż jest termin siewu (4, 5, 16, 18, 21). Decyduje on nie tylko o tym w jakich warunkach termicznych, świetlnych i wilgotnościowych przebiegają fazy wzrostu i rozwoju roślin w okresie wegetacji. Dobrze rozwinięte, silnie rozkrzewione i ukorzenione rośliny wskutek odpowiedniego terminu siewu lepiej wykorzystują podstawowy czynnik plonotwórczy, jakim jest stosowane w kolejnych fazach nawożenie oraz mniej narażone są na warunki stresowe, które mogą wystąpić w późniejszych fazach wzrostu (21). Natomiast późny siew i związany z tym słaby początkowy rozwój roślin może decydować o bardzo małej efektywności zastosowanych dawek azotu (3) i dużych zakłóceniach we wzroście, nawet przy niewielkim stresie. Jednak niezależnie od pozytywów płynących z terminowego siewu oraz niebezpieczeństw wynikających z jego opóźnienia producenci zbóż wykonują dość często siewy w terminie późnym, a nawet bardzo późnym. Powodem tego mogą być względy organizacyjne lub pogodowe bądź zaniechania (21).

W pracy dokonano przeglądu literatury dotyczącej stosowania różnych terminów siewu zbóż jarych i ozimych. Wykorzystano także niepublikowane wyniki badań Zakładu Uprawy Roślin Zbożowych IUNG - PIB w Puławach.

Terminy siewu zbóż ozimych

Spośród ozimych form zbóż najwcześniejszego siewu wymaga jęczmień. W badaniach prowadzonych w Polsce wschodniej przez Leszczyńską i in. (14) najlepsze efekty produkcyjne uzyskiwano wysiewając ten gatunek w połowie września. Ci sami autorzy (15) w innych badaniach stwierdzili, że lepsze efekty siewu późniejszego, tj. wykonywanego w trzeciej dekadzie września, mogą mieć miejsce w latach złego zimowania, ale tylko w przypadku form dwurzędowych. Natomiast w głównych rejonach uprawy jęczmienia ozimego, czyli w Polsce zachodniej i połu-

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

dniowo-zachodniej optymalny termin siewu przypada na 3 dekadę września (25).

W przypadku pszenicy ozimej, zajmującej w Polsce największy ze zbóż areal uprawy, optymalny termin siewu powinien być następujący:

- rejon północno-wschodni i wschodni – od 15 do 25 września,
- rejon centralny i południowo-wschodni – od 20 do 30 września,
- rejon północno-zachodni i zachodni – od 20 września do 5 października,
- Dolny Śląsk – od 25 września do 10 października (28).

Optymalny termin siewu pszenżyta i żyta jest podobny jak pszenicy (6, 8).

Na ogół uważa się, że na glebach lekkich optymalny terminu siewu jest nieco wcześniejszy (21), ponieważ w takich warunkach tempo wzrostu i rozwoju jest słabsze niż na glebach żyznych i dla dobrego rozwoju przed zimą rośliny potrzebują trochę więcej czasu.

Zdaniem niektórych autorów optymalny okres siewu zbóż ozimych jest bardzo krótki. Na przykład K r ę ż e l i S o b k o w i c z (13) w doświadczeniach z pszenżytem ozimym stwierdzili, że najlepszy termin siewu tego gatunku zawiera się w kilku początkowych dniach października, natomiast zarówno kilkudniowe opóźnienie siewu, jak i jego przyspieszenie powoduje istotną obniżkę plonu ziarna.

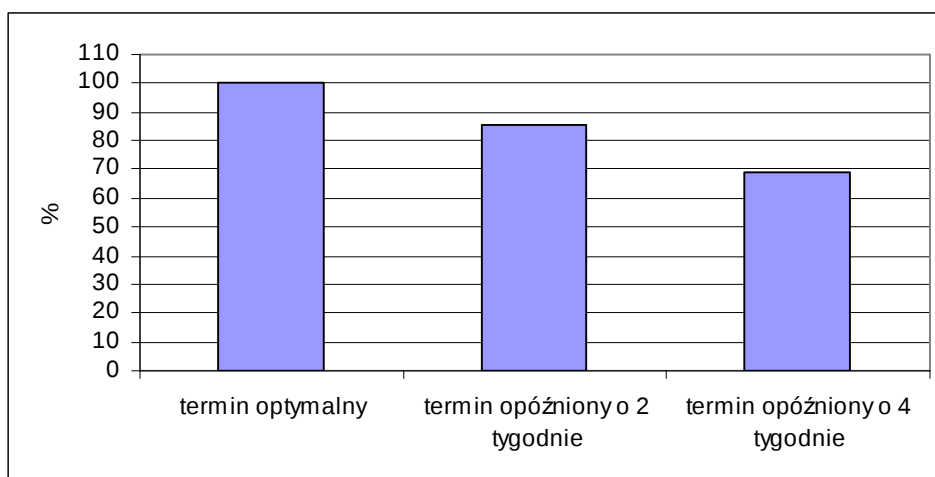
Optymalny termin siewu ozimin nie tylko stwarza lepsze warunki do początkowego wzrostu roślin, ale także może decydować o możliwościach prawidłowego wykonania zabiegów agrotechnicznych jesienią. Na przykład, polecane przy uprawie zbóż ozimych zwalczanie chwastów jesienią jest możliwe do wykonania za pomocą większości zarejestrowanych herbicydów dopiero po osiągnięciu przez rośliny fazy 3-4 liści (25). Opóźnienie siewu może zatem wymusić zastosowanie pierwszego zabiegu herbicydowego dopiero na wiosnę. Wtedy – zwłaszcza w przypadku, gdy zima będzie łagodna – chwasty mogą osiągnąć na tyle zaawansowane stadia rozwojowe, że ich zwalczenie będzie o wiele trudniejsze.

W praktyce duża część siewów wykonywana jest w terminie opóźnionym, o czym może zadecydować na przykład przebieg pogody lub względy organizacyjne. W literaturze do siewów nieznacznie późniejszych niż optymalne stosuje się określenie „termin dopuszczalnie opóźniony” (20). Taki termin, opóźniony o 5-10 dni w stosunku do optymalnego, zwykle nie powoduje bardzo dużych strat plonu, a w lata o sprzyjających warunkach dla wzrostu i rozwoju roślin jesienią pozwala na uzyskanie plonów porównywalnych z osiąganymi przy siewie optymalnym. Opóźnienie terminu siewu decyduje o tym, że wschody roślin następują w warunkach niższej temperatury, co prowadzi do ich spowolnienia oraz wolniejszego pojawiania się kolejnych liści. Rośliny z siewów późnych często jesienią nie osiągają fazy krzewienia i w efekcie okres wschody – krzewienie wydłuża się aż do wiosny. Wówczas dochodzi do gwałtownego przyspieszenia rozwoju, polegającego na szybkim przejściu roślin w fazę strzelania w źdźbło oraz skrócenia fazy strzelania w źdźbło – kłoszenie. Przyspieszony rozwój roślin determinuje niekorzystne zmiany w budowie roślin, polegające na zmniejszeniu ich krzewistości i zwiększeniu ilości pędów niskich, z których kłosy charakteryzują się małą produktywnością (12, 26, 27).

Wielkość obniżki plonu pod wpływem opóźnienia terminu siewu zbóż ozimych może być bardzo różna. W badaniach przeprowadzonych w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożowych IUNG w Puławach w latach 90. minionego wieku spadki plonu ziarna w wyniku opóźnienia terminu siewu o 2 tygodnie badanych odmian pszenicy ozimej mieściły się w bardzo szerokich granicach od 2,4 do 41,0% (średnio 15%); (29). W tych samych badaniach opóźnienie terminu o 4 tygodnie (siew w trzeciej dekadzie października) powodowało spadki plonu mieszczące się w zakresie 23-52% (średnio 31%); (rys. 1).

W przypadku żyta, w badaniach przeprowadzonych przy zastosowaniu podobnej metodyki, obniżka plonu ziarna wskutek opóźnienia siewu o czas przekraczający 10 dni była niewielka, ale w przypadku opóźnienia terminu siewu o ponad 20 dni była podobna, jak u pszenicy, tj. o około 35% (2). Tak duże obniżenie poziomu plonowania związane było z opóźnieniami pojawiania się kolejnych faz i czasem ich trwania. W terminie opóźnionym wschody pojawiały się średnio po 1 miesiącu, a także zasadniczemu skróceniu uległy poszczególne fazy rozwojowe. W szczególności okres strzelanie w źdźbło – kłoszenie był średnio krótszy o 7 dni. W efekcie zagęszczenie kłosów na jednostce powierzchni oraz plon ziarna z kłosa były mniejsze.

W literaturze panuje zgodność, że siew opóźniony należy łączyć ze zwiększeniem normy wysiewu nasion, co w pewnym stopniu niweluje negatywny efekt związany ze słabszym krzewieniem się roślin (1, 6, 19, 20, 21, 23). Jednak nie może to zwiększenie być zbyt duże. G r a b i ń s k i (6) stwierdza, że przy wysiewie żyta w terminie opóźnionym norma wysiewu powinna być większa o 10-15%. Podobne zwiększenie normy wysiewu nasion pszenżyta ozimego przy siewie w terminie opóźnionym sugerują też D z i a m b a i R a c h o ń (1) oraz P o d o l s k a dla pszenicy ozimej (28).

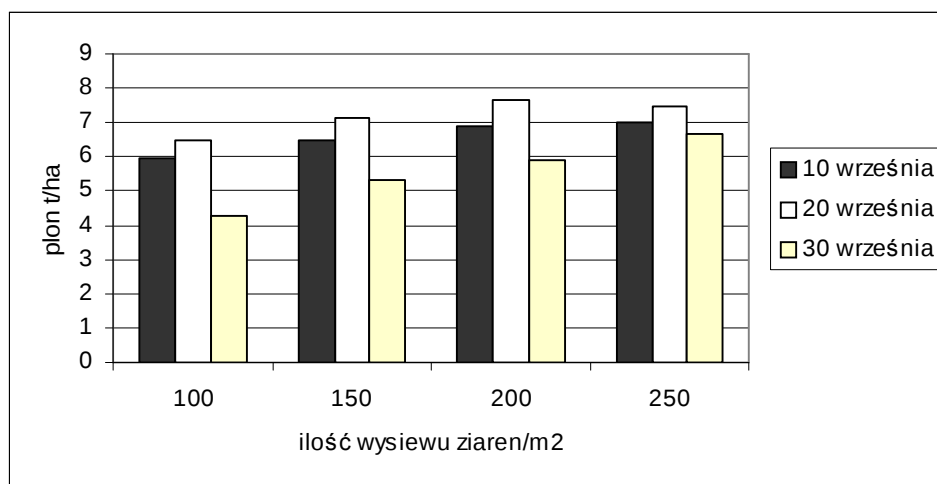


Rys. 1. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu
Źródło: Podolska G., 1997 (29).

Ważnym elementem agrotechniki, który może wpłynąć na ograniczenie skutków negatywnego wpływu opóźnienia terminu siewu na plonowanie zbóż ozimych jest dobór odmiany (7). Dowiodły tego badania prowadzone w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożowych IUNG w Puławach (2, 17, 29). Na ich podstawie stwierdzono, że do odmian pszenicy ozimej bardziej tolerancyjnych na opóźnienie terminu siewu i dlatego bardziej przydatnych do wysiewania w takich warunkach należą: Roma, Kaja, Mikuła, Mobela, Rapsodia, Kris, Izyda, Tortija, Symfonia i Zawisza. W przypadku pszenżyta do tego typu odmian można zaliczyć: Bogo, Hewo, Kazo, Kitaro, Lamberto, Pawo, Prado, Tewo, Woltario i Zorro. Natomiast u żyta ozimego reakcja zarejestrowanych odmian na opóźnienie terminu siewu jest podobna.

Dobór odmiany do uprawy należy uzależniać od terminu siewu, z uwzględnieniem jej zimotrwałości. Na przykład, należy unikać wysiewania w terminie opóźnionym odmian charakteryzujących się małą mrozoodpornością, do których w przypadku pszenicy zaliczyć można: Aristos, Clever, Flair, Pegassos, Rapsodia, Slade i Trend (28); słabe ich rozwinięcie jesienią zwiększa (i tak bardzo duże) niebezpieczeństwo wystąpienia uszkodzeń w czasie zimy, nawet przy niedużych mrozach.

W literaturze spotyka się także badania, w których stosowano bardzo wczesne terminy siewów zbóż ozimych. Próbę określenia zasadności stosowania takich siewów sprawdzono także w badaniach przeprowadzonych w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożowych IUNG-PIB w Puławach z odmianą żyta ozimego Nawid. Wyniki badań jednoznacznie wykazały brak zasadności stosowania bardzo wczesnych siewów, bowiem plony uzyskiwane wówczas były niższe niż przy siewie w terminie optymalnym (rys. 2), a jednym z powodów tego było silniejsze porażenie roślin żyta przez choroby grzybowe.



Rys. 2. Wpływ terminu siewu na plonowanie żyta ozimego odmiany Nawid w zależności od gęstości siewu

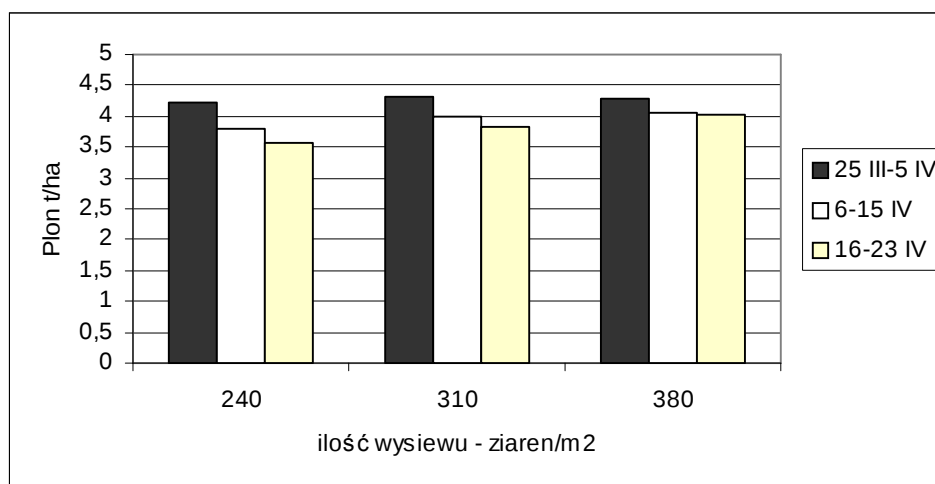
Źródło: Badania własne.

Dużym problemem, zwłaszcza w wadliwych płodozmianach zbożowych, są choroby podstawy źdźbła. Opóźnienie terminu siewu zboża ozimego może znacznie zmniejszyć stopień porażenia roślin przez te choroby. Jednak nie kompensuje to niekorzystnych zmian w strukturze plonu jakie wówczas wystąpią (10).

Na zakończenie rozważań dotyczących terminów siewu zbóż ozimych należy dodać, że opóźnienie terminu siewu może często wynikać z chęci wykonania przez producenta pełnego zakresu uprawek przedsiewnych, a w szczególności orki siewnej na odpowiednią głębokość. Sytuacje takie występują również przy uprawie zbóż ozimych w stanowisku po późno schodzących z pola przedplonach. Wiele badań wykonanych w ostatnich latach wykazało, że ograniczenia intensywności przedsiewnej uprawy roli, polegające na spłyceniu orki lub całkowitej z niej rezygnacji nie muszą powodować dużej obniżki plonu. Jako przykład mogą posłużyć badania Krężela i Sobkowicza (13), w których gryzowanie wykonane pod pszenżyto ozime dało podobny efekt produkcyjny jak orka średnia.

Terminy siewu zbóż jarych

Każdy gatunek zbóż jarych powinien być wysiewany możliwie najwcześniej, gdy tylko wilgotność gleby obniży się do odpowiedniego poziomu (19, 20, 30). Mniejszą rolę w podejmowaniu decyzji o terminie siewu odgrywa temperatura, bowiem wymagania termiczne zbóż jarych są stosunkowo nieduże. Na przykład, pszenica jara znosi spadki temperatur nawet do -8°C , a nawet jeśli są większe, to zwykle prowadzą tylko do uszkodzeń liści, a nie powodują wypadania roślin (30). Dlatego bardzo wczesną wiosną, gdy tylko warunki wilgotnościowe pozwalają na prawidłowe wykonanie siewu należy go wykonać bez obawy uszkodzenia roślin przez przymrozki.



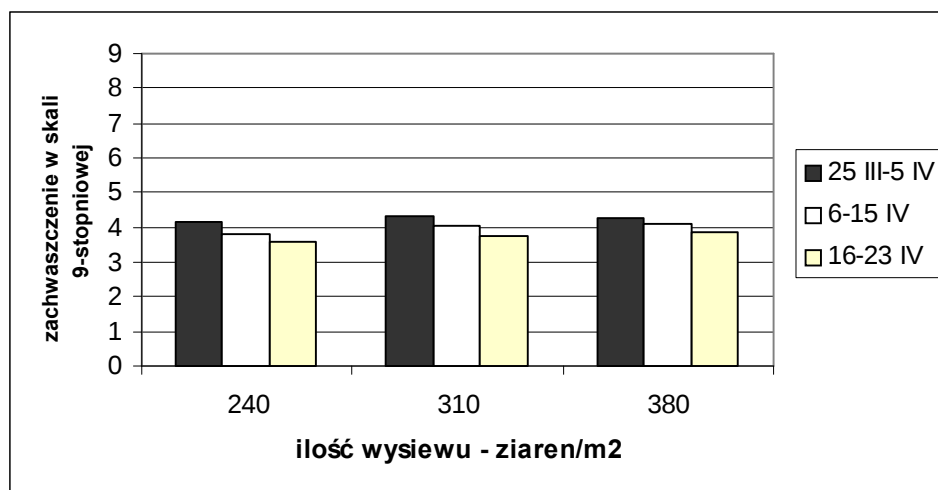
Rys. 3. Wpływ terminu i gęstości siewu na plonowanie jęczmienia jarego
Źródło: Noworolnik K., 2003 (24).

Wśród jarych form zbóż największą tolerancję na opóźnienie terminu siewu wykazuje jęczmień jary (20, 24). Niektórzy autorzy uważają za zasadne wysiewanie tego gatunku jako ostatniego z przewidzianych do uprawy w danym roku; nie dotyczy to jednak jęczmienia uprawianego na cele browarne.

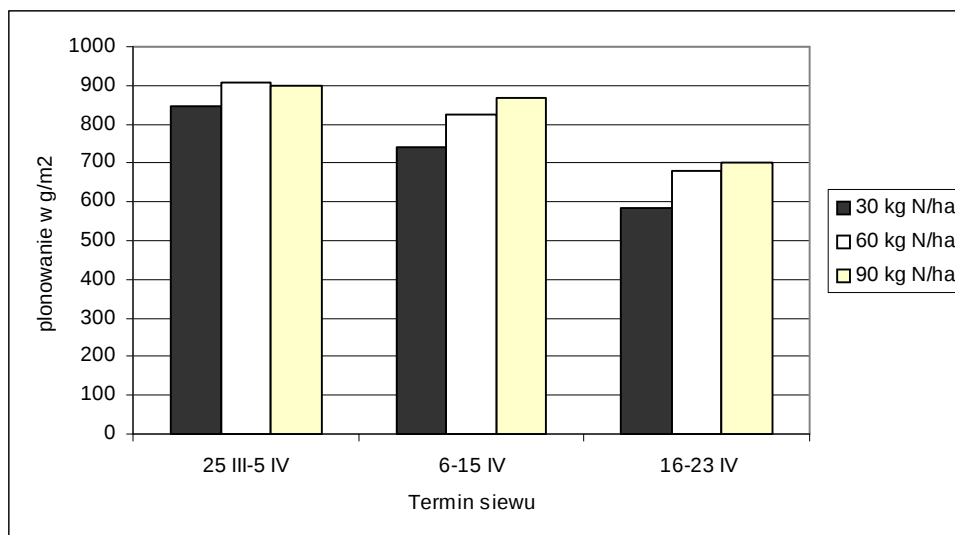
Termin siewu zboża jarego może odegrać istotną rolę w porażaniu łanów przez choroby. Na przykład, przy siewach wczesnych w jęczmieniu jarym dominują takie choroby, jak: mączniak prawdziwy, plamistość siatkowa i pasiastość liści, natomiast w zasiewach późniejszych – rdza karłowa i żółta oraz rynchosporioza (24).

Przy siewie zbóż jarych w terminie opóźnionym, podobnie jak w przypadku zbóż ozimych, zaleca się stosowanie zwiększonych norm wysiewu nasion. Według S u ł e k i in. (30) gęstość siewu jest czynnikiem w niewielkim stopniu ograniczającym negatywny wpływ opóźnienia terminu siewu na plonowanie owsa. Nieco lepsze efekty w tym zakresie uzyskał N o w o r o l n i k (23) w badaniach z jęczmieniem jarym, bowiem zwiększenie normy wysiewu nasion w warunkach opóźnionego siewu zmniejszyło różnicę w poziomie uzyskiwanych plonów ziarna jęczmienia jarego aż o 12%. W efekcie różnice między poziomami plonu uzyskiwanego przy normalnej ($240 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$) i zwiększonej do $380 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$ ilości wysiewu nasion wyniosły tylko $0,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-2}$ (rys. 3). Opóźnienie terminu siewu zasadniczo zwiększa niebezpieczeństwo silnego zachwaszczenia łanów (rys. 4), a ewentualne zwiększenie normy wysiewu nasion w niewielkim stopniu je ogranicza.

Azot jest czynnikiem pobudzającym rośliny do lepszego krzewienia ogólnego i produkcyjnego, natomiast opóźnienie siewu poprzez skrócenie fazy krzewienia się roślin wpływa na to odwrotnie. Dlatego wzrastający poziom nawożenia azotem (do pewnej



Rys. 4. Wpływ terminu oraz gęstości siewu na zachwaszczenie łanu jęczmienia jarego
Źródło: Noworolnik K., 2003 (24).



Rys. 5. Plonowanie jęczmienia jarego w zależności od terminu siewu i nawożenia azotem
Źródło: Noworolnik K., 2003 (24).

granicy) zmniejsza ujemny wpływ opóźnienia terminu siewu na krzewienie produkcyjne decydujące o liczbie kłosów w łanie, będącej głównym elementem struktury plonu ziarna (rys. 5); (24). Trzeba jednak zaznaczyć, że przy bardzo dużych opóźnieniach pozytywny efekt działania nawozu zdecydowanie zmniejsza się (rys. 5); (24).

Negatywny wpływ opóźnionego siewu zbóż jarych ujawnia się najsilniej w warunkach niedoboru opadów (9). W związku z tym, że w naszym kraju okresy posuszne występują prawie corocznie opóźnienia terminu siewu jarych form prowadzą zawsze do bardzo dużych obniżek plonu. Wśród odmian zbóż jarych, odobnie jak w przypadku form ozimych, reakcja na opóźnienie terminu siewu jest zróżnicowana (11, 22).

Do odmian zbóż jarych nadających się bardziej do siewów opóźnionych, ze względu na mniejszą obniżkę plonu ziarna, można zaliczyć:

- pszenicę jarą: Henika, Torka, Hezja, Hena, Helia, Jasna, Griwa, Olimpia, Kosma, Bryza, Napola, Pasteur i Tybalt (19),
- jęczmień jary pastewny: Rataj, Rodion, Justina, Antek, Rabel i Atol (20),
- jęczmień jary browarny: Mauritia, Sebastian, Granal, Żeglarz i Basza (20),
- owies: Grajcar i Akt (30).

Podsumowanie

Termin siewu jest czynnikiem agrotechnicznym mającym bardzo duży wpływ na wzrost, rozwój i produktywność łanów zbóż ozimych i jarych. To bardzo często od terminu siewu zależy czy wschody są szybkie i pełne, a w efekcie bardzo ważny dla roślin początkowy okres wzrostu przebiega bez żadnych zakłóceń, czy też są rozcią-

gnięte w czasie i niepełne. Korzystny wpływ optymalnego terminu siewu nie kończy się na pierwszych tygodniach wegetacji, ale oddziałuje na efektywność zabiegów agrotechnicznych w późniejszych fazach rozwojowych. Z tego względu zastosowanie terminu siewu właściwego dla gatunku i odmiany ma kapitalne znaczenie dla osiągnięcia dodatnich efektów produkcyjnych i finansowych każdej technologii produkcji zbóż.

Literatura

1. Dziamba Sz., Rachon L.: Pszenżyto. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 2005, 140-149.
2. Grabiński J.: Plonowanie i struktura plonu nowych rodów żyta w warunkach różnych terminów siewu. Biul. IHAR, 1995, **195/196**: 337-340.
3. Grabiński J., Krasowicz S.: Technologie uprawy żyta ozimego w warunkach ograniczonych nakładów. Instr. upowszechn., IUNG Puławy, 1995, **59/95**: 1-19.
4. Grabiński J., Mazurek J.: Dobra praktyka rolnicza w zalecanych technologiach uprawy zbóż. Mat. konf. nauk. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej, IUNG Puławy, 1998, 111-119.
5. Grabiński J.: Technologie uprawy zbóż. Pam. Puł., 1999, **114**: 403-415.
6. Grabiński J.: Żyto. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 2005, 130-139.
7. Jaśkiewicz B.: Określenie wymagań agrotechnicznych nowych odmian pszenżyta. Biul. IHAR, 2002, **223/224**: 151-157.
8. Jaśkiewicz B., Cyfert R.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian pszenżyta ozimego. IHAR Radzików, 2005, 1-31.
9. Jaskuński D.: Wpływ terminu i gęstości siewu oraz nawożenia azotem na plonowanie pszenicy jarej w warunkach małej ilości opadów. Pam. Puł., 1999, **118**: 167-172.
10. Jończyk K.: Porażenie pszenicy ozimej przez zespół patogenów podstawy źdźbła w zależności od agrotechniki. Pam. Puł., 1999, **118**: 174-182.
11. Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J.: Wpływ terminu i gęstości siewu na plonowanie nowych odmian owsa. Biul. IHAR, 2001, **217**: 121-126.
12. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Zmiany w plonowaniu i budowie przestrzennej łanu owsa pod wpływem opóźnienia siewu. Pam. Puł., 1999, **114**: 177-183.
13. Kręzel R., Sobkowicz P.: Wpływ terminu siewu przy zróżnicowanej przedśiewnej uprawie roli na wzrost i plonowanie pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 1994, **162**: 115-123.
14. Leszczyńska D., Noworolnik K., Najewski A.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian jęczmienia ozimego. IHAR Radzików, 2005, 1-29.
15. Leszczyńska D., Noworolnik K.: Porównanie reakcji wielorzędowych i dwurzędowych odmian jęczmienia ozimego na poziom nawożenia azotem i termin siewu. Biul. IHAR, 2005, **237/238**: 39-49.
16. Mazurek J., Grabiński J.: Wpływ różnych sposobów pielęgnacji na plonowanie pszenżyta ozimego wysianego w terminie optymalnym i opóźnionym. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 1994, **162**: 163-168.
17. Mazurek J., Jaśkiewicz B.: Reakcja odmian pszenżyta ozimego na termin siewu. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 1994, **162**: 159-162.
18. Mazurek J., Jaśkiewicz B.: Wpływ terminu siewu na plonowanie i architekturę łanu trzech odmian pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 1997, **175**: 145-149.
19. Mazurek J., Sułek A.: Pszenica jara. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 2005, 116-129.
20. Noworolnik K.: Jęczmień jary. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 2005, 163-170.

21. Noworolnik K., Księżak J., Doroszevska T., Dwornikiewicz J.: Badania naukowe jako podstawa technologii produkcji roślinnej. Mat. IX konf. nauk. „Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej”. IUNG Puławy, 2005, 9-15.
22. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Wpływ gęstości i terminu siewu na wielkość i strukturę plonu odmian jęczmienia jarego. Biul. IHAR, 2004, **231**: 357-363.
23. Noworolnik K.: Określanie gęstości siewu zbóż w zależności od warunków siedliskowo-agrotechnicznych. Instr. upowszechn., IUNG - PIB Puławy, 2006, **110**: 1-13.
24. Noworolnik K.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. Monogr. Rozpr. Nauk., 2003, **8**: 1-67.
25. Pisulewska E.: Jęczmień ozimy. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 2005, 150-162.
26. Podolska G.: Budowa i wydajność łanu pszenicy ozimej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych i modelu rośliny. Pam. Puł., 1999, **116**: 1-133.
27. Podolska G., Mazurek J.: Budowa rośliny i łanu pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanego terminu siewu i sposobu nawożenia azotem. Pam. Puł., 1999, **118**: 479-490.
28. Podolska G.: Pszenica ozima. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 2005, 99-115.
29. Podolska G.: Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Cz. II. Wpływ terminu siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. Biul. IHAR, 1997, **204**: 163-168.
30. Sułek A., Leszczyńska D., Cyfert R.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian owsa. IHAR Radzików, 2005, 1-34.

Adres do korespondencji:

doc. dr hab. Jerzy Grabiński
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 341
e-mail: jurek@iung.pulawy.pl

Kazimierz Noworolnik

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

ZNACZENIE TERMINU I GĘSTOŚCI SIEWU W UPRAWIE JĘCZMIENIA OZIMEGO*

Wstęp

Uprawa jęczmienia ozimego w Polsce jest mało rozpowszechniona, a jego areal, obok pszenżyta jarego, jest najmniejszy spośród gatunków zbóż podstawowych. W Niemczech i innych krajach Europy zachodniej ozima forma jęczmienia zajmuje większą powierzchnię uprawy niż forma jara (13), a u nas stanowi ona 15-18% powierzchni zajmowanej przez jęczmień jary.

Średnie plony zbóż ozimych (w tym jęczmienia) w praktyce są znacznie wyższe od plonów zbóż jarych. W niektórych latach (przy łagodniejszych zimach) jęczmień ozimy przewyższa plonami ziarna nawet pszenicę ozimą. W kilku zakładach doświadczalnych IUNG porównano plonowanie jęczmienia ozimego z jarym (32). Plon ziarna ozimej formy jęczmienia (średnio w 3-leciu) był wyższy o 27%, a plon białka wyższy o 20% niż formy jarej. Świadczy to, że jęczmień ozimy jest gatunkiem niedocenianym w naszym kraju, a wyolbrzymiane są jego niektóre wady.

Wielkość i jakość plonu ziarna jęczmienia ozimego zależy w dużym stopniu od warunków klimatycznych (zwłaszcza w okresie zimy), jakości gleby (skład granulometryczny, pH), nawożenia, terminu i gęstości siewu, a także od innych czynników siedliskowo-agrotechnicznych (7, 26-30).

W opracowaniu skoncentrowano się na przedstawieniu wpływu terminu i gęstości siewu oraz innych czynników agrotechnicznych i edaficznych na plonowanie jęczmienia ozimego, a także na jego znaczenie gospodarcze.

Zalety i wady jęczmienia ozimego

Spośród zbóż ozimych jęczmień najbardziej odróżnia się wymaganiami siedliskowymi i agrotechnicznymi. Dotyczy to głównie warunków klimatycznych, pH gleby, terminu i gęstości siewu. Ponadto różnice dotyczą terminu dojrzewania i odporności na suszę. Niektóre z tych wyróżników uznaje się za zalety, a inne za wady.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Ważną zaletą jęczmienia ozimego jest wysoka potencjalna produkcyjność dzięki zdolności wytworzenia dużej (na tle innych zbóż) liczby kłosów na jednostce powierzchni (2, 26, 31, 33). Drugą zaletą jęczmienia jest jego szybszy od innych zbóż rozwój, dzięki czemu wcześniej dojrzewa i bywa zbierany o 2 tygodnie wcześniej niż żyto, a 3-4 tygodnie wcześniej niż pszenżyto i pszenica (6). Wczesne zejście z pola umożliwia uprawę międzyplonu ścierniskowego bądź daje więcej czasu na staranną uprawę roli pod wymagający wczesnego siewu rzepak ozimy, którego areal uprawy powinien się zwiększać w aspekcie produkcji biopaliw. Wcześniejsze rozpoczęcie zniw sprzyja lepszemu rozkładowi prac polowych i dłuższemu wykorzystaniu kombajnu. Ponadto szybsze od innych zbóż wchodzenie jęczmienia w fazę strzelania w źdźbło oraz kłoszenia wiąże się z możliwością wykorzystania zapasów wody pozimowej w okresie krytycznego zapotrzebowania roślin na wodę. Dzięki temu jęczmień ozimy jest najodporniejszy ze zbóż na suszę wiosenną. Dodatkia cechą są także niezbyt duże wymagania co do poziomu nawożenia azotem (26, 28-30), na tle np. wymagań pszenicy.

Jęczmień ozimy posiada również kilka mankamentów, takich jak: słaba zimotrwałość, duża wrażliwość na zakwaszenie gleby, mała odporność roślin na wyleganie oraz ościstość i wielorzędowość kłosa utrudniająca wymłacanie się (6, 20, 26). Wymienione wady jęczmienia są zmniejszane w efekcie postępu hodowlanego, gdyż niektóre nowe odmiany charakteryzują się lepszą zimotrwałością i odpornością na wyleganie (21, 22). Wprowadzenie niedawno do doboru dwurzędowych odmian jęczmienia ozimego umożliwia ich uprawę na cele browarne, przy poprawie wymłacalności kłosów (22). Jęczmień nie wymarza zbyt często, gdyż w okresie dużych mrozów występuje przeważnie chroniąca okrywa śnieżna. Długie zaleganie śniegu sprzyja jednak porażeniu jęczmienia przez pleśń śniegową (21).

Ponieważ jęczmień ozimy posiada więcej zalet niż wad, to należy prognozować zwiększenie jego znaczenia w naszym rolnictwie (19). Wzrost powierzchni uprawy jest racjonalny w warunkach dużego udziału zbóż w strukturze zasiewów, gdyż jest dość tolerancyjny na uprawę w stanowisku po pszenicy (20).

Wpływ terminu siewu na plon ziarna

Wyniki badań nad terminem siewu jęczmienia ozimego wskazują na zależność tego czynnika od warunków klimatyczno-glebowych i doboru odmiany na jego plonowanie. Nie stwierdzono współdziałania terminu siewu z nawożeniem azotem i gęstością siewu (11, 25, 26, 28).

W dawnych podręcznikach zalecano siew jęczmienia ozimego w terminie podobnym jak rzepaku, czyli w końcu sierpnia, ale później zweryfikowano to na początek września. W doświadczeniach polowych przeprowadzonych w dwóch zakładach doświadczalnych IUNG nie stwierdzono jednak zniżki plonu jęczmienia przy opóźnieniu terminu siewu o 2 tygodnie w stosunku do terminu uważanego wówczas za optymalny (7-10 września); (25). Zawartość białka w ziarnie nie zmieniała się pod wpływem terminu siewu. W badaniach F a t y g i (8) z trzema terminami siewu wykonanymi w tym

samym okresie, największy plon ziarna tego zboża uzyskano przy drugim terminie, tj. 16-19 września.

Badania nad reakcją jęczmienia ozimego na termin siewu dawały w różnych krajach rozbieżne wyniki. Największe jego plony uzyskiwano przy różnych terminach siewu: 12-18 września w Niemczech (5), Danii (6) i Anglii (11, 15); 18-25 września w Mołdawii (9), Czechach (37) i Niemczech (7, 12, 38), a 26 września – 5 października w Rumunii (14, 24) i Jugosławii (23). Późny termin siewu (10-20 października) okazał się efektywny we Francji (3) i Belgii (4, 13). Dodatni wpływ późnego terminu siewu jęczmienia ozimego w krajach Europy zachodniej i południowej związany jest z występującą tam często długą i ciepłą jesienią, łagodniejszą zimą i lepszymi warunkami glebowymi.

W wielopunktowym i wieloletnim doświadczeniu IUNG badano wpływ trzech terminów siewu jęczmienia (8-10, 18-21 i 28-30 września) i czasu odleżenia się gleby po orce siewnej (14 i 2 dni); (27). Reakcja jęczmienia na termin siewu zależała od jakości gleby. Na glebach żwiższych, należących do kompleksu pszenno dobrego i żytniego bardzo dobrego plony ziarna przy pierwszym i drugim terminie siewu były podobne, na glebach kompleksu żytniego dobrego obserwowano tendencję do niższego plonowania przy II terminie, a na glebach kompleksu żytniego słabego niższa plonu była istotna. Przy trzecim terminie siewu plony były mniejsze na wszystkich glebach. Stwierdzono współdziałanie terminu siewu z czasem odleżenia się roli po orce; dodatni wpływ odleżenia stwierdzono tylko przy trzecim terminie siewu. Dodatni wpływ odleżenia się roli niezależnie od terminu siewu zaznaczył się tylko na glebach lepszych, na których przy braku odleżenia racjonalne okazało się zastosowanie wału Campbella.

W prowadzonych przez IUNG wieloletnich doświadczeniach mikropoletkowych reakcja jęczmienia ozimego na opóźnienie terminu siewu zależała w dużym stopniu od warunków pogodowych (17, 21, 22, 26, 34). Większe plony ziarna jęczmienia wysiewanego wcześniej (5-10 września) w porównaniu z późniejszym terminem siewu osiągnano w sezonach o krótkiej jesieni, a mniejsze niż w terminie późnym – w warunkach długiej jesieni oraz długo zalegającej pokrywy śnieżnej w okresie zimy. Obniżka plonu ziarna pod wpływem opóźnienia terminu siewu była spowodowana zmniejszeniem rozkrzewienia produkcyjnego roślin, przy niewielkich zmianach liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. W przypadku dużego zmniejszenia liczby kłosów na jednostce powierzchni obserwowano niezbyt duże zwiększenie masy 1000 ziaren lub liczby ziaren w kłosie.

Przyczyną słabego plonowania wczesnych zasiewów jęczmienia ozimego w przypadku długiej i ciepłej jesieni jest nadmierne rozrastanie się roślin i tworzenie dużej masy liści, przez co jęczmień staje się bardziej podatny na wymarzenie w przypadku braku okrywy śnieżnej w zimie, a w warunkach zbyt długiego zalegania śniegu często ulega wyprzeniu i porażeniu przez pleśń śniegową. Ponadto jęczmień siany wcześniej bywa przy ciepłej jesieni atakowany przez szkodniki (ploniarka zbożówka, skoczek sześciorek i inne) lub przez mączniaka, a w przypadku małej powierzchni zasiewu jego wczesne wschody mogą być niszczone przez ptactwo (26).

Jęczmień siany późno w warunkach krótkiej jesieni rośnie wolno, słabo się krzewi i niedostatecznie się hartuje. Dlatego gorzej zimuje, wykształca mniejszą liczbę kłosów i ziaren w kłosie wskutek krótszego okresu wegetacji, co jest powodem słabego plonowania.

Im dłuższa i cieplejsza jest jesień w danym roku oraz w danym rejonie, przy korzystnym rozkładzie opadów, tym później przypada optymalny termin siewu jęczmienia. Również na lepszych glebach siew tego zboża może być wykonany później niż na słabszych, ponieważ gleba lekka jest bardziej podatna na przemarzanie, a ponadto na takiej glebie rośliny słabiej się krzewią (26).

Większej tolerancji na opóźnienie siewu sprzyja lepsza zimotrwałość niektórych odmian oraz ich zdolność do silniejszego krzewienia się (21, 22, 26, 34). Wykazano, że nowo wprowadzone do doboru dwurzędowe ozime odmiany jęczmienia (szczególnie Bombay) są bardziej wrażliwe na opóźnienie siewu niż odmiany wielorzędowe (22). Obniżka plonu pod wpływem opóźnienia siewu jęczmienia sprzyja wzrostowi zawartości białka w ziarnie (25, 27).

Na podstawie wyników przeprowadzonych doświadczeń (8, 22, 25-27) można uznać za optymalny termin siewu jęczmienia ozimego w Polsce między 15-20 września. Ten termin nie jest na tyle wczesny, aby wystąpiły wyżej wymienione ujemne następstwa obserwowane przy siewach w pierwszej dekadzie września, jak również ujemne skutki zbyt późnego terminu (przy końcu września).

W badaniach nad architekturą łanu jęczmienia ozimego stwierdzono jej zależność od warunków pogodowych w latach i w mniejszym stopniu od terminu siewu (16-18). W sezonach o sprzyjających warunkach meteorologicznych (dobre przezimowanie, duży plon) termin siewu nie wpływał na architekturę łanu, natomiast w latach o słabszym przezimowaniu jęczmienia gorsze wyrównanie łanu wystąpiło przy późnym terminie siewu (koniec września). Gorsze wyrównanie łanu przy późnym terminie siewu objawiało się większym zróżnicowaniem wysokości pędów kłosonośnych i znacznie większym udziałem pędów niskich o mniejszej masie ziarna z kłosa. Przy dużym rozwarstwieniu łanu rośliny niskie są zacieniane przez rośliny wysokie, co jest powodem niższej plenności tych pierwszych.

Wpływ gęstości siewu na plon ziarna

Plon ziarna jęczmienia ozimego jest silnie dodatnio skorelowany z liczbą kłosów na jednostce powierzchni, a słabiej z liczbą ziaren w kłosie i masą 1000 ziaren (26, 38). Liczba kłosów jest w dużym stopniu zależna od gęstości siewu. Zbyt rzadki siew jest przyczyną niedostatecznej obsady kłosów, a słabe zwarcie łanu sprzyja rozwojowi chwastów, co ogranicza poziom plonowania jęczmienia. Nadmierna gęstość siewu wzmacnia podatność jęczmienia na wyleganie i porażenie roślin przez choroby (2, 28, 35).

W doświadczeniach polowych przeprowadzonych w zakładach doświadczalnych IUNG z jęczmieniem ozimym nie stwierdzono dodatniego wpływu dużej gęstości siewu 550 ziaren w stosunku do gęstości 400 ziaren na m² (25). Obserwowano jedynie

tendencję do wzrostu plonu ziarna niektórych odmian przy dużej gęstości siewu. Nie stwierdzono współdziałania gęstości siewu z nawożeniem azotem i terminem siewu oraz ich wpływu na plon ziarna.

W doświadczalnictwie terenowym Wojewódzkich Ośrodków Postępu Rolniczego w zachodnich i centralnych rejonach Polski przeprowadzono serię doświadczeń wielopunktowych (39 doświadczeń jednorocznych w wieloleciu) z jęczmieniem ozimym, w których uwzględniono 3 gęstości siewu (300, 400 i 500 ziaren $\cdot$ m⁻²) i 4 poziomy nawożenia azotem (0, 40, 80 i 120 kg $\cdot$ ha⁻¹); (28). Zwiększenie gęstości siewu do 500 ziaren $\cdot$ m⁻² wpłynęło dodatnio na plon ziarna jęczmienia tylko w gorszych warunkach glebowych (kompleks żytni dobry, pH poniżej 6) i przy opóźnieniu terminu siewu (po 20 września). W lepszych warunkach siedliskowych optymalna była gęstość 400 ziaren $\cdot$ m⁻². Nie stwierdzono istotnego współdziałania między nawożeniem azotem a gęstością siewu, ale obserwowano tendencję do lepszej efektywności dużej gęstości siewu przy niskim poziomie nawożenia N. Zawartość białka w ziarnie jęczmienia ozimego nie zmieniała się istotnie pod wpływem gęstości siewu. Również seria doświadczeń przeprowadzonych w 5 zakładach doświadczalnych IUNG (30), w których porównywano kilka wariantów technologii uprawy jęczmienia ozimego wykazała wyższe jego plonowanie przy gęstości 410 ziaren $\cdot$ m⁻² w porównaniu z 350 ziarnami $\cdot$ m⁻².

W badaniach wykonanych za granicą także stwierdzono istotny wpływ gęstości siewu na plonowanie jęczmienia ozimego, ale zależny od jakości gleby. Na dobrych glebach wystarczająca okazała się mniejsza gęstość siewu – 350 ziaren $\cdot$ m⁻² (2), a na glebach słabszych gęstości mieszczące się w granicach 400-500 ziaren $\cdot$ m⁻² (1, 9, 37).

Wpływ gęstości siewu na plonowanie jęczmienia ozimego w zależności od składu granulometrycznego gleby zbadano we wcześniejszej serii doświadczeń przeprowadzonych w doświadczalnictwie terenowym WOPR w zachodnich rejonach kraju (35 doświadczeń jednorocznych w ciągu 8 lat); (35). Na glebach zwięzłych (pyły zwykłe i ilaste) nie stwierdzono istotnego zróżnicowania plonu ziarna między gęstościami siewu (300, 400 i 500 ziaren $\cdot$ m⁻²). Na glinach lekkich, piaskach gliniastych mocnych i piaskach gliniastych lekkich położonych na glinach lekkich uzyskano podobne plony przy gęstościach 400 i 500 ziaren, a wyższe niż przy gęstości 300 ziaren na m². Na glebach najłżejszych (piaski gliniaste lekkie całkowite) otrzymano wzrost plonu przy gęstości 500 w stosunku do gęstości 400 ziaren $\cdot$ m⁻², podobnie jak na glebach o pH poniżej 5,5 (niezależnie od składu granulometrycznego gleby).

Istotny wpływ różnej gęstości siewu na plon ziarna wynika stąd, że decyduje ona o stopniu konkurencji między roślinami o światło, wodę i składniki pokarmowe. W miarę zwiększania zagęszczenia roślin w łanie zmniejsza się penetracja światła, ogranicza krzewistość roślin, wzrasta ich wypadanie oraz podatność na wyleganie i porażenie chorobami. Nadmiernemu zwiększaniu obsady roślin i kłosów towarzyszy spadek liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Zbyt mała ilość wysiewu nie pozwala na uzyskanie dużego plonu, z powodu niewystarczającej obsady kłosów, pomimo dużej w tych warunkach produktywności kłosa (26, 31, 33, 34).

Niejednakowy wpływ uwzględnionych w badaniach ilości wysiewu na plon jęczmienia należy tłumaczyć zróżnicowaniem warunków edaficznych doświadczeń.

W mniej korzystnych warunkach siedliska słabsze jest rozkrzewienie produkcyjne i mniej bujny wzrost roślin, a tym samym mniejsza jest ich podatność na wyleganie (2, 26); sprzyja to lepszej efektywności większych gęstości siewu.

W badaniach dotyczących architektury łanu jęczmienia ozimego w zależności od gęstości siewu stwierdzono znaczne zróżnicowanie udziału w łanie roślin o różnym stopniu rozkrzewienia (18). Przy gęstościach siewu $250 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$ udział roślin jedno- i dwupędowych wynosił 18%, a udział roślin cztero- i pięciopędowych – 53%, natomiast przy gęstości $450 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^{-2}$ udział roślin słabo rozkrzewionych wynosił 63%, a silnie rozkrzewionych – 11%. Udział roślin średnio rozkrzewionych (3-pędowych) w łanie był podobny przy obu gęstościach siewu. W warunkach gęstego siewu zwiększał się, ale w małym stopniu, udział w łanie niskich pędów kłosonośnych.

W licznych doświadczeniach (7, 21, 24, 26, 29, 31, 34) stwierdzono niejednakową reakcję różnych odmian jęczmienia ozimego na gęstość siewu. Niektóre odmiany wyżej plonują przy większym, a inne przy mniejszym zagęszczeniu roślin. Wiąże się to ze zróżnicowanymi wymaganiami świetlnymi, zdolnością do rozkrzewienia produkcyjnego roślin, odpornością na wyleganie i choroby. Na ogół odmiany tolerancyjne na wzajemne zacienianie się roślin, słabiej krzewiące się, odporniejsze na wyleganie i choroby, wymagają większej ilości wysiewu.

Wyniki omówionych badań wskazują na to, że optymalna ilość wysiewu jęczmienia ozimego zależy głównie od żyzności gleby i właściwości odmianowych, a w mniejszym stopniu od terminu siewu i wielkości dawki azotu. Efektywność dużej gęstości siewu zmniejsza się w przypadku wylegania roślin występującego w warunkach nadmiernej ilości opadów o charakterze burzowym (6, 28).

Podsumowanie

Jęczmień ozimy jest niedocenionym gatunkiem zboża w naszym kraju i zajmuje zbyt małą powierzchnię uprawy. Jego zaletą jest odporność na suszę wiosenną, a także wczesne dojrzewanie wpływające na lepsze rozłożenie prac żniwnych w gospodarstwie. Za optymalny termin siewu tego zboża należy uznać okres 15-20 września. Wpływ terminu siewu na plonowanie jęczmienia zależy od warunków pogodowych w czasie jesieni i zimy. Reakcja jęczmienia ozimego na ilość wysiewu zależy od jakości gleby i właściwości odmian. Gęściejszego siewu wymagają odmiany słabiej krzewiące się, uprawiane w gorszych warunkach glebowych. Nie stwierdzono współdziałania między gęstością a terminem siewu jęczmienia ozimego.

Literatura

1. Akbay G., Gencetan T., Ozgen M.: Ekim siglignin iki ve altisiralı arpalarda tane ve protein verimleri tanedeki protein oranına etkileri. Ulud. Univ. Zir. Fak., 1988, **2(1)**: 95-105.
2. Akten S., Akkaya A.: Ekim yontemi ve siglignin kislik apranin verim ve bazi ogelerine etkisi. Atat. Univ. Zir. Fak. Der., 1989, **20(1)**: 42-58.

3. Ambolet V., Cordon D., Duboin J.: Choix d'un niveau d'intensification sur les exploitations cerealiers du barrois. *Perspect. Agr.*, 1986, **107**: 25-31.
4. De Mon W., Dondéne P.: Effect of nitrogen fertilization on protein content, total fatty acid content and composition of barley grains. *J. Sci. Food Agric.*, 1985, **36(3)**: 186-190.
5. Denner P., Nitsch V.: Hohe Getreideerträge mit guter Qualität sichern Nahrungsgetreidefunde. *Getreidewirtschaft.*, 1986, **20(8)**: 171-174.
6. Deputat T., Demidowicz G., Kaczyński L.: Klimatyczne uwarunkowania rozwoju jęczmienia ozimego. *Pam. Puł.*, **107**: 27-38.
7. Farack M., Hansel A., Knoch G.: Agrotechnische Versuche zur Wintergersten-Produktion in Vorgebirgslagen. *Feldversuchswesen.*, 1987, **1**: 13-29.
8. Fatyga J.: Wpływ terminu siewu na wysokość i jakość plonów ziarna czterech odmian jęczmienia ozimego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol.*, 1987, **47(272)**: 159-168.
9. Georgiew N. A., Pukalov B. P.: Technologiceskie priemy vozdeljvanija ozimogo jaczmenja v uslovijach Moldavii. *Sbor. Nauc. Trud. Chark. Selsk. Inst.*, 1985, **319**: 28-35.
10. Harmath J., Szalai G.: Ozi arpa homokon mi mulik az arpa fajtajan ismet terjed a poruszog. *Magyar Mezogazd.*, 1986, **41**: 10-11.
11. Harris P. B., Donald H. G., Phillips M. C.: Date of drilling Igri winter barley and the rate and timing of spring nitrogen. *Res. Develop. Agr.*, 1987, **2**: 25-39.
12. Heinrichsohn A.: Wintergerste noch in Rennen. *DLG Mitt.*, 1989, **105**: 783-784.
13. Jestin L.: Some aspects of adaptation of barley in European conditions. *Netherl. J. Agr. Sci.*, 1985, **33(3)**: 195-213.
14. Jonescu N., Cremenescu G., Roman M.: Influenta datei semanatului asupra productiei griului si orzulni de toamna. *Aninst. Cerc. Cereale Plante Techn.*, 1986, **53**: 313-324.
15. Knopp E.: Shoot apex development, date of anthesis and grain yield of autumn sown spring and winter barley. *Zeit f. Acker u. Pflanzenbau.*, 1985, **155(2)**: 73-81.
16. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Architektura łanu oraz struktura plonu jęczmienia ozimego w zależności od okresu odleżenia się gleby po orce siewnej i terminu siewu. *IUNG Puławy*, 1992, **R 297**: 5-22.
17. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Zmiany w architekturze i wydajności łanów różnych form jęczmienia ozimego pod wpływem terminu siewu. *Pam. Puł.*, 1994, **105**: 11-24.
18. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Badania nad modelem rośliny i łanu zbóż. *Biul. IHAR*, 1997, **201**: 67-71.
19. Krasowicz S.: Stan aktualny i prognozy produkcji jęczmienia jarego i ozimego w Polsce. *IUNG Puławy*, 1997, **K-14**: 8-21.
20. Kuś J.: Jęczmień w płodozmianie i różnych systemach gospodarowania. *IUNG Puławy*, 1997, **K-14**: 73-82.
21. Leszczyńska D., Noworolnik K.: Wpływ terminu i gęstości siewu na przetrzymywanie i plonowanie kilku odmian jęczmienia ozimego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2002, **481**: 187-191.
22. Leszczyńska D., Noworolnik K.: Porównanie reakcji wielorzędowych i dwurzędowych odmian jęczmienia ozimego na poziom nawożenia azotem i termin siewu. *Biul. IHAR*, 2005, **237/238**: 39-49.
23. Malesevic M.: Uticaj rastucih kolicina azota na prinos zimog pivskog jecme na cernozemu. *Agrohemija*, 1985, **6**: 423-429.
24. Nitu J., Dracea M., Rizea A.: Particularitatile tehnologice de culturii de orz de toamna pe soluvile saraturate in curs de ameliorate. *Prod. Veget. Cereale Plante Tehn.*, 1986, **(58)8**: 35-39.
25. Noworolnik K.: Wpływ terminu i gęstości siewu oraz nawożenia azotem na plon ziarna i białka odmian jęczmienia ozimego. *Biul. IHAR*, 1987, **164**: 227-236.
26. Noworolnik K.: Reakcja jęczmienia ozimego na warunki glebowe, nawożenie azotem oraz termin i gęstość siewu. *IUNG Puławy*, 1988, **R (248)**: 1-71.
27. Noworolnik K.: Wpływ terminu siewu i odleżenia się gleby na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 1991, **98**: 67-78.

28. Noworolnik K.: Plonowanie jęczmienia ozimego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu w różnych warunkach siedliska. IUNG Puławy, 1992, **R 297**: 31-43.
29. Noworolnik K.: Produkcyjność odmian jęczmienia ozimego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. Biul. IHAR, 1992, **183**: 149-155.
30. Noworolnik K.: Wpływ wybranych technologii uprawy jęczmienia ozimego na jego produkcyjność. IUNG Puławy, 1992, **R 297**: 45-55.
31. Noworolnik K.: Wpływ gęstości siewu na plon ziarna odmian jęczmienia ozimego i jego strukturę. Biul. IHAR, 1992, **181/182**: 171-175.
32. Noworolnik K.: Porównanie produktywności jęczmienia ozimego i jarego uprawianych na cele paszowe. IUNG Puławy, 1993, **K 8**: 7-11.
33. Noworolnik K., Pecio A.: Plonowanie odmian jęczmienia jarego w zależności od ilości wysiewu. Mat. Konf. Obsada a produkcyjność roślin uprawnych. IUNG Puławy, 1988, **II**: 119-123.
34. Noworolnik K., Pecio A.: Wpływ nawożenia azotem oraz terminu i gęstości siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia ozimego. Biul. IHAR, 1990, **175**: 5 5-62.
35. Noworolnik K., Strzelec J.: Wpływ gęstości siewu i warunków glebowych na plon ziarna jęczmienia ozimego. *Fragm. Agron.*, 1991, **1(29)**: 44-51.
36. Olsen C.: *Satider for vintersaed*. Landbonyt., 1986, **40, 9**: 21-26.
37. Petr J., Hradecka D.: *Ertragsoptimierung bei Wintergerste*. *Feldwirtschaft.*, 1986, **3**: 117-119.
38. Pomer G.: *Auswirkungen abgestufter Saatzeiten auf die Ertragsbildung von Wintergerstensorten mit unterschiedlichem Vernalisationsbedurfnis*. *Beyer. Landw. Jb.*, 1986, **4**: 447-453.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 208
e-mail: knoworolnik@iung.pulawy.pl

Grażyna Podolska

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

KSZTAŁTOWANIE CECH JAKOŚCIOWYCH ZIARNA PSZENICY POPRZEZ TECHNOLOGIĘ PRODUKCJI*

Wstęp

Powierzchnia uprawy pszenicy ozimej w Polsce w ostatnim dziesięcioleciu jest rekordowo duża i wynosi ok. 1,8 mln ha. Głównym kierunkiem wykorzystania pszenicy jest przerób na mąkę, która służy do produkcji pieczywa, makaronów, wyrobów ciastkarskich i kulinarnych. Z ziarna pszenicy otrzymuje się płatki śniadaniowe, wyroby ekstrudowane. Od kilku lat dużego znaczenia nabiera produkcja suchego glutenu, który stosuje się do polepszania jakości mąki, pieczywa, makaronu, a także jako dodatek wzbogacający mieszanki śniadaniowe, wędliny, sery itp.

Ziarno wykorzystywane na cele młynarsko-piekarskie musi spełniać wymagania ogólnotowarowe oraz dodatkowo musi charakteryzować się wysoką wartością technologiczną, określoną przez wartość przemiałową ziarna (ilość uzyskanej mąki o określonej zawartości popiołu ze 100 kg ziarna) i wartość wypiekową mąki, zapewniającą dobrą jakość pieczywa i stabilność procesu technologicznego. Bezpośrednio wartość wypiekową określa się przez próbny laboratoryjny wypiek, pośrednio za pomocą szeregu oznaczeń chemicznych i fizycznych, takich cech jak: liczba opadania, zawartość białka, ilość i jakość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny, wodochłonność mąki, rozmięczenie ciasta, energia ciasta (8, 15).

Czynnik genetyczny najsilniej kształtuje jakość ziarna. W odmianie zakodowana jest potencjalna jego jakość, która ujawnia się w typowych warunkach pogody oraz przy prawidłowej agrotechnice. Obok cech genetycznych na kształtowanie się parametrów jakości istotny wpływ mają warunki klimatyczne. Dla formowania się białka i glutenu w ziarnie korzystna jest wysoka temperatura, duże nasłonecznienie i mała ilość opadów w okresie dojrzewania ziarna. Przegląd piśmiennictwa oraz badania własne wskazują na znaczne możliwości kształtowania cech jakościowych pszenicy poprzez zabiegi agrotechniczne, które mają różną wagę. Za najistotniejsze uważa się: nawożenie azotem, dokarmianie mikroelementami, ochronę przeciwko chwastom, chorobom i szkodnikom, prawidłowo przeprowadzony zbiór i przechowywanie ziarna,

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

zaś mniejsze znaczenie ma dobór stanowiska, gęstość siewu, termin siewu, uprawa roli (1, 3, 11, 14, 15, 17, 21, 24, 25).

W pracy przedstawiono wpływ poszczególnych elementów technologii produkcji pszenicy na cechy jakościowe ziarna. Omówione czynniki uszeregowano według ich wagi. W pracy wykorzystano wyniki badań własnych i dane literaturowe.

Odmiana

Odmiany pszenicy ze względu na przydatność do wypieku można podzielić na trzy grupy. Odmiany o bardzo dobrej wartości przemiałowej i wypiekowej – tzw. elitarne (grupa E), odmiany o dobrych cechach jakościowych, tzw. odmiany jakościowe (grupa A) oraz o średniej jakości, tzw. odmiany chlebowe (grupa B); (8). W Polsce uprawia się dwie formy pszenicy – ozimą i jarą. Forma ozima jest znacznie plenniejsza od jarej, ma też lepszą wartość przemiałową ziarna. Forma jara cechuje się natomiast lepszą wartością wypiekową. Spośród zarejestrowanych odmian pszenicy ozimej nie ma odmian zaliczonych do klasy elitarniej, natomiast do grupy jakościowej (A) należą: Alcazar, Boomer, Finezja, Fregata, Korweta, Legenda, Ludwig, Muza, Naridana, Olivin, Ostka Strzelecka, Pegassos, Rubens, Rywalka, Smuga, Sukces, Tonacja, Trend, Türkis, Turnia, Wydma, Zawisza i Zyta. Do grupy chlebowej (B) zakwalifikowano odmiany: Anthus, Aristos, Batuta, Bogatka, Clever, Dorota, Flair, Kobiera, Kobra Plus, Kris, Mewa, Mikon, Nadobna, Nutka, Roma, Rysa, Sakwa, Sława, Soraja i Tortija. Wydzielono również dwie odmiany należące do grupy K – na ciastka; są to Slade i Zorza. Pozostałe odmiany należą do grupy ogólnoużytkowej (paszowej); (10).

Spośród odmian pszenicy jarej prawie wszystkie nadają się na cele młynarsko-piekarskie. Odmiany Bombona, Torka, Vinjet i Zebra mają bardzo dobrą wartość technologiczną, zaliczono je do grupy elitarniej (E). Do klasy A zakwalifikowano odmiany: Bryza, Griwa, Hewilla, Hezja, Histra, Ismena, Jagna, Jasna, Koksa, Korynta, Kosma, Monsun, Napola, Nawra, Olimpia, Opatka, Parabola, Partyzan, Radunia, Raweta, Triso, Tybalt i Żura. Do grupy odmian chlebowych (B) należą: Banti, Cytra, Eta, Helia, Hena, Henika, Santa i Zadra. Odmianę Pasteur zaliczono do grupy C – ogólnoużytkowych (10).

Nawożenie azotem

Nawożenie azotem jest czynnikiem, który istotnie kształtuje większość cech jakościowych ziarna pszenicy (tab. 1). Badania nad wpływem nawożenia azotem na wartość technologiczną jej ziarna wskazują, że zarówno dawka i sposób aplikacji, jak również forma stosowanego nawożenia wywierają wpływ na kształtowanie się poszczególnych parametrów jakości ziarna (1, 3, 6, 9, 11, 12, 14-16, 21, 22, 25). Wyniki badań przedstawione w pracach naukowych dość jednoznacznie wskazują, że duże dawki azotu wpływają dodatnio na kompleks białkowy ziarna pszenicy, przede wszystkim na zawartość białka i glutenu oraz wartość wskaźnika sedymentacyjnego, jednak uzyskany wzrost zależy od warunków pogody w okresie wegetacji, odmiany,

Tabela 1

Współczynniki korelacji wskaźników wartości technologicznej ziarna i mąki pszenicy ozimej z dawką azotu (1999–2001)

Wskaźniki wartości technologicznej	Współczynniki korelacji
Gęstość ziarna w stanie zsypanym ($\text{kg} \cdot \text{hl}^{-1}$)	0,0701
Liczba opadania (s)	0,1268
Zawartość białka (%)	0,8228
Zawartość glutenu w mące (%)	0,6513
Wskaźnik sedimentacji (cm^3)	0,8356
Rozpływalność glutenu (mm)	0,4952
Rezystencja ciasta (min.)	0,4177
Rozmięczenie ciasta (j.B.)	-0,3680
Wodochłonność mąki (%)	0,4771
Wartość walorymetryczna (j.u.)	0,4220

Korelacja istotna – pogrubiona czcionka

Źródło: Podolska G. i in., 2005 (16).

warunków siedliska. W badaniach C a c a k - P i e t r z a k i in. (3) wzrost dawki N z 40 do 80 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodował zwiększenie zawartości białka o 1,8%; M a z u r e k i in. (11) wskazują na wzrost zawartości białka o 2% przy zwiększeniu dawki N z 50 do 90 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Według W r ó b l a i S z e m p l i n s k i e g o (25) zwiększanie dawki azotu od 0 do 160 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało wzrost zawartości białka o 3,3%. Taki sam wzrost zawartości białka w ziarnie uzyskala P o d o l s k a i in. (16) przy zwiększeniu dawki azotu do 200 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 2).

Wielkość dawki azotu wywiera również wpływ na zawartość glutenu w ziarnie (3, 6, 9, 14, 16, 21, 22, 25). W badaniach W r ó b l a i S z e m p l i n s k i e g o (25) wykazano 13% wzrost zawartości glutenu pod wpływem intensywnego nawożenia azotem. Na wzrost zawartości glutenu pod wpływem wzrastających dawek nawożenia azotem wskazują także badania K n a p o w s k i e g o i R a l c e w i c z (9); na obiekcie z dawką azotu 160 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu z obiektami 0, 80 i 120 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ wzrost zawartości glutenu wynosił odpowiednio 12,2, 8,6 i 4,5%. Natomiast P o d o l s k a i in. (16) uzyskała jeszcze większy efekt, który wynosił 15,2% (tab. 2).

Jedną z cech świadczących o jakości glutenu jest jego rozpuszczalność. Gluten charakteryzujący się dobrą jakością powinien mieć małą rozpuszczalność – poniżej 10 mm. Badań nad wpływem zwiększonej dawki azotu na tę cechę jest niewiele, a wyniki są zmienne w latach. Zazwyczaj wraz ze wzrostem dawki tego składnika wzrasta rozpuszczalność glutenu, ale jak wskazują badania K n a p o w s k i e g o i R a l c e w i c z (9) w zakresie dawek azotu od 0 do 160 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ rozpuszczalność glutenu mieści się w ramach wartości granicznych. M a z u r k i e w i c z i B o j a r c z y k (12) oraz P o d o l s k a (16) wskazują, że u odmian o wyższej wartości technologicznej ziarna nawożenie azotem nie wpływa na rozpuszczalność glutenu, natomiast u odmian o gorszej jakości duże dawki N powodują wzrost rozpuszczalności glutenu (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ nawożenia azotem na cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej

Wyróżnik jakości ziarna	Nawożenie (kg N · ha ⁻¹)						NIR
	0	40	80	120	160	200	
Gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg · hl ⁻¹)	76,5	76,5	76,8	76,5	76,5	76,2	r.n.
Liczba opadania (s)	222	236	241	230	228	235	r.n.
Zawartość białka (%)	10,7	11,3	12,0	12,9	13,4	14,0	0,67
Zawartość glutenu w mące (%)	25,0	27,9	31,4	33,5	34,8	37,5	3,58
Rozpływalność glutenu (mm)	1,6	2,0	2,5	2,6	3,0	3,1	r.n.
Wskaźnik sedimentacji (cm ³)	21,6	25,0	27,3	29,7	32,1	34,3	6,50
Wodochłonność mąki (%)	65,9	66,7	68,5	69,4	70,0	70,5	2,12
Rezystencja ciasta (min.)	2,08	2,00	2,82	3,32	3,89	4,39	2,13
Rozmiękczenie ciasta (j.B.)	55,3	51,1	42,5	36,9	30,1	33,5	14,53
Wartość walorymetryczna (j.u.)	49,0	52,0	56,6	59,7	63,2	64,3	9,79

Źródło: Podolska G. i in., 2005 (16).

H a b e r (6) wykazał korzystny wpływ podwyższonego poziomu nawożenia N na wodochłonność mąki. Według badań A c h r e m o w i c z a i in. (1) oraz C a c a k - P i e t r z a k i in. (3) zróżnicowane dawki azotu nie powodują istotnych zmian wskaźnika jakości ziarna. Natomiast z badań P o d o l s k i e j i in. (16) wynika, że zwiększenie dawki azotu do 120 kg · ha⁻¹ powoduje wzrost wodochłonności mąki, dalsze zwiększenie poziomu nawożenia nie ma istotnego wpływu na tę cechę.

Wyniki badań dotyczące wpływu nawożenia azotem na liczbę opadania i gęstość ziarna w stanie zsypanym nie są już tak jednoznaczne. P o d o l s k a i in. (16) wykazała brak takiej zależności, zaś K n a p o w s k i i R a l c e w i c z (9) udowodnili, że podwyższenie dawki azotu pod pszenicę ozimą do poziomu 120 kg · ha⁻¹ powoduje istotny wzrost wartości liczby opadania.

Azot może być stosowany zarówno w formie sypkiej, płynnej (roztwór mocznika) lub w formie RSM. Zazwyczaj pierwszą dawkę stosuje się w formie sypkiej, następnie w formie sypkiej lub płynnej, w zależności od warunków pogodowych i wyposażenia technicznego gospodarstwa. Badania IUNG wskazują, że pszenica nawożona płynną formą azotu (RSM, mocznik) nie pogarsza cech jakościowych ziarna w porównaniu z działaniem formy sypkiej (11).

Dodatni efekt dla kształtowania się zawartości białka i glutenu (wzrost ok. 1-2%) w ziarnie daje zasilanie pszenicy mikroelementami (11).

Ochrona zasiewów

Chwasty, choroby i szkodniki ograniczają procesy fotosyntezy i wpływają niekorzystnie na plon ziarna pszenicy. Ziarno zebrane z plantacji prowadzonej bez ochrony w latach o dużym nasileniu patogenów ma gorszą wartość przemiałową; cechuje się mniejszą dorodnością (MTZ) i masą hektolitra (18). Natomiast ziarno pochodzące z plantacji zachwaszczonych charakteryzuje się dużą podatnością na porastanie, wykazuje małą zawartość białka i glutenu oraz gorszą jego jakość.

Osobnym zagadnieniem jest wpływ związków chemicznych (substancji aktywnych) na zmiany ilościowe i jakościowe składu chemicznego ziarna. Do substancji decydujących o wartości technologicznej ziarna należą chlorotoluron i pochodne fenylomocznika. Badania nad wpływem chlorotoluronu stosowanego jesienią w fazie 3-4 liści pszenicy wskazują na korzystny jego wpływ na zawartość białka; ilościowy wzrost białka w ziarnie zależał od odmiany, np. u odmiany Liryka i Rysa wynosił on 1,2%, a w przypadku odmiany Tortija nie miał wpływu na tę cechę (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ chlorotoluronu na zawartość białka (%) w ziarnie wybranych odmian pszenicy ozimej

Odmiany	Obiekty	
	kontrola	chlorotoluron 1600 g · ha ⁻¹
Tortija	12,4	12,4
Mobela	12,5	12,1
Zyta	13,9	14,0
Rysa	14,5	13,3
Soraja	13,0	13,5
Mikula	13,1	14,0
Liryka	14,8	16,0
Symfonia	11,8	12,0

Źródło: Rola H. i Kieloch R., 2005 (20).

Badania K i e l o c h i in. (7) nad oddziaływaniem pochodnych fenylomocznika (Dicuran 80 WP i Arelon Dyspersyjny 500 SC) na plon i jakość ziarna 6 odmian pszenicy ozimej (Zyta, Sukces, Tonacja, Clever, Kobra, Pegassos) wykazały brak ujemnego wpływu na plonowanie oraz wyrównanie i gęstość ziarna w stanie zsypanym, masę tysiąca nasion, zawartość białka i wskaźnik sedymentacyjny SDS.

Fungicydy, podobnie jak herbicydy, mogą wpływać na cechy technologiczne ziarna. Wskazują na to między innymi badania P o d o l s k i e j (13) oraz S u ł e k i in. (23). Wynika z nich, że fungicyd Amistar stosowany w zasiewach pszenicy ozimej odmiany Tonacja i jarej Nawra nie miał wpływu na kształtowanie się MTZ – cechy pośrednio wskazującej na wartość przemiałową ziarna. Powodował natomiast wzrost zawartości glutenu i zarazem obniżenie jego jakości w stosunku do wartości uzyskanych na obiekcie kontrolnym (tab. 4).

Termin zbioru i przechowywanie ziarna

W otrzymywaniu ziarna przydatnego do produkcji mąki bardzo istotne są zarówno termin zbioru, jak i przechowywanie ziarna. Opóźnienie zbioru może przyczynić się do porośnięcia ziarna, złe przechowywanie może doprowadzić do jego stęgnięcia lub zagrzenia, co zwiększa rozpuszczalność glutenu i ogranicza przydatność mąki do wypieku chleba. Mąka z ziarna, które uległo samozagrzeniu lub było niewłaściwie suszone zawiera gluten w pewnym stopniu zdenaturowany.

Tabela 4

Wpływ terminu stosowania fungicydu Amistar na cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej odmiany Tonacja

Termin stosowania fungicydu	Cechy jakościowe ziarna				
	wskaźnik sedymencyjny	zawartość glutenu	index glutenu	liczba opadania	MTZ (g)
Obiekt kontrolny	64	22,4	59,1	262	50,83
Faza liścia flagowego	65	22,5	54,3	305	51,17
Faza zawiązywania nasion	63	23,0	56,9	254	50,89
NIR	r.n.	r.n.	1,98	r.n.	r.n.

Źródło: Podolska G., 2007 (13).

W ziarnie zebranym z pola zachodzą procesy dojrzewania późniejszego. Są one dłuższe jeżeli pogoda w okresie formowania się białka i glutenu jest deszczowa. W wyniku tych procesów zachodzą zmiany w jakości glutenu. Wskazują na to zmiany rozpuszczalności i wartości wskaźnika sedymentacji. Optymalne wartości ziarno osiąga w okresie około 6 tygodni po zbiorze. W związku z tym rolnik oddający ziarno na skup bezpośrednio po zbiorze powinien się liczyć z tym, że parametry jakości ziarna mogą być zaniżone. W latach słonecznej, suchej i ciepłej pogody (sprzyjającej szybkiemu przechodzeniu ziarna w stan anabiozy) w ziarnie przechowywanym również zachodzą procesy dojrzewania późniejszego, chociaż w znacznie mniejszym stopniu.

Ziarno zebrane z pola i magazynowane powinno mieć wilgotność nie przekraczającą 14%. Jeżeli jest zbyt wilgotne lub nabiera wilgoci w okresie magazynowania, wówczas na ziarniakach następuje rozwój pleśni, który powoduje ubytek suchej masy, przyczynia się do podwyższenia wilgotności ziarna oraz zmian w kompleksie białko-lipidowym i węglowodanowym. Poza tym w ziarnie spleśniałym powstają mikotoksyny, które są substancjami trującymi i mogą być źródłem poważnych chorób u ludzi i zwierząt. Przechowywanie ziarna o wilgotności powyżej 14% grozi jego zepsuciem. Ziarno nawet częściowo spleśniałe może być skażone mikotosynami i użycie go do paszy, a tym bardziej do celów konsumpcyjnych jest niedopuszczalne. Głównymi sprawcami tworzenia mikotoksyn są grzyby z rodzaju *Penicillium* i *Aspergillus*. Mają one zdolność do tworzenia między innymi ochratoksyny A. Spożywanie produktów skażonych wymienioną mikotoksyną jest niebezpieczne dla zdrowia z uwagi na fakt, że ochratoksyna A ma działanie nefrotoksyczne i rakotwórcze. Poza tym pozabawienie ziarniaka okrywy owocowo-nasiennej nie wpływa na wyeliminowanie tej substancji z produktów (mąki) ponieważ defunduje ona do środka ziarniaka.

Przedplon

Badania wskazują na zależność wartości technologicznej ziarna od przedplonu, który determinuje zawartość białka ogółem w ziarnie (tab. 5). Najwięcej białka zawiera ziarno pszenicy jarej uprawianej po grochu siewnym i ziemniaku, natomiast mniej

w warunkach wysiewu po sobie i w monokulturze. Podobny kierunek zmian wykazuje zawartość glutenu i wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego. Uprawa pszenicy w monokulturze (trzykrotny wysiew pszenicy po sobie) w odniesieniu do pozostałych przedplonów obniża gęstość i wyrównanie ziarna (tab. 5).

Tabela 5

Cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej w zależności od przedplonu

Przedplon	Białko ogółem (%)	Gluten mokry (%)	Wskaźnik sedymentacji (ml)	Liczba opadania
Ziemniak	13,2	32,5	42,5	326
Groch siewny	13,4	35,0	41,0	310
Pszenica jara	12,7	30,5	39,0	309
2 x pszenica jara	12,7	30,0	39,5	318
3 x pszenica jara	12,4	27,4	37,0	320

Źródło: Woźniak A., 2004 (24).

Warunki glebowe

Badania Podolskiej i in. (17) wskazują na dość słabą, lecz istotną korelację między wskaźnikami jakości ziarna a warunkami glebowymi (tab. 6). Uprawa pszenicy na najlepszych glebach korzystnie wpływała na poprawę takich parametrów, jak: gęstość ziarna w stanie zsypanym, MTZ, rezystencję ciasta i wartość walorymetryczną, a niekorzystnie na zawartość glutenu w ziarnie, rozmięczenie ciasta i wodochłonność mąki.

Tabela 6

Współczynniki korelacji między wskaźnikami wartości technologicznej ziarna i mąki pszenicy ozimej a warunkami glebowymi (1995–1997)

Wskaźniki wartości technologicznej*										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,15	0,19	0,04	0,05	-0,13	-0,03	0,04	0,15	-0,45	-0,15	0,36

- * 1 – gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg/hl)
 2 – MTZ
 3 – liczba opadania
 4 – zawartość białka
 5 – zawartość glutenu
 6 – wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego
 7 – rozpuszczalność glutenu
 8 – rezystencja ciasta
 9 – rozmięczenie ciasta
 10 – wodochłonność mąki
 11 – wartość walorymetryczna

Źródło: Podolska G. i in., 2005 (17).

Pielęgnacja zasiewów

Badań na temat wpływu wiosennej pielęgnacji zasiewów pszenicy na wartość technologiczną ziarna jest niewiele, zazwyczaj dotyczą one stosowania regulatorów wzrostu, tj. rodzaju dawki i terminu aplikacji (19). D z i a m b a (5) pod wpływem jednorazowego zastosowania chlormekwatu uzyskał obniżenie MTZ o ok. 2%; podobne wyniki otrzymała C a c a k - P i e t r z k (4). Natomiast badania B e r n a c i ń - s k i e g o (2) wykazały, że sposób wiosennej pielęgnacji, tj. stosowanie regulatora wzrostu CCC samodzielnie lub w połączeniu z bronowaniem i dawką azotu nie ma wpływu na cechy wartości przemiałowej (gęstość ziarna w stanie zsypanym, MTZ, liczba opadania), powoduje natomiast wzrost zawartości białka, glutenu i wskaźnika sedymentacyjnego (tab. 7). Zastosowanie regulatorów wzrostu może wpływać na ogólną zawartość białka w ziarnie pszenicy. Stosując chloromekwat D z i a m b a (5) uzyskał 9,6% wzrost zawartości białka w ziarnie, a Z a j ą c i B r z o z o w s k a (26) od 3,3 do 5,5%.

C a c a k - P i e t r z a k i i n. (4) wykazała różnice w reakcji odmian na stosowanie regulatorów wzrostu. U odmiany Tonacja regulatory wzrostu Cycocel i Terpal powodowały korzystne zmiany w ilości i jakości substancji białkowych, a u odmiany Mewa następowało obniżenie zawartości białka i glutenu w porównaniu z obiektem bez retardanta.

Tabela 7

Wpływ zabiegów wiosennej pielęgnacji na wartość wypiekową ziarna odmiany Korweta

Sposób pielęgnacji	Wyróżniki jakościowe ziarna		
	zawartość białka (%)	zawartość glutenu (%)	wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego
Bez zabiegów	12,7	27,3	39,3
CCC	13,1	28,4	40,6
Bronowanie + CCC	13,5	29,4	43,0
Bronowanie + CCC + N	13,7	30,0	43,7
Bronowanie + N	13,1	28,2	40,7
NIR	0,5	1,4	1,8

Źródło: Bernaciński M., 2007 (2).

Podsumowanie

Reasumując należy podkreślić, że w doborze odmian znajdują się genotypy charakteryzujące się wysokim potencjałem jakościowym ziarna. Jednak właściwości genetyczne odmiany nie dają gwarancji, że każdego roku w dowolnych warunkach pogodowych i agrotechnicznych uzyska się jego pożądaną wartość technologiczną. W warunkach klimatycznych Polski korzystne właściwości odmian powinny być wspomagane odpowiednimi zabiegami agrotechnicznymi. Ma to szczególnie duże znaczenie w latach o niekorzystnym przebiegu pogody w okresie wegetacji i dojrzewania

zbóż. Wyniki badań wskazują, że dla otrzymania korzystnych cech jakościowych ziarna pszenicę należy wysiewać na glebach dobrych oraz stosować intensywną uprawę (duże dawki azotu, chemiczna ochrona roślin), a także wysiew w terminie optymalnym po dobrych przedplonach. Ograniczenie zużycia środków produkcji przyczynia się do pogorszenia parametrów jakości ziarna.

Literatura

1. Achremowicz B., Dziamba Sz., Styk B.: Wpływ nawożenia mineralnego na jakość ziarna trzech odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR, 1988, **166**: 7-15.
2. Bernaciński M.: Wpływ gęstości siewu i wiosennej pielęgnacji na plonowanie i jakość ziarna dwóch odmian pszenicy ozimej. Praca doktorska, UT-P Bydgoszcz, 2007.
3. Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T.: Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. Pam. Puł., 1999, **118**: 45-56.
4. Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Leszczyńska D.: Wpływ retardantów na wartość technologiczną pszenicy ozimej. Pam. Puł., 2004, **138**: 5-17.
5. Dziamba Sz.: Wpływ antywylegacza (CCC) i nawożenia na plonowanie, elementy struktury plonu oraz zawartość białka i lizyny w ziarnie pszenżyta, żyta i pszenicy. Biul. IHAR, 1897, **161**: 105-112.
6. Haber T., Pątek J., Czuchaj D., Dziewulska T.: Wpływ poziomu i terminu nawożenia azotowego na wartość technologiczną pszenicy Alfa i Kolibri. Zesz. Nauk. SGGW, 1981, **14**: 67-79.
7. Kieloch R., Sumisławska J., Rola H.: Wpływ pochodnych fenylomocznika na przydatność ziarna odmian pszenicy ozimej do celów młynarskich i piekarniczych. *Fragn., Agron.*, 2008, **1(97)**: 161-168.
8. Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W.: Metoda oceny i klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy. COBORU Słupia Wielka, 1977, **67**: 3-18.
9. Knapowski T., Ralczewicz M.: Ocena wskaźników jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. Ann. UMCS, E, 2004, **59(2)**: 959-968.
10. Lista opisowa odmian. COBORU Słupia Wielka, 2006.
11. Mazurek J., Jaśkiewicz B., Klupczyński Z.: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od techniki nawożenia azotem. Pam. Puł., 1999, **118**: 263-270.
12. Mazurkiewicz J., Bojarczyk M.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na jakość technologiczną odmian pszenicy ozimej uprawianych w monokulturze. Ann. UMCS, E, 2004, **59(2)**: 1621-1629.
13. Podolska G.: Zależność cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej odmiany Tonacja od terminu stosowania fungicydu. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2007 (w druku).
14. Podolska G., Sułek A.: Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. Pam. Puł., 2002, **130/II**: 587-596.
15. Podolska G., Zych J.: Charakterystyka i wymagania agrotechniczne odmian pszenicy ozimej. IHAR Radzików, 2007.
16. Podolska G., Krasowicz S., Sułek A.: Ocena ekonomiczna i jakościowa technologii uprawy pszenicy ozimej przy różnym poziomie nawożenia azotem. Pam. Puł., 2005, **139**: 175-188.
17. Podolska G., Stankowski S., Podolski B.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowych. Pam. Puł., 2005, **139**: 189-197.
18. Podolska G., Stypuła G., Stankowski S.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od intensywności ochrony zasiewów. Ann. UMCS, 2004, E, **59(1)**: 269-276.

19. R a c h o ń L.: Plonowanie kilku odmian pszenicy ozimej w warunkach stosowania fungicydu i retardanta. *Fragm. Agron.*, 1991, **3**: 35-41.
20. R o l a H., K i e l o c h R.: Wpływ chlorotoluronu na plonowanie oraz wybrane parametry jakościowe ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 2005, **139**: 199-210.
21. S t a n k o w s k i S., P i e c h M., P o d o l s k a G., M a z u r e k J.: Wpływ różnych sposobów nawożenia azotem na jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 405-415.
22. S t a n k o w s k i S., P o d o l s k a G., P a c e w i c z K.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, E*, **59(3)**: 1363-1369.
23. S u ł e k A., P o d o l s k a G., C a c a k - P i e t r z a k G., C e g l i ń s k a A.: Wpływ terminu stosowania fungicydu Amistar 250 SC na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2007 (w druku).
24. W o ź n i a k A.: Wpływ przedplonu na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 325-330.
25. W r ó b e l E., S z e m p l i ń s k i W.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 463-470.
26. Z a j ą c T., B o r c z y k J., Z i ó ł e k E., G r z y w n o w i c z - G a z d a Z.: Plonowanie wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu nawożenia azotem oraz stosowania retardanta i fungicydu. *Acta Agr. Silv., Agraria*, 1992, **30**: 61-170.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Grażyna Podolska
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 347
e-mail: aga@iung.pulawy.pl

Kazimierz Noworolnik

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

KSZTAŁTOWANIE JAKOŚCI ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO BROWARNEGO POPRZECZ ZABIEGI AGROTECHNICZNE*

Wstęp

W ostatnim okresie w Polsce wystąpił duży wzrost produkcji piwa, z 13 mln hl w 1991 r. do 24 mln hl w 2000 r. i 31 mln hl w 2005 r. Stwierdzono także w tym czasie dwukrotny wzrost spożycia piwa na 1 mieszkańca w naszym kraju. Przewiduje się dalszy wzrost produkcji piwa do 36-38 mln hl w 2010 r., przy spożyciu ponad 90 l tego napoju na mieszkańca (21, 24). Wielkość produkcji piwa w Polsce będzie jednak w przyszłości zależała od jego importu z Europy Zachodniej bądź możliwości eksportu naszego piwa, w szczególności na rynki wschodnie. Powinno zwiększyć się więc zainteresowanie naszych rolników produkcją ziarna jęczmienia browarnego o dobrej jakości, gdyż wymagania browarów pod tym względem wzrosły. Słodownie kontraktują i skupują obecnie tylko wybrane przez siebie odmiany, najlepsze pod względem jakości browarnej (4, 24). Im wyższa ocena wartości browarnej odmiany, tym większa szansa uzyskania wymaganych przez słodownie parametrów ziarna, a ziarno browarne jest droższe od pastewnego.

Technologia produkcji jęczmienia jarego na cele browarne różni się od produkcji na cele pastewne. Pożądaną cechą ziarna pastewnego jest wysoka zawartość białka, odwrotnie jak w przypadku ziarna browarnego, które powinno charakteryzować się wysoką celnością i wyrównaniem (nieistotną cechą dla jakości pastewnej). Obie wymienione technologie produkcji jęczmienia różnią się doбором odmiany i zalecanym poziomem nawożenia azotem. Uprawa jęczmienia browarnego wymaga ponadto większej konsekwencji przy stosowaniu optymalnej gęstości siewu, pełnej ochrony roślin, odpowiedniego zbioru i przechowywania ziarna (21, 22). Ponieważ efektywność ekonomiczna produkcji jęczmienia browarnego zależy od wielkości plonu ziarna, który jest ujemnie skorelowany z wieloma parametrami jakości (32), to przy omawianiu wpływu czynników na jakość browarną ziarna należy uwzględnić także ich wpływ na wielkość plonu. Celem właściwej agrotechniki jest uzyskanie dobrej jakości browarnej ziarna przy zadowalającej wielkości plonu.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Cechy wartości browarnej

Wyróżnia się 5 podstawowych parametrów jakości słodu, składających się na indeks jakości browarnej (11, 12):

1. Ekstraktywność – jest najważniejszym wskaźnikiem jakości słodu oznaczającym wielkość uzysku ekstraktu, który obejmuje wszystkie składniki słodu przenikające do wody podczas ekstrahowania. Jest to ilość substancji rozpuszczalnych przechodzących ze słodu do brzeczki. Jakość ekstraktu zależy od składu chemicznego ziarna i aktywności enzymów hydrolizujących związki zawarte w ziarnie. Ekstraktywność jest cechą odmianową, choć w mniejszym stopniu zależną także od czynników siedliskowo-agrotechnicznych. Im wyższa jest ekstraktywność, tym lepsza wydajność wazrzelni i lepszy uzysk piwa, a tym samym większy dochód producenta.

2. Liczba Kolbacha – określa wyrażony w procentach stosunek ilości białka rozpuszczalnego zawartego w brzeczce do całkowitej ilości białka zawartego w słodzie. Oznacza ona stopień hydrolizy białka w brzeczce, co jest związane ze stopniem rozluźnienia białkowego słodu i dostępnością enzymów proteolitycznych w procesie gotowania brzeczki. Wartość tej cechy zależy od zawartości białka ogólnego w ziarnie, na którą wpływa wiele czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Stopień ostatecznego odfermentowania to zdolność brzeczki do fermentacji pod wpływem drożdży piwnych, wyrażona w procentach. Zależy głównie od właściwości odmianowych.

3. Lepkość brzeczki – główny miernik rozluźnienia skrobiowego wskazującego na zakres procesów enzymatycznych w czasie słodowania. Zależy od właściwości odmianowych.

4. Siła diastatyczna – określa aktywność enzymów amylolitycznych w słodzie biorących udział w procesie scukrzania skrobi podczas gotowania brzeczki. Aktywność ta zależy od zawartości białka ogólnego i rozpuszczalnego w słodzie.

Przy ocenie wartości browarnej bierze się pod uwagę także dodatkowe parametry jakościowe słodu i ziarna:

5. Kruchość słodu – jest miarą rozluźnienia cytologicznego w procesie słodowania. Kruchy i dobrze rozluźniony sól sprzyja uzyskiwaniu dużej wydajności ekstraktu w procesie zacierania brzeczki. Cecha ta zależy od odmiany.

6. Zawartość beta-glukanów w brzeczce – jest wypadkową zawartości tych związków w ziarnie i aktywności enzymu beta-glukanazy. Niewielka ilość beta-glukanów w brzeczce gwarantuje uzyskanie właściwej lepkości, stabilności piany i odpowiedniego bukietu smakowo-zapachowego w piwie. Nadmierna ich ilość jest niepożądana, gdyż może spowodować zmętnienie brzeczki i powstanie osadu w piwie.

7. Zawartość białka w ziarnie – powinna mieścić się w przedziale od 9,5 do 11,5% s.m. Wpływa na niektóre z podstawowych parametrów jakości browarnej. Zależy od wielu czynników: właściwości odmian, warunków glebowych i klimatycznych, nawożenia azotem i terminu siewu.

8. Energia kiełkowania – określa stan fizjologiczny ziarna i jest miarą jego żywotności. Pożądana jest wysoka jej wartość, co najmniej 85%. Sprzyja temu dobre wy-

równanie ziarna, przy jak największym udziale ziarna celnego, które nie przesiewa się przez sito o średnicy oczek 2,5 mm. Ziarno to powinno być zdrowe i nieuszkodzone. Na energię kiełkowania ziarna wpływają przede wszystkim warunki klimatyczne, następnie czynniki agrotechniczne i w mniejszym stopniu właściwości odmianowe.

Tylko całkowicie dojrzałe ziarno określonej odmiany, pochodzące z podobnych warunków uprawy, o jednakowym zabarwieniu i podobnej masie ziarniaka daje wysokiej klasy sód. Jednorodne i wyrównane jakościowo ziarno równomiernie pochłania wodę przy zamoczeniu, równo kiełkuje i jednakowo przechodzi proces kiełkowania (1, 14, 18, 28). Wyrównanie ziarna pod względem masy, wielkości i kształtu świadczy, że warunki wegetacyjne były sprzyjające, a uprawa jęczmienia zgodna z wymaganiami agrotechnicznymi. W takich warunkach możliwe jest uzyskanie celności ziarna w granicach 85-93%. Przy łączeniu mniejszych partii ziarna w jedną dużą partię należy stosować możliwie jednorodny surowiec wyjściowy. Obecność ziaren uszkodzonych przy omłocie lub przez szkodniki znacznie obniża jakość takiej partii. Wzrasta wtedy ryzyko zakażenia ziarna przez mikroflorę. Uszkodzone ziarna szybciej chłoną wodę i kiełkują, przyczyniając się do wytworzenia niejednorodnego sodu. Wysoka masa 1000 ziaren jęczmienia browarnego nie jest pożądana; lepsza jest średnia jej wartość. Dodatnio na jakość browarną wpływa niska zawartość łuski w ziarnie (4, 6, 28).

W badaniach IHAR (3, 32, 33) stwierdzono istotny wpływ genotypu i środowiska na wartość browarną ziarna jęczmienia jarego. Odziedziczalność cech była wysoka dla masy 1000 ziaren, siły diastatycznej, zawartości białka rozpuszczalnego, a także dla kruchości i ekstraktywności sodu. Wpływ czynników siedliskowych był największy na zawartość białka ogólnego i lepkość brzezki.

Pośród parametrów wartości browarnej ocenianych w trakcie skupu zasadnicze znaczenie ma zawartość białka w ziarnie, która jest silnie skorelowana z większością cech jakości ziarna (2, 3, 8, 13, 18, 25, 27). Występuje ujemna korelacja między zawartością białka ogólnego a masą 1000 ziaren, celnością ziarna, ekstraktywnością sodu i liczbą Kolbacha, natomiast dodatnią korelację stwierdzono między zawartością białka a lepkością brzezki i siłą diastatyczną. Liczba Kolbacha jest dodatnio skorelowana z ekstraktywnością sodu, lepkością brzezki i stopniem odfermentowania (25). Zbyt wysoka zawartość białka powoduje zmniejszenie zawartości skrobi, przedłużenie czasu namaczania i nierównomierność kiełkowania ziarna, a w rezultacie zmniejszenie ekstraktywności sodu i nadmierne zwiększenie liczby Kolbacha, co wywołuje zmętnienie i pogorszenie smaku piwa. Pożądany jest duży udział rozpuszczalnych i biologicznie czynnych frakcji białka: albumin i globulin (13, 25, 27).

Warunki siedliskowe

Jakość ziarna browarnego zależy w dużym stopniu od warunków klimatyczno-glebowych. Do uzyskania dobrego surowca dla browaru bardziej sprzyjający jest klimat morski niż klimat kontynentalny. Ważny jest równomierny rozkład opadów

w okresie wegetacyjnym zapewniający wysoki plon ziarna, przy niskiej zawartości białka w ziarnie. Ujemnie na wartość browarną jęczmienia wpływa długotrwała susza i wysoka temperatura w czasie wegetacji, gdyż obok obniżki plonu ziarna (w wyniku zmniejszonego pobrania składników mineralnych) zwiększa się zawartość białka i łuski w ziarnie, a zmniejsza się celność ziarna i ekstraktywność słodu (2, 5, 16, 30). W takich warunkach występuje ograniczenie konwersji sacharozy do skrobi, prowadzące do zwiększenia zawartości białka wskutek zmniejszenia zawartości węglowodanów, a zmniejszeniu wielkości ziarniaka towarzyszy wzrost zawartości łuski.

Jęczmień jary browarny można uprawiać prawie na całym terytorium Polski, z wyjątkiem obszarów górskich. Jęczmień browarny należy uprawiać na glebach żyznych i zwężłych, należących do kompleksu pszennego bardzo dobrego i kompleksu pszennego dobrego lub na glebach średnich (kompleks żytni bardzo dobry, pszenno-wadliwy) pod warunkiem dobrego przedplonu (4, 7, 21, 22, 34). Jest to uwarunkowane słabym systemem korzeniowym i krótkim okresem wegetacji jęczmienia. W dobrych warunkach glebowych uzyskuje się duże plony ziarna przy umiarkowanej zawartości białka w ziarnie i właściwych wartościach głównych parametrów jakości słodu. Ponieważ jęczmień jest wrażliwy na kwaśny odczyn gleby, to jej pH powinno wynosić co najmniej 5,7 na glebach średnich i 6,0 na glebach dobrych. Przy niskim pH gleby uzyskuje się mniejsze plony ziarna i zarazem zbyt dużą zawartość białka w ziarnie (25).

Najlepszymi przedplonami dla jęczmienia jarego browarnego są rośliny okopowe: burak, ziemniak i warzywa nawożone niezbyt dużymi dawkami azotu, ponadto korzystne są oleiste, które w praktyce przeznaczają się przeważnie pod pszenicę. W ostateczności jęczmień można uprawiać po pszenicy wysiewanej w dobrym stanowisku (7, 21, 23, 29). Po takich przedplonach jęczmień daje większe plony ziarna o lepszej jakości browarnej. Nie powinno się uprawiać jęczmienia browarnego po roślinach motylkowatych pozostawiających po sobie zbyt dużo azotu, jak również po zbożach (z wyjątkiem pszenicy).

Po zbiorze przedplonu należy wykonać staranną uprawę roli, gdyż jęczmień jest zbożem o największych wymaganiach co do odpowiednich stosunków wodno-powietrznych i pulchności gleby (21, 29, 34). Nieodzowna jest orka zimowa, a wiosną bronowanie i następnie uprawa roli agregatem uprawowym lub kultywátorem.

Dobór odmian

Wybór właściwej odmiany do uprawy jest jednym z głównych gwarantów uzyskania dobrej jakości browarnej ziarna jęczmienia. Najważniejszym kryterium doboru odmiany jest syntetyczna ocena jej wartości browarnej, na którą składa się 5 podstawowych parametrów jakości ziarna, z największym znaczeniem ekstraktywności. W tabeli 1 uszeregowano aktualnie zarejestrowane browarne odmiany jęczmienia jarego w kolejności od najlepszej do najgorszej pod względem syntetycznej oceny jakości. Najlepsze jakościowo są odmiany: Mauritia i Żeglarz, a następnie Sebastian, Toucan, Class i Basza.

Drugim ważnym kryterium jest wielkość plonu ziarna. Do najwyższej plonujących zalicza się odmiany: Bolina, Mauritia, Sebastian, a następnie Żeglarz, Philadelphia, Stratus i Annabell. Biorąc pod uwagę repartycję nasienną, największą powierzchnię plantacji nasiennych zajmowały w ostatnich latach odmiany: Jersey, Stratus, Sebastian, Granal i Prestige (tab. 1).

W związku z tym, że w Polsce występuje przewaga gleb o zbyt niskim pH, to w przypadku konieczności uprawy jęczmienia na glebach lekko kwaśnych należy wybierać odmiany o pewnej tolerancji na obecność w glebie jonów glinu (Brenda, Rasbet i Granal), a unikać odmian najbardziej wrażliwych (Barke, Prosa i Rudzik).

Tabela 1

Wykaz odmian i ich głównych cech (wg COBORU)

Odmiana	Rok wpisania do rejestru	Syntetyczna ocena wartości browarnej (pkt.)	Ekstraktywność (w skali 9°)	Plon ziarna (% wzorca)	Udział w kwalifikacji nasiennej (%)
Mauritia	2006	7,15	7	102	1,6
Żeglarz	2006	7,05	6	101	0,2
Sebastian	2005	6,85	7	102	6,9
Toucan	2006	6,75	6	100	0,1
Class	2005	6,60	6	100	0,8
Basza	2006	6,60	6	98	0,2
Sezam	2000	6,45	6	93	1,5
Hanka	2003	6,20	5	95	0,6
Granal	2001	6,05	5	96	6,6
Prestige	2003	5,90	5	98	6,5
Ryton	2004	5,90	5	96	0,2
Barke	2001	5,90	5	95	3,5
Lailla	2004	5,80	4	98	0,8
Blask	2001	5,55	6	100	0,4
Scarlett	1999	5,55	6	97	2,9
Madonna	1999	5,45	5	98	2,6
Jersey	2003	5,35	4	98	10,5
Brenda	1998	5,20	4	94	2,5
Rasbet	1998	5,05	4	98	0,1
Prosa	2000	5,05	4	97	1,1
Nadek	2004	5,00	5	99	1,1
Rudzik	1987	4,90	4	94	0,3
Gwarek	1999	4,85	5	96	0,4
Johan	2002	4,80	3	95	0,8
Tolar	2003	4,80	3	100	0,1
Bolina	2004	4,75	4	103	1,3
Philadelphia	2003	4,75	4	101	1,6
Binal	2002	4,50	3	96	0,9
Stratus	1999	4,15	4	101	8,9
Annabel	2001	3,70	4	101	2,5
Poldek	1999	3,60	3	99	1,6

Źródło: Noworolnik K., 2007 (22).

Z uwagi na ujemną korelację plonu ziarna z zawartością białka, to w warunkach nie-sprzyjających uzyskaniu dużego plonu (słabsza gleba, opóźniony termin siewu) należy wysiewać odmiany o szczególnie niskiej zawartości białka w ziarnie (Mauritia, Sebastian), a w następnej kolejności inne odmiany (Jersey, Barke, Żeglarz, Basza i Toucan). W przypadku uprawy na najżyźniejszych glebach ważna jest duża odporność roślin na wyleganie; taką cechą wykazują odmiany: Sezam, Poldek, Sebastian, Żeglarz, Philadelphia, Nadek, Johan i Binal.

Obecnie uprawiane odmiany browarne jęczmienia cechują się dobrym wyrównaniem ziarna, którego celność (wg COBORU) waha się w granicach 87-92%. Najwyższą celnością ziarna wyróżniają się odmiany: Sezam, Granal, Hanka i Johan. Ważną cechą odmianową jest odporność na choroby. Najlepszą ogólną odporność na choroby wykazują odmiany: Basza, Żeglarz i Philadelphia, a mniejszą – Binal, Class, Lailla i Toucan.

Ze względu na ważniejsze cechy charakterystyczne odmian jęczmienia, zwłaszcza wartość browarną i plon ziarna, za najbardziej przydatne do uprawy na cele browarne można uznać odmiany: Mauritia, Żeglarz i Sebastian, a ponadto Toucan, Class i Basza (22).

Nawożenie mineralne

Na wielkość plonu i jakość ziarna jęczmienia decydujący wpływ ma zróżnicowane nawożenie azotem, fosforem i potasem (4, 21, 23). Azot jest pierwiastkiem silnie wpływającym na wzrost plonu ziarna i słomy (do pewnej granicy) i na wzrost zawartości białka w ziarnie (7, 9, 15, 20, 25). Dawka azotu pod jęczmień browarny nie może być tak duża, jak na cele pastewne i kaszarskie, aby nie dopuścić do zbyt wysokiej zawartości białka – ujemnie wpływającej na jakość browarną ziarna. Ustalenie optymalnej jego dawki jest trudne, gdyż zależy ona od trafnego określenia zasobności gleby w ten składnik. Większej zasobności można spodziewać się na glebach zwięzłych (kompleks pszenno-burkowy bardzo dobry lub dobry), w stanowisku po okopowych (zwłaszcza po buraku). W takich warunkach optymalną dawką jest 25-30 kg N · ha⁻¹. W stanowisku po pszenicy można zalecać 35 kg N · ha⁻¹ na glebach kompleksów pszenno-burkowych i 45 kg N · ha⁻¹ na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego. W przypadku dużych plonów pszenicy (powyżej 6 t · ha⁻¹) dawki te należy zwiększyć o 10-15%. Zbyt duże dawki N powodują zmniejszenie celności ziarna i ekstraktywności słoju (15, 23, 25).

Dobre zaopatrzenie roślin w fosfor przeciwdziała wyleganiu, przyspiesza ich rozwój, wpływając dodatnio na wartość browarną ziarna, a zwłaszcza na ekstraktywność słoju. Natomiast potas ogranicza podatność roślin na choroby i sprzyja lepszymu wypełnieniu ziarna. Zmniejsza się wówczas zawartość białka, a zwiększa ilość węglowodanów w ziarnie jęczmienia, dzięki czemu poprawia się celność ziarna, ekstraktywność słoju i wzrasta liczba Kolbacha (4, 23, 34). Nawozy fosforowe i potasowe należy wysiewać przed orką zimową, a azotowe przed siewem jęczmienia. Zalecane dawki fosforu i potasu zależą od zasobności gleby w te składniki i wielkości spodzie-

wanego plonu (21, 22). Przy bardzo niskiej ich zawartości w glebie zalecane dawki na ha wynoszą: 60-80 kg P_2O_5 i 75-100 kg K_2O ; przy niskiej zawartości składników: 45-65 kg P_2O_5 i 65-80 kg K_2O ; przy średniej ich zawartości: 35-50 kg P_2O_5 i 45-70 kg K_2O ; a przy wysokiej: 20-35 kg P_2O_5 i 25-35 kg K_2O . Górne granice przedziałów dawek należy uwzględniać przy spodziewaniu się dużych plonów ziarna.

Siew

Jęczmień browarny wymaga wcześniejszego terminu siewu niż pastewny. Powinien to być koniec marca lub pierwsza dekada kwietnia (w przypadku wydłużenia się zimy). Opóźnienie terminu siewu powoduje zmniejszenie plonu ziarna, podwyższenie zawartości białka i łuski w ziarnie oraz pogorszenie jakości browarnej, zwłaszcza ekstraktywności słodu (6, 15, 17, 20). Bardziej tolerancyjne na opóźnienie siewu są odmiany: Mauritia, Sebastian, Granal, Żeglarz i Basza, a bardziej wrażliwe: Johan, Rudzik, Nadek, Binal i Tolar (21, 22). Należy stosować materiał siewny o wysokiej jakości, aby otrzymać pełne i wyrównane wschody, decydujące o prawidłowym wzroście roślin i dobrej architekturze łanu. Ziarno siewne powinno być zdrowe, czyste, o zdolności kiełkowania co najmniej 95%. Zaleca się nabycie nasion wybranej odmiany w stopniu oryginału, które po starannej reprodukcji można wysiewać przez 4 lata.

Wpływ gęstości siewu na plonowanie jęczmienia jest związany z konkurencją roślin o światło, wodę i składniki mineralne. Obsada roślin wpływa na plon ziarna, ale nie oddziałuje wyraźnie na jego jakość browarną. Zbyt duża obsada wzmacnia konkurencję między roślinami, zwiększa ich wzajemne zacienianie oraz osłabia odporność na wyleganie. Mała gęstość siewu skutkuje niedostateczną liczbą kłosów na jednostce powierzchni i sprzyja rozprzestrzenianiu się chwastów. Duży plon ziarna można uzyskać przy optymalnej gęstości siewu, która zależy od jakości gleby, terminu siewu i właściwości odmian. Większą ilość wysiewu ziarna stosujemy w warunkach, w których rośliny słabiej się krzewią (gorsza gleba, opóźniony siew) i przy słabiej krzewiących się odmianach (tab. 2). Jęczmień browarny sieje się trochę gęściej niż pastewny, aby wystąpiło ograniczone rozkrzewienie. Silne rozkrzewienie osłabia wyrównanie ziarna. Kłosa głównego i pierwszego bocznego pędu zawierają dorodniejsze i bardziej wyrównane ziarno niż później wyrosłe niższe pędy; dlatego lepiej jest, gdy w łanie zdecydowanie przeważają rośliny słabo rozkrzewione.

Gęstość siewu wywiera niewielki wpływ na zawartość białka w ziarnie jęczmienia. W niektórych badaniach nie stwierdzono zmian zawartości białka pod wpływem tego czynnika (10, 20, 23); w innych obserwowano tendencję do zmniejszania tej zawartości w miarę zagęszczania siewu (25, 34) lub tendencję do jej zwiększania się (19, 31). Wzrastająca gęstość siewu powoduje zwiększenie celności ziarna (23) oraz zwiększenie lepkości brzezki i stopnia ostatecznego odfermentowania (25). Zaleca się rozstaw rzędów 12-13 cm i głębokość siewu 3 cm. Ścieżki technologiczne należy zsynchronizować z szerokością roboczą opryskiwacza.

Normy wysiewu ziarna odmian jęczmienia jarego browarnego z uwzględnieniem terminu siewu i jakości gleby podano w tabeli 2.

Tabela 2

Normy wysiewu ziarna jęczmienia jarego browarnego ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Odmiana	Termin siewu	Kompleks glebowo-rolniczy		
		pszenno bardzo dobry	pszenno dobry	żytni bardzo dobry
Basza, Blask, Brenda	27.III.–3.IV.	125–130*	130–136*	140–147*
Lailla, Toucan	4.IV.–10.IV.	128–134	133–139	144–152
Annabell, Barke, Binal, Bolina, Class	27.III.–3.IV.	130–135	136–142	147–154
Johan, Madonna, Mauritia, Nadek, Philadelphia, Poldek, Prosa, Rasbet, Rudzik, Ryton, Xanadu, Żeglarz	4.IV.–10.IV.	134–140	140–146	152–160
Granal, Gwarek, Hanka, Jersey	27.III.–3.IV.	136–142	142–148	154–161
Prestige, Sebastian, Sezam, Stratus, Tolar	4.IV.–10.IV.	141–147	147–154	160–167

* górne granice przedziałów ilości wysiewu nasion stosować w przypadku dużej masy 1000 ziaren (ponad 45 g) i zmniejszonej zdolności kiełkowania

Źródło: Opracowanie własne.

Pielęgnacja ładu

Istotnym elementem technologii produkcji jęczmienia browarnego jest ochrona ładu przed chwastami, chorobami i szkodnikami, które oprócz mechanicznych uszkodzeń roślin powodują zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej (7, 21, 25). W literaturze mało jest informacji o wpływie herbicydów na jakość browarną jęczmienia. Nie stwierdzono ich wpływu na masę 1000 ziaren, celność ziarna i zdolność kiełkowania, ale niektóre z nich (zawierające substancje czynne MCPA lub 2,4 D) mogą w mniej sprzyjających warunkach siedliska powodować zwiększenie zawartości białka w ziarnie i zmniejszenie ekstraktywności słoju (15, 25). Dlatego zwalczanie chwastów powinno się zaczynać od bronowania pielęgnacyjnego w fazie początku krzewienia jęczmienia i powtórzenia go za 6-9 dni. Na mniej zachwaszczonych polach może to być wystarczające. Natomiast na silniej zachwaszczonych polach nieodzowny jest oprysk herbicydem zgodnie z zaleceniami Instytutu Ochrony Roślin.

Chemiczna ochrona roślin przed chorobami wpływa dodatnio na plon ziarna, ograniczając jego straty w warunkach epifitozy, jak również przeciwdziała szkodliwemu wpływowi chorób na jakość browarną (25, 26). Stwierdzono korzystny wpływ fungicydów (w szczególności Amistar i Charisma) na celność ziarna, masę 1000 ziaren, zawartość białka w ziarnie, siłę diastatyczną i liczbę Kolbacha. Obowiązkowe powinno być zaprawianie nasion przed siewem. Jęczmienia browarnego nie zaleca się traktować retardantami (antywyłegaczami), które mogą zmniejszać masę 1000 ziaren i celność ziarna, a podwyższać zawartość białka w ziarnie (4). Ze względu na wymagany niski poziom nawożenia azotem jęczmienia browarnego nie powinno być wylegania roślin.

Zbiór

Jęczmień browarny wymaga starannego omłotu, aby nie dopuścić do mechanicznych uszkodzeń ziarna. Obecnie w praktyce dominuje zbiór kombajnowy, który przeprowadza się w fazie pełnej dojrzałości ziarna. Opóźnianie zbioru prowadzi do strat plonu. Optymalna wilgotność ziarna w czasie zbioru wynosi 15-17%. W przypadku zbioru zbyt suchego ziarna zaleca się zmniejszenie obrotów bębna młocarni. Lepszą jakość ziarna można uzyskać zbierając jęczmień sposobem tradycyjnym – snopowiązałką w fazie pełni dojrzałości woskowej ziarna i suszenie w snopach, a następnie zwózka i młocka w stodole po wypoceniu się ziarna. Ziarno zebrane kombajnem należy po oczyszczeniu stopniowo dosuszyć (wietrzenie poprzez systematyczne szufłowanie lub wymuszony obieg powietrza w pryzmach) podczas magazynowania. W czasie omłotu nie można dopuszczać do uszkodzeń ziarna, co ma miejsce przy wilgotności ziarna poniżej 13%. Wysoka i zmienna temperatura w czasie suszenia ziarna może być powodem mikrouszkodzeń zarodka i endospermu, co znacznie obniża zdolność kiełkowania przy słodowaniu.

Podsumowanie

Wielkość plonu i jakość browarna ziarna jęczmienia jarego zależy w dużym stopniu zarówno od czynników siedliskowych, jak również od czynników agrotechnicznych i biologicznych. Warunki sprzyjające uzyskiwaniu dużego plonu są na ogół korzystne dla otrzymania dobrej wartości browarnej ziarna, ze względu na ujemną korelację między plonem a zawartością białka w ziarnie. Zbyt duża zawartość białka wywołuje pogorszenie cech jakości słoju. Ujemnie na plon i jakość ziarna wpływają gorsze warunki glebowe, zwłaszcza w przypadku wystąpienia suszy. Zabiegi agrotechniczne mają za zadanie łagodzenie niekorzystnego wpływu czynników siedliskowych.

Ważne jest optymalne nawożenie jęczmienia fosforem i potasem, a nawożenie azotem powinno być niższe w porównaniu ze stosowanym w uprawie jęczmienia pastewnego, w celu niedopuszczenia do zbyt dużej zawartości białka w ziarnie i pogorszenia parametrów słoju. Opóźnienie terminu siewu ujemnie wpływa zarówno na plon ziarna, jak i jakość browarną (zwiększa się zawartość białka i łuski w ziarnie). Gęstość siewu nie wywiera znaczącego wpływu na parametry jakości ziarna. Powinna być ona większa niż w przypadku jęczmienia pastewnego, aby ograniczyć rozkrzewienie produkcyjne roślin, w celu uzyskania lepszego wyrównania ziarna. Zwalczanie chwastów jest bardziej racjonalne za pomocą bronowania pielęgnacyjnego. Ważne jest zwalczanie chorób poprzez zaprawienie nasion, a w czasie wegetacji stosowanie oprysku fungicydem.

Literatura

1. Bathgate G. N.: Quality requirements for malting. *Aspects Appl. Biol.*, 1987, **15**: 18-32.
2. Bertholdsson N. O.: Characterization of malting barley cultivars with more or less stable protein content under varying environmental conditions. *Eur. J. Agron.*, 1999, **10**: 1-8.
3. Bichoński A.: Zmienność i współzależność wybranych cech technologicznych jęczmienia jarego browarnego. *Biul. IHAR*, 2003, **228**: 105-110.
4. Budzyński W.: Jęczmień browarny. W: *Rynki i technologie produkcji roślin*. Praca zbiorowa pod red. J. Chotkowskiego. Wieś Jutra Warszawa, 2005, 171-181.
5. Coles G., Jamieson P., Haslemore R.: Effects of moisture stress on malting quality in Triumph barley. *J. Cereal Sci.*, 1991, **14**: 161-177.
6. Conry M. J.: Comparison of early, normal and late sowing at three rates of nitrogen on the yield, grain nitrogen and screenings content of Blenheim spring malting barley in Ireland. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 1995, **125**: 183-188.
7. Dudas E.: Effect of cultivation on the quality of malting barley and malt. *Acta Univ. Agric. Facul. Agron.*, 1994, **42(1-2)**: 137-147.
8. Eagles H., Bedgood A., Martin P.: Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. *Aust. J. Agric. Res.*, 1995, **46**: 831-844.
9. Garstang J. R., Giltrap N. J.: The effect of applied and soil mineral nitrogen on yield and quality of malting barley varieties. *Asp. Appl. Biol.*, 1990, **25**: 315-327.
10. Jedel P. E., Helm J. H.: Agronomic response to seeding rate of two- and six-rowed barley cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, 1995, **75(2)**: 315-320.
11. Klockiewicz-Kamińska E.: Klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia browarnego w polskiej ocenie odmian. *Pam. Puł.*, 1998, **112**: 93-103.
12. Klockiewicz-Kamińska E.: Metoda oceny wartości browarnej i klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia. *Wiad. Odmianozn.*, 2005, **80**: ss. 17.
13. Kordalik-Bogacka E.: Białka decydujące o stabilności piany w piwie. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, 2006, **3**: 18-21.
14. Koziorok W., Fornal Ł.: Jakość słodownicza odmiany a zmiany barwy przekroju podłużnego jęczmienia browarnego w czasie moczenia. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 101-111.
15. Kukuła S., Pecio A.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plon i jakość ziarna browarnych odmian jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 1998, **113**: 53-60.
16. Kukuła S., Pecio A., Górski T.: Związek pomiędzy wskaźnikiem klimatycznego bilansu wodnego a zawartością białka w ziarnie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, 1999, **4**: 81-89.
17. Lauer J. G., Partridge J. R.: Planting date and nitrogen effect on spring malting barley. *Agron. J.*, 1990, **82(6)**: 1083-1088.
18. Lewis M. J., Young T. W.: *Piwowarstwo*. PWN Warszawa, 2001.
19. Noworolnik K.: Plonowanie i zawartość białka w ziarnie browarnych odmian jęczmienia w zależności od gęstości siewu. *Fragm. Agron.*, 2008, **1(98)**: 281-290.
20. Noworolnik K.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. *IUNG Puławy, Monogr. Rozpr. Nauk.*, 2003, **8**: ss. 66.
21. Noworolnik K., Hołubowicz-Kliza G.: Uprawa jęczmienia jarego na cele browarne. *IUNG-PIB Puławy*, 2007, *Instr. upow.*, **133**, ss. 46.
22. Noworolnik K., Leszczyńska D., Najewski A.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian jęczmienia jarego na cele pastewne i browarne. *IHAR Radzików*, 2007, ss. 46.
23. Noworolnik K., Ruszkowska B.: Wpływ różnych dawek azotu i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian jęczmienia jarego uprawianego po różnych przedplonach. *IUNG Puławy*, 1985, **R(197)**: 51-68.
24. Pecio A.: Produkcja oraz rynek jęczmienia w Polsce i krajach Unii Europejskiej. *Pam. Puł.*, 2003, **132**: 339-346.
25. Pecio A.: Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.*, 2002, **4(76)**: 4-112.

26. Pecio A., Bichoński A., Ptaszyńska Z.: Wpływ chemicznej ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na wartość browarną ziarna jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, 2000, **3(67)**: 42-52.
27. Piasecka-Kwiatkowska D., Joachimiak A., Czarniecki Z.: Porównanie słodów browarnych w oparciu o charakterystykę układu białkowego. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 221-228.
28. Praca zbiorowa pod red. H. Gąsiorowskiego. Jęczmień – chemia i technologia. PWRiL Warszawa, 1997, ss. 282.
29. Prochazka F., Hudcova M.: Effect of some tillage practices on the yield and quality of spring barley grain. *Rost. Vyroba*, 1989, **35(8)**: 795-806.
30. Savin R. S., Nicolas M. E.: Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.*, 1996, **23**: 201-210.
31. Szmigiel A., Oleksy A.: Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 1998, **112**: 253-259.
32. Węgrzyn S., Bichoński A.: Zróżnicowanie i genetyczne uwarunkowanie cech wartości technologicznej jęczmienia jarego browarnego. *Biul. IHAR*, 2001, **220**: 153-160.
33. Winiarski J.: Odziedziczalność wybranych cech wartości browarnej jęczmienia jarego. *Biul. IHAR*, 1998, **207**: 25-34.
34. Zhao D. C., Tang Z. K., Zhu F. T., Shi C.: Effect of multiple cultural factors on the yield and grain quality of malting barley. *Scienta Agric. Sinica*, 1988, **21(6)**: 67-73.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 208
e-mail: knoworolnik@iung.pulawy.pl

Bogusława Jaśkiewicz*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach***UŚCIŚLENIE AGROTECHNIKI PÓŁKARŁOWEGO
PSZENŻYTA OZIMEGO*****Wstęp**

W latach 2000–2006 nastąpił wzrost powierzchni zasiewów pszenżyta o 79%. W roku 2006 r. wynosiła ona 1193 tys. ha. Udział pszenżyta w strukturze zasiewów zbóż w analizowanych latach systematycznie wzrastał z 8,1 do 14,9% (4, 7). Dynamiczny rozwój uprawy pszenżyta w rolnictwie polskim był wynikiem zarówno podaży coraz lepszych odmian, jak też zapotrzebowania praktyki na zboże plenniejsze od żyta powszechnie uprawianego na glebach lekkich i kwaśnych (8, 9). Aktualnie w Krajowym Rejestrze Odmian znajduje się 28 odmian pszenżyta ozimego, w tym 7 półkarłowych (4). Wpisana do Rejestru Odmian w roku 1997 pierwsza półkarłowa forma pszenżyta ozimego – odmiana Fidelio – charakteryzuje się znaczną odrębnością morfologiczną w stosunku do odmian uprawianych dotychczas. Mała wysokość roślin i odporność na wyleganie decyduje o odmiennych wymaganiach pod względem ilości wysiewu nasion i nawożenia azotem w porównaniu z odmianą tradycyjną. Następnymi odmianami, które znalazły się w Rejestrze odmian były Woltario i Magnat (2000 r.), Zorro (2002 r.), Baltiko i Gniewko (2006 r.) i Grenado (2007 r.).

Hodowcy od wielu lat prowadzą ostrą selekcję w kierunku poprawienia odporności pszenżyta na wyleganie (2, 11). Cecha ta jest związana z budową i grubością ściany źdźbła, jego elastycznością i wysokością roślin. Wprowadzenie genu karłowatości spowodowało obniżenie wysokości łanu o około 25 cm. Odmiany dotychczas zarejestrowane reprezentują duże zróżnicowanie tej cechy. Skracanie źdźbła poza poprawą odporności na wyleganie umożliwia przesunięcie produktywności rośliny ze źdźbła na kłos i ziarno (2).

Odmiany krótkosłome (Fidelio i Woltario) charakteryzują się krótszym źdźbłem (19-23 cm) oraz dłuższym kłosem (0,5-1,3 mm) w porównaniu z odmianami tradycyjnymi (15).

Celem opracowania było przedstawienie głównych wymagań agrotechnicznych pszenżyta półkarłowego oraz produkcyjno-ekonomiczne porównanie formy półkarłowej z tradycyjną.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Material i metodyka

Za materiał źródłowy posłużyły wyniki badań własnych (doświadczenia mikropoletkowe, wazonowe i polowe), wyniki badań COBORU oraz dostępne opracowania naukowe innych autorów.

W badaniach mikropoletkowych IUNG w Puławach, przeprowadzonych w latach 1995–2006, określono reakcję odmian pszenżyta półkarłowego na podstawowe czynniki agrotechniczne: termin i gęstość siewu oraz nawożenie azotem (doświadczenia wazonowe).

W doświadczeniach polowych zlokalizowanych w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG w Grabowie na glebie kompleksu żyniego bardzo dobrego, w latach 1997–2001, badano dwie odmiany pszenżyta ozimego półkarłowego – Fidelio i Woltario. Odmiana Woltario została wpisana do Rejestru Odmian w 2000 roku (jako następna po Fidelio); jest to odmiana o wyższej plenności i nieco mniejszej mrozoodporności oraz zdrowotności od odmiany poprzedniej. W badaniach uwzględniono gęstości siewu i dawki azotu.

Ocenę produkcyjno-ekonomiczną uprawy obu form pszenżyta ozimego przeprowadzono na podstawie wyników doświadczeń polowych (6). Formę półkarłową reprezentowała odmiana Fidelio, a tradycyjną odmiana Prado. Do oceny efektywności produkcyjnej przyjęto plony ziarna średnie z lat 1999–2001, a ceny z 2004 r.

W analizie uwzględniono wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem (80 i 120 kg N · ha⁻¹) na efektywność produkcyjno-ekonomiczną półkarłowej formy pszenżyta (6). Na podstawie kart technologicznych ustalono czynności i zabiegi agrotechniczne.

Wyniki badań i dyskusja

Większość zarejestrowanych w kraju odmian pszenżyta półkarłowego może być uprawiana na terenie Polski. Jedynie odmiany o niskiej mrozoodporności, takie jak Magnat i Zorro nie powinny być zalecane do uprawy we wschodnich, a szczególnie północno-wschodnich rejonach kraju.

Większość gleb Polski to gleby piaszczyste i kwaśne (o pH poniżej 5), z czym wiąże się szkodliwe działanie na rośliny uruchamianych jonów glinu. Działanie to polega na hamowaniu wzrostu i zniekształcaniu korzeni, a susza atmosferyczna potęguje to działanie. Występuje duże zróżnicowanie odmian pszenżyta półkarłowego pod względem tolerancji na szkodliwe stężenie jonów glinu. Z badań COBORU (2002–2004) wynika, że największą tolerancją na stężenie jonów glinu charakteryzowały się odmiany Fidelio i Woltario (5).

Pszenżyto ozime jest najbardziej konkurencyjne w stosunku do żyta na glebach kompleksu żyniego bardzo dobrego i żyniego dobrego. Z dostępnej literatury wynika, że krótkosłome formy pszenżyta powinny być uprawiane na najlepszych glebach z przeznaczonych pod pszenżyto i w dobrych stanowiskach. Dzięki lepszej odporności na wyleganie są one przydatne do intensywnej uprawy. Natomiast z badań W r ó b l a

i S z e m p l i ń s k i e g o (15) wynika, że odmiana Fidelio wykazała małe zróżnicowanie w plonie ziarna w warunkach gleb kompleksu pszennego i żytniego dobrego, co świadczy o mniejszych wymaganiach tej odmiany. Odmiany Fidelio i Woltario wykazują większą tolerancję na zakwaszenie gleby i wyższą mrozoodporność aniżeli Zorro i Magnat (4).

Wrażliwość pszenżyta ozimego na przedplon jest mniejsza niż pszenicy, ale większa niż żyta. Właściwość ta sprawia, że można je uprawiać po innych zbożach, licząc się z niewielką obniżką plonu w stosunku do wydajności uzyskanej po przedplonach dobrych (5, 10).

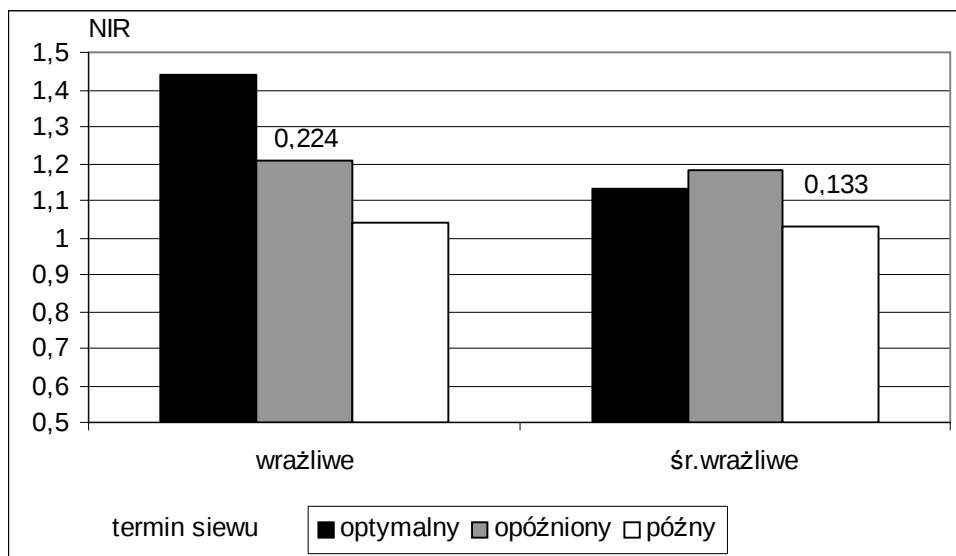
Odmiany półkarłowe pszenżyta ozimego najlepiej wysiewać w optymalnym terminie. Najwcześniej (około 15 września) sieje się pszenżyto na Suwalszczyźnie, Podlasiu, Mazurach i Warmii, najpóźniej (III dekada września) natomiast w Wielkopolsce, na Opolszczyźnie i Ziemi Lubuskiej. W całej środkowej części kraju pszenżyto najlepiej rozwija się, zimuje i plonuje, gdy zostanie wysiane około 20-25 września. Optymalny termin siewu może być uzależniony od pogody w danym roku, a także od czynników siedliskowych (3). W badaniach mikropoletkowych przeprowadzonych w IUNG w Puławach stwierdzono zróżnicowaną reakcję odmian pszenżyta półkarłowego na termin siewu (7). Odmiany Baltiko, Fidelio, Magnat, Gniewko i Zorro zareagowały obniżką plonu ziarna w miarę opóźniania terminu siewu. Związane to było ze zmniejszeniem liczby kłosów na jednostce powierzchni, wynikającym ze słabszego rozkrzewienia produkcyjnego oraz z istotnym zmniejszeniem plonu i liczby ziaren z rośliny. Natomiast odmiana Woltario jest tolerancyjna na opóźnienie terminu siewu do 10 dni; plonowała podobnie przy optymalnym i opóźnionym terminie siewu, ale istotnie niżej przy późnym (rys. 1). Również u tej odmiany nastąpiła redukcja liczby kłosów i rozkrzewienia produkcyjnego przy późnym terminie siewu (tab. 1).

Tabela 1

Elementy struktury plonu odmian pszenżyta półkarłowego w zależności od terminu siewu
(średnio z lat 1995–2006)

Badane cechy	Odmiany							
	Baltiko, Fidelio, Magnat, Gniewko, Zorro				Woltario			
	termin siewu							
	opty- malny	opóź- niony	późny	NIR	opty- malny	opóź- niony	późny	NIR
Liczba roślin z m ² w czasie zbioru	252	280	277	r.n.	257	285	282	15,4
Liczba kłosów (szt. · m ⁻²)	773	698	515	93,2	713	784	543	228,2
Rozkrzewienie produkcyjne	3,1	2,5	1,9	0,57	2,8	2,7	1,9	0,89
Plon ziarna z kłosa (g)	1,86	1,74	2,01	r.n.	1,56	1,63	1,9	r.n.
Liczba ziaren z kłosa (szt.)	47	45	45	r.n.	33	37	35	r.n.
Plon ziarna z rośliny (g)	5,73	4,33	3,77	1,82	4,37	4,47	3,63	0,69
Liczba ziaren z rośliny (szt.)	145	111	84	45,4	96	92	71	19,3
Masa 1000 ziaren (g)	39,6	39,2	44,4	r.n.	45,2	48,5	53,6	5,48

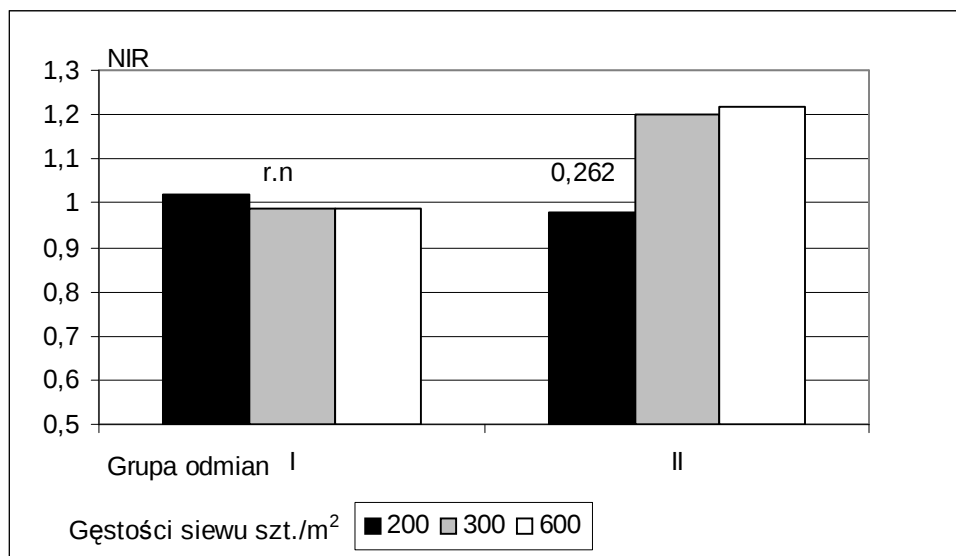
Źródło: Badania własne.



Rys. 1. Plon ziarna ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) pszenżyta półkarłowego odmian wrażliwych (Baltiko, Fidelio, Magnat, Gniewko, Zorro) i średnio wrażliwej (Woltario) na opóźnienie terminu siewu (średnio z trzylecia)
Źródło: Badania własne.

Opóźnienie terminu siewu skraca okres wzrostu wegetatywnego roślin jesienią (12, 13). Gorzej rozwinięte rośliny nie mogą już nadrobić strat wiosną, gdyż w warunkach dłuższego dnia stymulowany jest rozwój generatywny. Krótszy okres wzrostu wegetatywnego powoduje ograniczenie krzewienia produkcyjnego i przez to prowadzi do zmniejszenia obsady kłosów na jednostce powierzchni (7). Przy niekorzystnych warunkach w okresie zimowym lepsze zbiory zapewniają siewy wcześniejsze, natomiast po łagodnej zimie późny siew często nie powoduje obniżenia plonu (1, 13).

Liczba roślin i rozkrzewienie produkcyjne wpływają na obsadę kłosów, która jest podstawowym elementem plonotwórczym (10). Optymalizacja obsady roślin na jednostce powierzchni wiąże się z genotypem (12). W badaniach mikropoletkowych stwierdzono zróżnicowanie w reakcji odmian na zmianę zagęszczenia roślin (7). Odmiany Woltario i Magnat plonowały podobnie bez względu na zróżnicowanie obsady roślin po wschodach, pomimo trendu wzrostu liczby kłosów na jednostce powierzchni gleby (rys. 2). U odmian tych wraz ze wzrostem obsady roślin stwierdzono zmniejszenie rozkrzewienia produkcyjnego i produktywności kłosa (tab. 2). W związku z tym, że plon ziarna był niezależny od ilości wysiewu należałoby uznać za wystarczającą najmniejszą obsadę roślin $200 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$. Natomiast u odmian Baltiko, Gniewko, Fidelio i Zorro stwierdzono istotny wzrost plonu ziarna przy 300 roślinach na m^2 . Pomimo obserwowanego spadku wartości cech struktury plonu wraz z obsadą roślin odmiany te wyraźnie niżej plonowały przy obsadzie 200 roślin na m^2 , zaś podobnie przy obsadzie 300 i 600 roślin na m^2 . W tej grupie odmian produktywność kłosa przy zróżnicowa-



Rys. 2. Plon ziarna ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) pszenżyta półkarłowego odmian wymagających obsady roślin 200 szt. $\cdot \text{m}^{-2}$ (grupa I – Woltario, Magnat) oraz odmian wymagających obsady roślin 300 szt. $\cdot \text{m}^{-2}$ (grupa II – Baltiko, Gniewko, Fidelio i Zorro); (średnie z trzyleci w latach 1995–2006)
Źródło: Badania własne.

nej obsadzie roślin była podobna, natomiast liczba kłosów istotnie wzrosła przy obsadzie roślin 300 szt. na m^2 w porównaniu ze stwierdzoną przy gęstości najniższej. Niewielkie zmniejszenie produktywności kłosa w tej grupie odmian kompensowane było zwiększeniem liczby kłosów na jednostce powierzchni.

Tabela 2

Elementy struktury plonu odmian pszenżyta półkarłowego w zależności od gęstości siewu (średnio z lat 1995–2006)

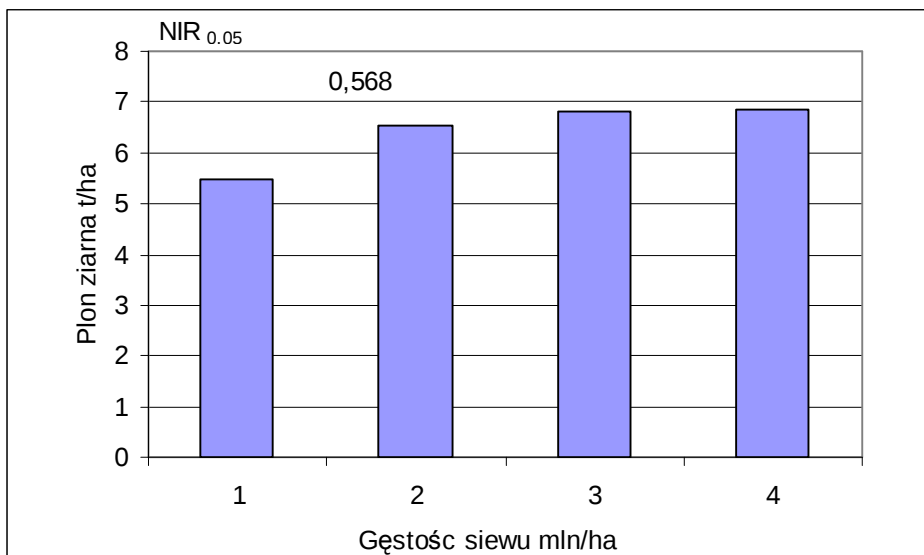
Badane cechy	Odmiany							
	Woltario, Magnat				Baltiko, Gniewko, Fidelio, Zorro			
					obsada roślin w szt. · m ⁻²			
	200	300	600	NIR	200	300	600	NIR
Liczba roślin z m ² w czasie zbioru	172	222	468	78,6	162	227	401	79,70
Liczba kłosów (szt. · m ⁻²)	478	494	662	124,2	579	704	750	155,20
Rozkrzewienie produkcyjne	2,8	2,27	1,43	0,53	3,60	3,20	1,90	1,25
Plon ziarna z kłosa (g)	2,18	1,9	1,49	0,21	1,69	1,73	1,63	r.n.
Liczba ziarn z kłosa (szt.)	49,0	42,0	37,0	6,5	36,0	37,0	35,0	r.n.
Plon ziarna z rośliny (g)	5,93	4,23	2,13	1,53	6,07	5,43	3,03	1,77
Liczba ziarn z rośliny (szt.)	134	95	53	51,0	129	116	66	45,60
Masa 1000 ziaren (g)	44,5	44,5	40,0	2,67	46,5	47,0	47,0	r.n.

Źródło: Badania własne.

Z badań przeprowadzonych w RZD IUNG w Grabowie wynika, że ilość wysiewu w granicach od 1,0 do 4,5 mln ziarn na ha różnicowała plony ziarna pszenżyta. Istotny wzrost plonu ziarna stwierdzono przy wysiewie 2 mln ziarn na ha dla odmiany Woltario i 2,5 mln ziarn na ha dla odmiany Fidelio (rys. 3 i 4). Dalsze zwiększanie gęstości wysiewu u tych odmian nie gwarantowało istotnego wzrostu plonu ziarna. Tendencja wyższego plonowania pszenżyta przy zmniejszaniu zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni wskazuje zatem na wymóg rzadkiego siewu tej formy pszenżyta.

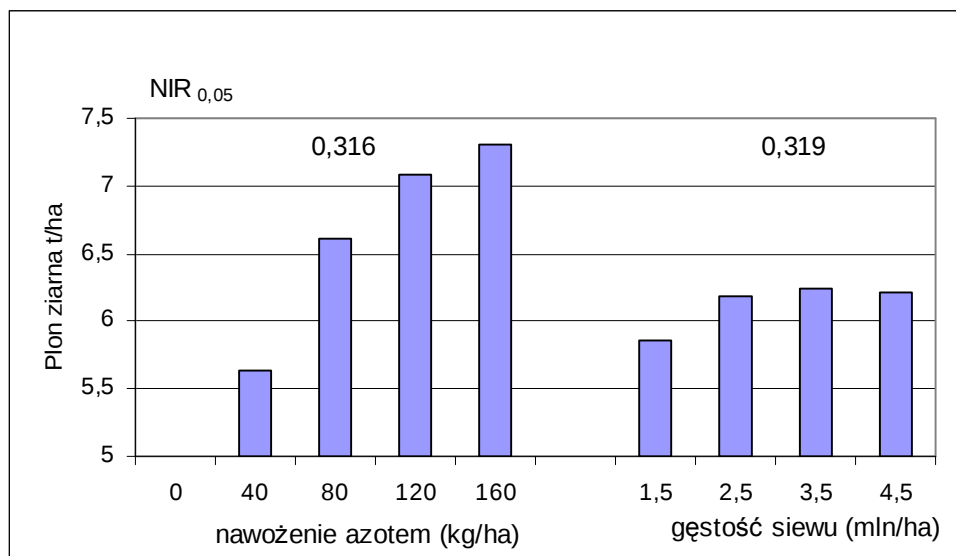
W łanach rzadszych występuje większa penetracja światła. Rośliny wyrosłe w takich warunkach wytwarzają większą suchą masę z rośliny (rys. 5), są odporniejsze na wyleganie i choroby niż rosnące przy niedostatecznej ilości światła. Jest to wynik hamującego wpływu światła na wzrost roślin i korzystnego wpływu na tworzenie się tkanki mechanicznej. W łanach roślin dobrze oświetlonych proces fotosyntezy jest intensywniejszy niż w przypadku roślin, które wyrosły przy niedoborze światła. Ma to wyraźny wpływ na poziom plonowania pszenżyta. Odmiany krótkosłome, dzięki lepszej odporności na wyleganie, są szczególnie przydatne do intensywnej uprawy. Zalecane są jednak do uprawy w lepszych stanowiskach przeznaczonych pod uprawę pszenżyta (7).

Pszenżyto półkarłowe efektywnie wykorzystuje dawkę 120 kg azotu na ha (rys. 6). Nawożenie azotem w ilości 120 kg na ha pobudziło rośliny do intensywnego krzewienia, wpływając w ten sposób na większą liczbę kłosów, które zdecydowały o wyższym poziomie plonowania. Natomiast mniejsza gęstość siewu korzystnie wpływa na produktywność kłosa.



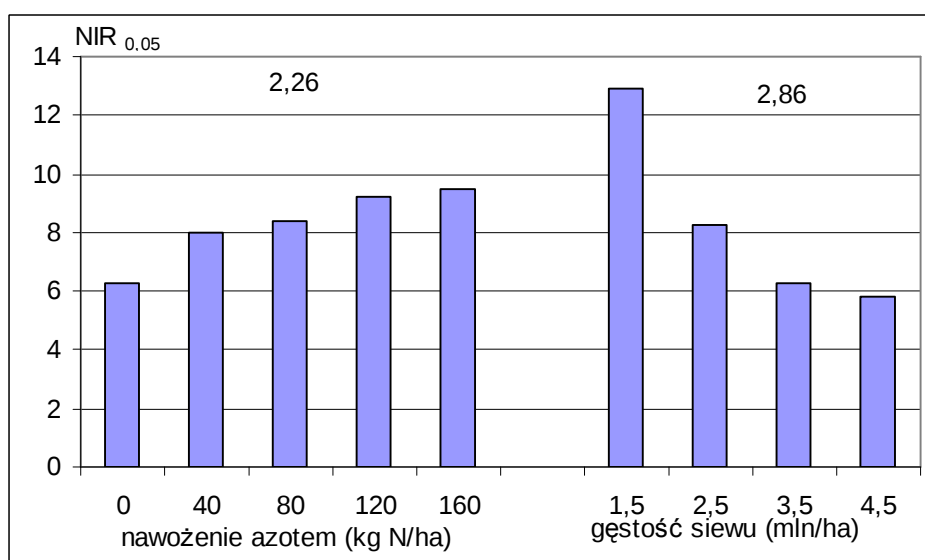
Rys. 3. Plon ziarna pszenżyta ozimego formy półkarłowej odmiany Woltario w zależności gęstości siewu (średnio z lat 2000–2003)

Źródło: Badania własne.



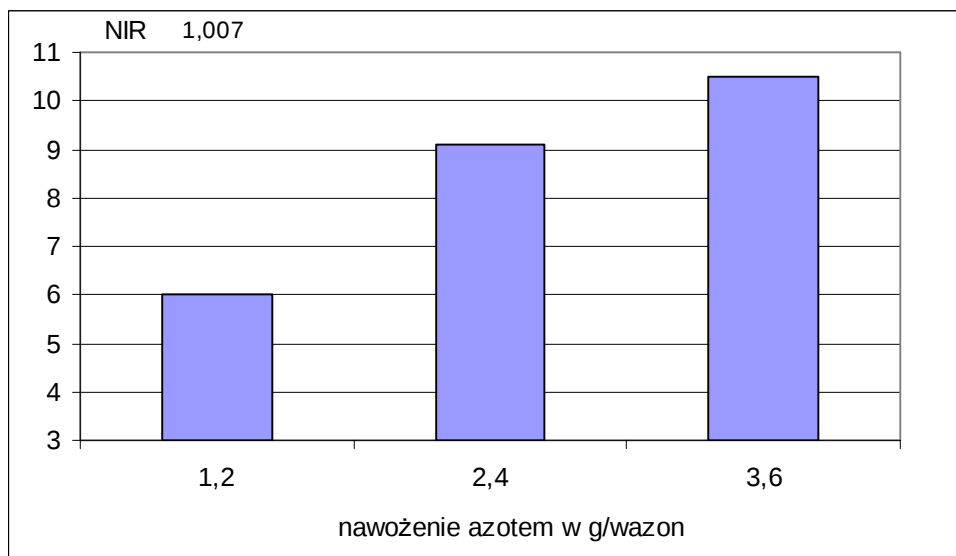
Rys. 4. Plon ziarna pszenżyta ozimego formy półkarłowej odmiany Fidelio w zależności od dawki azotu i gęstości siewu (średnio z lat 1997–2000)

Źródło: Badania własne.



Rys. 5. Sucha masa rośliny (g) pszenżyta ozimego odmiany Fidelio w fazach rozwojowych w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu (średnio z lat 1997–2000)

Źródło: Badania własne.



Rys. 6. Plon ziarna z rośliny (g) odmian pszenżyta półkarłowego w zależności od nawożenia azotem (średnio z lat 1995–1997)

Źródło: Badania własne.

Technologia uprawy półkarłowej formy pszenżyta ozimego różni się od stosowanej tradycyjnie ze względu na poziom i strukturę niektórych elementów nakładów (tab. 3). W doświadczeniu polowym przy nawożeniu $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ forma półkarłowa (odmiana Fidelio) wydała nieznacznie większe plony ziarna niż forma tradycyjna (odmiana Prado); (6). Natomiast przy nawożeniu $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ uprawa półkarłowej formy pszenżyta ozimego zapewniła większy o 7% plon w porównaniu z uzyskaną przy nawożeniu $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zwiększone nawożenie azotem nie spowodowało wylegania pszenżyta.

Z badań innych ośrodków naukowych w Polsce wynika, że formy półkarłowe pszenżyta wyraźnie reagowały wyższą plonem ziarna przy intensywnej ochronie roślin, a także po zastosowaniu wyższego poziomu nawożenia NPK (6). W korzystnych warunkach glebowych (kompleks psenny bardzo dobry) różnica w plonowaniu między odmianą tradycyjną (Bogo) a półkarłową (Fidelio) była niewielka, natomiast w gorszych warunkach (kompleks żytni dobry) pszenżyto odmiany Bogo plonowało o 28% niżej od odmiany Fidelio. Zatem reakcja na czynniki agrotechniczne jest zróżnicowana w zależności od odmiany pszenżyta. Ważnym argumentem przy wyborze formy pszenżyta ozimego jest efektywność ekonomiczna produkcji.

Z badań własnych wynika, że półkarłowa forma pszenżyta zapewniała nieznacznie większe plony i wyższą wartość produkcji w zł z ha (6). Ze względu na mniejszą ilość wysiewu nasion forma półkarłowa wymagała ponoszenia niższych kosztów bezpośrednich. Nakłady pracy ludzkiej i siły pociągowej przy uprawie obu form pszenżyta ukształtowały się na zbliżonym poziomie. Z uwagi na niższe koszty bezpośrednie upra-

Tabela 3

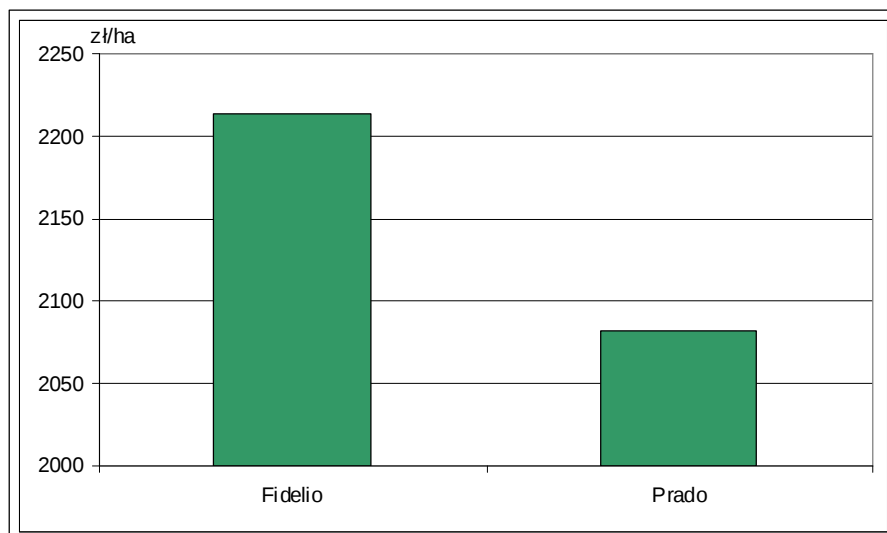
Technologia produkcji półkarłowej (Fidelio) i tradycyjnej (Prado) formy pszenżyta ozimego

Wyszczególnienie	Forma pszenżyta		
	półkarłowa (A)		tradycyjna (B)
Ilość wysiewu nasion ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	135		200
Dawki nawozów ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$):			
K_2O	100		100
P_2O_5	60		60
N	80	120	80
Herbicydy	Arelon $2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$		Chisel $60 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$
Fungicydy 2x	Archer $1 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ Tango $0,8 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$		Surfun 500 SC – $0,4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, Tilt – $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$
Antywylegacz	–		$1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$
Podorywka gruberem + bronowanie broną talerzową	+		
Wysiew nawozów P i K (rozsiewacz ciągnikowy)	+		
Orka siewna	+		
Uprawa przedsiewna (agregat uprawowy)	+		
Siew (siewnik zbożowy)	+		
Oprysk herbicydem (opryskiwacz ciągnikowy)	+		
Wysiew nawozów azotowych (2x)	+		
Oprysk fungicydem (2x)	+		
Nawożenie mocznikiem w formie oprysku	–	+	–
Zbór kombajnem	+		

Źródło: Opracowanie własne.

wa półkarłowej formy pszenżyta cechowała się wyższą efektywnością wykorzystania ziemi, mierzoną wielkością nadwyżki bezpośredniej w $\text{zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ niż forma tradycyjna (rys. 7). Wyższa była też efektywność wykorzystania kapitału i pracy ludzkiej. Uprawa półkarłowej formy pszenżyta w warunkach rzadkich siewów bez antywylegacza cechowała się wyższą efektywnością wykorzystania podstawowych czynników produkcji w porównaniu z uprawą tradycyjną. Uprawa półkarłowej formy pszenżyta ozimego przy nawożeniu azotem $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ dawała o około 6% wyższą nadwyżkę bezpośrednią w porównaniu z osiąganą przy zużyciu $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wymagała jednak wyższych o około 9% kosztów bezpośrednich (6). Wykazano również, że uprawa półkarłowej formy pszenżyta w porównaniu z formą tradycyjną ogranicza straty plonu spowodowane wyleganiem. Ponosi się też niższe wydatki na zakup nasion i środków ochrony roślin, ze względu na mniejszą ilość wysiewu nasion z powodu rezygnacji ze stosowania antywylegacza.

W badaniach Wróbla i Szemplińskiego (15) odmiana Woltario na glebie kompleksu pszennego dobrego, w stanowisku po rzepaku i nawożeniu azotem w ilości $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, przewyższała plonem ziarna 7-17% odmiany Janko, Fidelio i Prado. Odmiany krótkosłome wykazywały większą odporność na wyleganie niż odmiany długosłome. Najbardziej podatna na wyleganie była odmiana Prado, a najsztynniejsze żdźbło



Rys. 7. Udział bezpośrednich kosztów produkcji i nadwyżki bezpośredniej w wartości produkcji pszenżyta ozimego formy półkarłowej (Fidelio) i tradycyjnej (Prado)

Źródło: Jaśkiewicz B., 2006 (6).

i zarazem największą odporność na wyleganie wykazywała odmiana Woltario. Na wyraźnie lepszą odporność na wyleganie odmian krótkosłomych wskazują także badania COBORU (4, 5). Wołski i in. (14) podkreślają, że krótkosłomne formy pszenżyta ozimego są konkurencyjne pod względem plonowania w stosunku do form konwencjonalnych.

Wnioski

1. Odmiany pszenżyta ozimego Baltiko, Fidelio, Magnat, Gniewko i Zorro wymagają optymalnego terminu siewu, natomiast tolerancyjna na opóźnienie terminu siewu o 10 dni jest odmiana Woltario.
2. Odmiany półkarłowe reagują wzrostem plonu ziarna na zwiększenie dawki azotu do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.
3. Pszenżyto półkarłowe uprawiane na glebie kompleksu żytanego bardzo dobrego i dość intensywnie nawożone może być wysiewane w ilości $2\text{-}2,5 \text{ mln ziarn} \cdot \text{ha}^{-1}$ – odmiana Woltario i $2,5\text{-}3,0 \text{ mln ziarn} \cdot \text{ha}^{-1}$ – odmiana Fidelio.
4. Uprawa półkarłowej formy pszenżyta ozimego w porównaniu z formą tradycyjną ogranicza straty spowodowane wyleganiem.
5. Przy uprawie półkarłowej formy pszenżyta ponosi się niższe wydatki na zakup nasion (mniejsza ilość wysiewu) i środki ochrony roślin (możliwość rezygnacji ze stosowania antywylegacza) w porównaniu z formą tradycyjną.

Literatura

1. Błażej J., Błażej J.: Wpływ zróżnicowanej agrotechniki na plonowanie pszenżyta ozimego. W: *Biologia i uprawa pszenżyta. Sympozjum naukowe, Międzyzdroje 6-7.09.1993*, AR Szczecin, 10.
2. Banaszak Z.: Analiza postępu w hodowli pszenżyta ozimego. Praca dokt., AR Poznań. 2004.
3. Budzyński W., Szempliński W.: Pszenżyto. W: *Praca zbiorowa pod red. Z. Jasińskiej i A. Koteckiego. Szczegółowa uprawa roślin. Cz. 1*, 2003, 161-194.
4. Cyfert R.: Odmiany pszenżyta. Zboże wysokiej jakości. Agro Serwis, wyd. spec. 3, czerwiec, 2007, 21-23.
5. Jaśkiewicz B., Cyfert R.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian pszenżyta ozimego. IUNG-PIB – IHAR – COBORU, Puławy – Radzików – Słupia Wielka, 2005.
6. Jaśkiewicz B.: Ekonomiczna efektywność produkcji półkarłowej formy pszenżyta ozimego. *Pam. Puł.*, 2006, **142**: 163-169.
7. Jaśkiewicz B.: Reakcja nowych odmian pszenżyta ozimego na czynniki agrotechniczne. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agric.*, 2006, **247**: 63-69.
8. Jaśkiewicz B.: Regionalne zróżnicowanie produkcji pszenżyta w Polsce. IUNG-PIB Puławy, Raporty PIB, 2006, **3**: 101-111.
9. Krzymuski J., Oleksiak T.: Pszenżyto ozime w doświadczeniach i produkcji. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 1994, **162**: 119-123.
10. Mazurek J., Mazurek J.: Agrotechniczna charakterystyka pszenżyta. W: *Biologia pszenżyta. Red. Cz. Tarkowski. PWN Warszawa*, 1989, 297-321.
11. Oleksiak T.: Pszenżyto w produkcji – wykorzystanie efektów hodowli. *Fol. Univ. Agric. Stetin., Agric.*, 2000, **206(82)**: 199-204.
12. Podolska G.: Termin i gęstość siewu jako czynniki kształtujące produkcyjność rośliny i łanu. *Wiś Jutra*, 2007, **7**: 8-10.
13. Rożbicki J.: Agrotechniczne uwarunkowania wzrostu, rozwoju i plonowania pszenżyta ozimego. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, 1997.
14. Wołski T., Ceglińska A., Czerwińska E., Gryka J., Pojmaj M. S.: Hodowla półkarłowego pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR*, 1996, **197**: 35-44.
15. Wróbel E., Szempliński W.: Sposób siewu a plonowanie odmian pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.*, 2006, **4(92)**: 203-210.

Adres do korespondencji:

dr Bogusława Jaśkiewicz
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 343
e-mail: kos@iung.pulawy.pl

Danuta Leszczyńska

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

ZNACZENIE OWSA NAGOZIARNISTEGO I ELEMENTY JEGO AGROTECHNIKI*

Wstęp

Owies uprawia się głównie w siewie czystym oraz jako cenny komponent mieszanek zbożowych. Duży udział zbóż w strukturze zasiewów w Polsce, a jednocześnie zmniejszający się udział owsa posiadającego właściwości fitosanitarne jest zjawiskiem niezbyt korzystnym. Owies dobrze znosi uprawę po zbożach, sam też jest dość dobrym przedplonem dla innych zbóż. Przyczyną mniejszego udziału owsa w strukturze zasiewów jest spadek pogłowia zwierząt przeżuwających i niedostateczna wartość pastewna owsa oplewionego (tradycyjnego) dla zwierząt monogastrycznych. Niskie plony ziarna owsa w Polsce są wynikiem dużych zaniedbań w zakresie agrotechniki oraz słabego wykorzystania postępu biologicznego.

Uprawa owsa nagoziarnistego w świecie znana jest od wielu lat (16). Hodowla nieoplewionej formy owsa prowadzona jest w Wielkiej Brytanii, Kanadzie, USA, Australii, Węgrzech, Czechach i krajach byłego ZSRR (6). W Polsce pierwsza odmiana o nazwie Akt została wyhodowana w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Strzelcach w roku 1997 (3, 11). Aktualnie w krajowym rejestrze znajdują się trzy odmiany o nieoplewionym ziarnie: Akt, Cacko i Polar (zarejestrowana w 2002 roku). Odmiana Cacko do roku 2004 miała status odmiany eksportowej.

Nieoplewione formy owsa łączą w sobie bardzo dobrą wartość pastewną ziarna (najwyższa wśród zbóż zawartość białka i tłuszczu, niska zawartość włókna) z właściwościami fitosanitarnymi i mogą przyczynić się do wzrostu powierzchni uprawy tego gatunku zboża.

Z uwagi na odmienny genotyp forma nagoziarnista może wykazywać inne wymagania co do niektórych czynników agrotechnicznych w stosunku do formy oplewionej owsa.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Klasyfikacja genetyczna i pochodzenie

Formy uprawne owsa (*Avena sativa* L.) dzielą się na oplewione i nagoziarniste. Owies nagoziarnisty diploidalny oraz heksaploidalny klasyfikowano do niedawna jako odrębny gatunek (*Avena nuda* L.) Bartnikowska i in. (1) podają, że owies nagoziarnisty heksaploidalny jest bardziej zbliżony do owsa oplewionego, ponieważ daje z nim w pełni płodne potomstwo; nie nadaje się natomiast do krzyżowań z owsem nagoziarnistym diploidalnym. Według Nity i Orłowskiej-Job (12) formy nagoziarniste diploidalne i heksaploidalne nie mogą być uważane za ten sam gatunek. Autorzy proponują, aby nazwę „*Avena nuda*” utrzymać jedynie dla form diploidalnych, a nazwa „*Avena sativa*” powinna objąć również heksaploidalne formy owsa nagoziarnistego.

Nita (11) podaje, że pierwsze informacje o uprawie owsa nagoziarnistego sięgają XVI wieku i dotyczyły uprawy tej formy w Anglii. Jednak obecne odmiany zostały wyprowadzone z genetycznych źródeł z Chin, Tybetu i azjatyckiej części Rosji. Forma o nazwie „Chinese” została wyprowadzona w pierwszej połowie XIX wieku w USA. Większość odmian owsa nagoziarnistego pochodzi od nagiej formy „Chinese” i odmiany Laurel (Baner x Chinese) wyhodowanej w Ottawie w 1930 roku.

Cechy rolniczo-użytkowe owsa nieoplewionego

Brak plewki otaczającej ziarno powoduje, że zawartość w nim białka (13-17%) i tłuszczu (7,5-8,5%) oraz wysoka strawność (92%) czyni owies nieoplewiony przydatnym do mieszanek paszowych dla trzody chlewnej i drobiu, co odróżnia go od owsa oplewionego. Praktycznie ziarno owsa nieoplewionego można wykorzystać w żywieniu wszystkich zwierząt gospodarskich. Wartość biologiczna białka jest najwyższa wśród zbóż, charakteryzuje się bowiem dużą zawartością lizyny i metioniny oraz małą zawartością prolaminy. Tłuszcz bogaty w nienasycone kwasy tłuszczowe stanowi o wysokoenergetycznej wartości tego ziarna.

Spośród odmian nieoplewionych najwięcej badań dotyczyło odmiany Akt, która cechuje się dość dobrą zdrowotnością, dużą odpornością na wyleganie i dobrą odpornością na osypywanie się ziarna. Różni się ona od odmian oplewionych takimi parametrami ziarna, jak: niższa MTZ (26-28 g), duża gęstość ziarna w stanie zsypania i słabe jego wyrównanie. Wadą tej odmiany jest to, że w niekorzystnych warunkach pogodowych wykształca więcej ziarn oplewionych. Należy podkreślić, że do tej pory w badaniach prowadzonych w Polsce nie uzyskano jeszcze form całkowicie nagoziarnistych. W każdej z badanych odmian stwierdza się udział ziaren oplewionych. Nita i Orłowska-Job (12) podają, że udział ziarna oplewionego u nagoziarnistych odmian owsa uzyskanych w ZD Strzelce wynosi od 0,1 do 4,2%. Ponadto brak łuski powoduje, że plonuje ona znacznie gorzej niż oplewione odmiany owsa. Plon białka i energii netto odmiany Akt jest jednak zbliżony do odmian oplewionych. Starsza odmiana owsa nieoplewionego Akt jest już wycofywana z rozmnożeń nasiennych, a większe znacze-

nie zyskuje odmiana Polar. Zróżnicowanie cech rolniczo-użytkowych między odmianami nieoplewionymi jest niewielkie. Odmiana Polar w porównaniu z odmianą Akt charakteryzuje się większą masą 1000 ziaren i lepszym wyrównaniem ziarna. Według COBORU Polar charakteryzuje się potencjalnie większą zawartością białka w ziarnie niż odmiana Akt (3). W roku 2005 stan rozmnożenia odmiany Polar według danych GIIORIN (w % powierzchni zakwalifikowanych plantacji nasiennych) wynosił 8,8%. Odmiana Polar jest chroniona krajowym wyłącznym prawem hodowcy.

Wymagania siedliskowe

Na podstawie badań prowadzonych w IUNG można stwierdzić, że wymagania glebowe nagoziarnistych odmian owsa są podobne do wymagań odmian owsa oplewionego (8, 10). Nieoplewiony owies udaje się na wszystkich glebach, które dobrze utrzymują wodę. Może być uprawiany na glebach zwięzłych gliniastych i lekko piaszczystych. Natomiast należy unikać gleb suchych oraz płytkich rędzin. Odmiany nieoplewione charakteryzują się średnią tolerancją na kwaśny odczyn gleby.

Owies ma niewielkie wymagania przedplonowe, najczęściej wysiewa się go po zbożach, chociaż korzystnie reaguje na lepsze stanowisko w zmianowaniu (ziemniak, strączkowe). Nie powinno się go uprawiać po sobie i po jęczmieniu. Dużą zaletą owsa jest jego wysoka wartość przedplonowa jako rośliny fitosanitarnej, gdyż nie jest atakowany i nie przenosi chorób podsuszkowych (poza *Fusarium*). Uprawa odmian nieoplewionych zalecana jest na terenie niemal całego kraju (z wyjątkiem wyżej położonych terenów górskich), szczególnie w zmianowaniach o dużym udziale zbóż (3).

Uprawa roli i nawożenie

Uprawa roli pod owies nieoplewiony jest podobna jak w przypadku owsa oplewionego. Przygotowanie roli pod owies obejmuje: zespół uprawek poźniwnych (po wcześnie schodzących przedplonach), orkę przedzimową, włókovanie lub bronowanie (bardzo wcześnie wiosną) i zespół uprawek przedsiewnych.

Owies ma małe wymagania względem odczynu gleby. Jednak na glebach silnie zakwaszonych (pH poniżej 5,0), wskazane jest wapnowanie. Nawozy wapniowe w dawkach: 1,5-2,5 t · ha⁻¹ (w zależności od odczynu gleby) na glebach bardzo lekkich i lekkich lub 1,7-3,5 t · ha⁻¹ CaO na glebach ciężkich – najlepiej rozsiewać przed uprawą poźniwną lub przed orką przedzimową.

Spośród zbóż owies wyróżnia się bardzo dużym zapotrzebowaniem na magnez. Jego niedobór w glebach kwaśnych należy uzupełniać przez zastosowanie 30-50% dawki nawozu wapniowego w formie wapna magnezowego. Nawożenie fosforem i potasem zależy od zawartości przyswajalnych form tych składników w glebie oraz od wielkości spodziewanych plonów (tab. 1). Na glebach zwięzlejszych nawożenie tymi składnikami korzystniej jest zastosować przed orką przedzimową, zaś na glebach lekkich – podczas wiosennego przygotowania pola do siewu.

Tabela 1

Dawki fosforu (P_2O_5) i potasu (K_2O) w $kg \cdot ha^{-1}$

Składnik	Zawartość P_2O_5 i K_2O w glebie			
	b. niska	niska	średnia	wysoka
Fosfor	60-80*	45-55	30-40	20-25
Potas	75-90	55-70	40-50	25-35

* górne granice przedziałów stosować w warunkach sprzyjających uzyskaniu wysokiego plonu (na żyznych glebach, po dobrym przedplonie), a dolne – przy spodziewanych niskich plonach (w gorszych warunkach siedliska)

Źródło: Leszczyńska D., Noworolnik K., 2002 (8).

Z badań IUNG-PIB (8, 18-20) wynika, że odmiany owsa nieoplewionego silnie reagują na nawożenie azotem zarówno wzrostem plonu, jak również zwiększeniem zawartości białka w ziarnie. Wielkość dawek nawozów azotowych zależy od potrzeb nawożenia tym składnikiem ocenianych na podstawie czynników siedliskowych i agrotechnicznych (m.in. zasobność gleby, przedplon, chemiczna ochrona roślin). Zalecane dawki azotu pod owies wahają się w granicach $60-80 kg \cdot ha^{-1}$ przy dużych, $40-60 kg \cdot ha^{-1}$ przy średnich i $30-40 kg \cdot ha^{-1}$ przy małych potrzebach nawożenia. Duże potrzeby nawożenia N występują w warunkach gleb średnich, gdy opady w okresie zimy znacznie przekroczyły normę, przedplon był nawożony małą dawką azotu, odczyn gleby jest optymalny i gleba jest w dobrej kulturze. Małe potrzeby nawożenia N występują na glebach żyznych, gdy opady zimowe były poniżej normy, po przedplonach nawożonych obficie azotem, przy kwaśnym odczynie gleby i przy ograniczonej ochronie roślin. Nawozy azotowe do poziomu $50 kg N \cdot ha^{-1}$ stosujemy jednorazowo przed siewem owsa, zaś większe dawki należy dzielić na dwie części (50-60% przed siewem, resztę na początku fazy strzelania w źdźbło). B u d z y ń s k i (2) donosi o zdecydowanie korzystniejszym wpływie jednorazowej dawki przedsiewnej azotu niż pogłówniej na plon owsa nieoplewionego.

W doświadczeniach terenowych województwa podlaskiego porównano reakcję nagoziarnistych odmian owsa (Akt i STH 3997) na poziom nawożenia azotem (14) i na gęstość siewu z odmianą oplewioną (Skrzat); (15). Owies nagoziarnisty charakteryzował się mniejszą efektywnością wykorzystania dawek 30 i $60 kg N \cdot ha^{-1}$, a większą dawki $90 kg N \cdot ha^{-1}$ w stosunku do owsa oplewionego. W badaniach tych stwierdzono również dodatnią reakcję nagoziarnistej odmiany Akt na dużą gęstość siewu – $650 ziaren \cdot m^{-2}$, podczas gdy owies oplewiony plonował podobnie przy gęstościach 550 i $650 ziaren \cdot m^{-2}$. Należy podkreślić, że doświadczenia prowadzono w gospodarstwach indywidualnych w gorszych warunkach glebowo-agrotechnicznych. W tych warunkach zboża z reguły reagują na duże gęstości siewu bardziej niż w doświadczeniach prowadzonych w RZD IUNG, w których występuje wyższy poziom kultury gleby i agrotechniki.

W innych badaniach prowadzonych w IUNG-PIB w Puławach (9) nad reakcją owsa nieoplewionego na dawki azotu i zróżnicowane gęstości siewu nasion nie stwier-

dzono istotnego współdziałania nawożenia azotem z gęstością siewu, jak również współdziałań tych czynników z latami badań w zakresie kształtowania plonu ziarna. Istotnie na plon ziarna owsa wpłynęło tylko nawożenie azotem (tab. 2). Uzyskano znaczny wzrost plonu w miarę zwiększania dawki N do $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a także przy dawce 120 w porównaniu z dawką $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabela 2

Plon ziarna odmiany Akt ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w zależności od dawki azotu i gęstości siewu
(średnie z lat 1998–2000)

Dawka azotu ($\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Gęstość siewu – liczba ziaren $\cdot \text{m}^{-2}$				Średnio
	400	500	600	700	
0	2,69	2,87	2,80	2,82	2,80
30	3,30	3,41	3,51	3,49	3,43
60	3,84	3,82	3,86	4,02	3,89
90	3,91	4,10	4,12	4,08	4,06
120	4,12	4,26	4,27	4,21	4,22
Średnio	3,57	3,69	3,70	3,73	
NIR _{0,05} dla: dawek N-0,18; gęstości siewu – r.n., interakcji – r.n.					

Źródło: Leszczyńska D., Noworolnik K., 2008 (9).

Zwiększanie dawki azotu do $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało wzrost plonu ziarna, zawartości białka w ziarnie i plonu białka owsa nagoziarnistego. Stopień tego wzrostu zmniejszał się w miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem. Dodatni wpływ nawożenia N na plon ziarna owsa nieoplewionego był efektem lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin przy jednoczesnym zwiększeniu liczby ziaren w wieszce i masy 1000 ziaren. W przytoczonych badaniach stwierdzono silniejszy wzrost zawartości białka w ziarnie pod wpływem podwyższania poziomu nawożenia azotem niż w innych pracach dotyczących owsa nagoziarnistego (14, 17, 21, 22). To samo stwierdzenie odnosi się także do plonu białka owsa. Gęstość siewu nasion nie wpływała na zawartość białka w ziarnie owsa, co jest potwierdzone wynikami innych badań (15, 21).

Siew

Największe plony ziarna owsa uzyskuje się w warunkach możliwie najwcześniejszego siewu (5). Odmiana Akt jest dość tolerancyjna na opóźnienie siewu nawet o około 10 dni w stosunku do optymalnego w danym roku. B u d z y Ń s k i (2) podaje, że owies nieoplewiony na 14-dniowe opóźnienie siewu reagował 22% obniżką plonu.

Ziarno owsa nieoplewionego, nie chronione łuską, jest bardziej narażone na działanie patogenów, zwłaszcza przy wilgotnej i chłodnej wiośnie. Zatem przed siewem powinno być obowiązkowo zaprawiane preparatami polecanymi aktualnie przez Instytut Ochrony Roślin.

Ziarno tej formy owsa jest również bardzo podatne na uszkodzenia przy omłocie, a to ujemnie wpływa na połowę zdolność wschodów. Z tego względu poleca się określanie zdolności kiełkowania na próbce ziarna siewnego. Dla uzyskania optymalnej obsady wiech zaleca się wysiew w ilości 5-6 mln ziarn $\cdot$ ha⁻¹, co w zależności od warunków glebowych i agrotechnicznych (nawożenie NPK, poziom ochrony roślin) wynosi 140-180 kg $\cdot$ ha⁻¹ (tab. 3).

Uprawiając owies na glebach z natury wilgotnych oraz w rejonach o dużej ilości opadów, a także przy silnym nawożeniu azotem, wskazane jest zmniejszanie gęstości wysiewu nasion o 5-10%. Rozstawa rzędów powinna wynosić 12-15 cm, a głębokość siewu 2-5 cm; w warunkach wilgotniejszych należy siać płycej, a w suchych głębiej.

Tabela 3

Zalecane ilości wysiewu ziarna owsa odmiany Akt (kg $\cdot$ ha⁻¹)
(zdolność kiełkowania 95%)*

Termin siewu	Kompleks glebowo-rolniczy			
	pszenny bardzo dobry, pszenny dobry	żytni bardzo dobry, zbożowo-pastewny mocny	żytni dobry, pszenny wadliwy	żytni słaby, zbożowo-pastewny słaby
20-31. III.	140-150**	145-155	153-163	160-170
1-9. IV.	143-153	148-158	157-167	164-174
10-15. IV.	147-157	153-163	162-172	170-180

* przy zdolności kiełkowania mniejszej od 95% należy zwiększyć ilość wysiewu, proporcjonalnie do stopnia zmniejszenia zdolności kiełkowania

** górne granice przedziałów ilości wysiewu należy uwzględnić w warunkach gorszej agrotechniki

Źródło: Leszczyńska D., Noworolnik K., 2002 (8).

Ochrona roślin

Pielęgnacja zasiewów owsa obejmuje walkę z chwastami, chorobami i szkodnikami. Zboże to jest bardzo wrażliwe na większość herbicydów, zatem duże znaczenie w jego uprawie ma pielęgnacja mechaniczna. W przypadku zachwaszczenia pola pierwsze bronowanie może być wykonane jeszcze przed pełnią wschodów – w okresie tzw. „szpilkowania” roślin, a następne dopiero w fazie krzewienia. Wyników badań dotyczących ochrony tego zboża, a zwłaszcza formy nieoplewionej, jest bardzo mało. Podkreśla się jednak, że w warunkach silnego zachwaszczenia zasiewu, po przedplonach zbożowych, owies nagoziarnisty reagował około 25% wyższą plonem na chemiczną walkę z chwastami (2). Wybierając preparat spośród zalecanych przez IOR należy uwzględnić gatunki chwastów dominujących w łanie. Odmiany nieoplewione są dość odporne na porażenie przez choroby. Jednak w przypadku dużego ich nasilenia mogą powodować straty. Niektóre z chorób przenoszone są za pośrednictwem materiału siewnego, inne porażają rośliny owsa w okresie wegetacji. Do najczęściej występujących chorób owsa należą: głownia pyłkowa, głownia zwarta, mączniak prawdziwy i rdza koronowa. Podstawowym zabiegiem chemicznym, mającym na celu zwalczanie

nie tych chorób, jest zaprawianie materiału siewnego zaprawami zalecanymi przez IOR.

Odporność odmiany Akt na helmintosporiozę jest dość duża, a na mączniaka, rdzę żdźbłową i septoriozę liści średnia, zaś na rdzę wieńcową dość mała. Natomiast odporność odmiany Polar na rdzę żdźbłową jest duża, na mączniaka i helmintosporiozę dość duża, na rdzę wieńcową średnia, a na septoriozę liści dość mała.

Poza chorobami bardzo duże straty w uprawach owsa wyrządzają szkodniki, a zwłaszcza ploniarka zbożówka i mszyce, a ostatnio coraz częściej skrzypionki. Ploniarka zbożówka atakuje zasiewy owsa zarówno w fazie wschodów, jak również w czasie rozwoju wiech. Uszkodzenia spowodowane przez ploniarkę są łatwe do rozpoznania, gdyż liść środkowy młodych roślin żółknie i daje się łatwo wyciągnąć. Oprysk należy wykonać w czasie nalotu much – w okresie od wschodów do krzewienia i po wykłoszeniu się owsa. Owies wysiany bardzo wcześnie jest mniej atakowany przez ploniarkę. Mszyce mogą powodować silne uszkodzenia w przypadku masowego ich pojawienia się. Zasadlają one wiechy i powodują obniżenie plonu i jakości ziarna. Preparaty zwalczające mszyce należy stosować od pełni kłoszenia do dojrzałości młecznej owsa, gdy na wieszce występuje powyżej 5 sztuk tych szkodników. Larwy skrzypionek żerują na liściach flagowych i podflagowych. W przypadku pojawienia się 1 larwy na jednym żdźble powinno się dokonać oprysku preparatem rekomendowanym przez IOR.

Zbiór

Zbiór kombajnem zaleca się wykonać w okresie pełnej dojrzałości ziarna w całych wiechach. Należy starannie wyregulować zespół młócający kombajnu (zmniejszyć obroty bębna młócającego, zwiększyć szerokość szczeliny młócającej i zmniejszyć nadmuch powietrza), aby uniknąć większych uszkodzeń i strat ziarna. Wilgotność ziarna w czasie zbioru nie powinna przekraczać 15%. W przypadku większej wilgotności może następować jęlczenie tłuszczu i pogorszenie wartości paszowej ziarna.

Wartość użytkowa i perspektywy uprawy

Genetyczne usunięcie łuski poprawiło poziom zawartości składników pokarmowych i energetycznych (tab. 4). Nagoziarniste formy owsa są szczególnie przydatne w żywieniu nieprzeżuwaczy (trzoda chlewna, drób), a także mają zastosowanie w żywieniu człowieka.

Przydatność owsa nagoziarnistego do uprawy w mieszankach z innymi zbożami jarymi spotkała się z dużym zainteresowaniem rolników. W doświadczeniach IUNG-PIB i innych instytucjach badawczych stwierdzono możliwość uprawy mieszanki jęczmienia z owsem nagoziarnistym na glebach słabszych (7, 13). Godne polecenia są także jare mieszanki trójskładnikowe: jęczmień + owies nagoziarnisty + pszenica na

Tabela 4

Plonowanie owsa nagoziarnistego (Akt, STH 4097) w porównaniu z owsem oplewionym (Skrzat)
(średnie z lat 1998–2000)

Odmiana	Plon ziarna (t · ha ⁻¹)	Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	Plon białka (kg · ha ⁻¹)	Plon energii netto dla trzody chlewnej (tys. MJ · ha ⁻¹)
Akt	3,26	14,8	483	36,2
STH 4097	3,13	15,0	469	34,8
Skrzat	4,03	11,9	480	30,4
NIR _{0,05}	0,17	0,6	r.n.	-

Źródło: Noworolnik K., Leszczyńska D., 2004 (13).

glebach lepszych oraz jęczmień + owies nagoziarnisty + pszenżyto na glebach słabszych. Jednak udział nagoziarnistych (nieoplewionych) form owsa w mieszankach wiąże się z niższym plonem ziarna w porównaniu z osiąganym w mieszankach z udziałem form oplewionych tego zboża. Stąd mieszanki z przeznaczeniem dla zwierząt nieprzeżuujących nie różnią się znacznie pod względem plonu białka i plonu energii metabolicznej netto w ziarnie.

Ziarno owsa nieoplewionego ma większą masę niż formy oplewione, co jest ważne z punktu widzenia transportu i magazynowania. N i t a i O r ł o w s k a - J o b (12) podają, że owies nagoziarnisty ma mniej włókna (86-141 g · kg⁻¹ s.m.) w porównaniu z oplewionym (283 g · kg⁻¹ s.m.) i jęczmieniem (234 g · kg⁻¹ s.m.). Posiada jednak więcej tłuszczu (83-114 g · kg⁻¹ s.m.) od owsa oplewionego (43 g · kg⁻¹ s.m.), pszenicy (19 g · kg⁻¹ s.m.) i jęczmienia (13 g · kg⁻¹ s.m.). W związku z tym, że tłuszcz zawiera 2,25 razy więcej energii niż węglowodany owsy nagoziarniste mają wyższą energię metaboliczną. Do cennych walorów owsa nieoplewionego należy wyższa zawartość beta-glukanu w jego ziarnie w porównaniu z owsem oplewionym. Składnik ten u człowieka istotnie obniża stężenie LDL cholesterolu w surowicy. G ą s i o r o w s k i (4) stwierdza, że przetwory owsiane mogą odgrywać ważną rolę w zapobieganiu miażdżycy tętnic. Beta-glukan może być jednak substancją antyżywnościową dla kurcząt brojlerów, gdyż powoduje pogorszenie przyrostu ich masy.

Według N i t y (11) zwiększenie uprawy owsa nagoziarnistego będzie możliwe po podwyższeniu potencjału plonowania, stworzeniu rynku dla owsa nagoziarnistego, wzrostu odsetka nagości i redukcji włosków. Należy także ujednolicić wielkość ziarna, poprawić wartość użytkową owsa nagoziarnistego, zbadać przyczyny wpływu środowiska na ekspresję cechy nagości.

Obecnie zmierza się do wyhodowania dwóch typów nowych odmian owsa nagoziarnistego z przeznaczeniem do żywienia ludzi i zwierząt. Owies przeznaczony do żywienia ludzi powinien charakteryzować się możliwie wysoką zawartością białka i beta-glukanu, a niską zawartością tłuszczu. Natomiast owies dla zwierząt powinien cechować się możliwie wysoką zawartością białka i tłuszczu, a niską zawartością beta-glukanu (11).

Podsumowanie

W Polsce owies jest wciąż zbożem niedocenianym. Ziarno nieoplewionych odmian stanowi zupełnie nową jakość, ponieważ dzięki małej zawartości włókna pokarmowego i dużej koncentracji białka i tłuszczu stwarza nowe możliwości wykorzystania owsa w żywieniu zwierząt (wszystkich grup) i w przemyśle spożywczym. Polskie odmiany owsa nieoplewionego pod względem wielu cech nie są gorsze od zagranicznych. Jednak niskie plony ziarna owsa w Polsce, rzutujące na ekonomikę jego produkcji, są wynikiem dużych zaniedbań w zakresie agrotechniki oraz słabego wykorzystania postępu biologicznego.

Literatura

1. Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M.: Ziarno owsa – niedoceniane źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. I. Ogólna charakterystyka owsa. Biul. IHAR, 2000, **215**: 209-222.
2. Budzyński W.: Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne – przegląd wyników badań krajowych. Żywność (Nauka-Technologia-Jakość). 1999, **1(18)**: 11-25.
3. COBORU. Lista Opisowa Odmian. 1997–2006.
4. Gąsiorowski H.: Owies – chemia i technologia. PWRiL Poznań, 1995.
5. Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J.: Wpływ terminu i gęstości siewu na plonowanie nowych odmian owsa. Biul. IHAR, 2001, **217**: 121-126.
6. Leszczyńska D.: Uprawa owsa nieoplewionego – stan obecny i przyszłość. Pam. Puł., 2002, **130/II**: 463 - 469.
7. Leszczyńska D.: Wpływ obecności owsa (formy oplewionej i nieoplewionej) na cechy plonotwórcze jęczmienia w zasiewie mieszanym. Prog. Plant. Prot./Post. Ochr. Rośl., 2006, **46(2)**: 19-23.
8. Leszczyńska D., Noworolnik K.: Technologia produkcji owsa nieoplewionego (odmiana Akt). Instr. wdroż. IUNG Puławy, 2002, **215**.
9. Leszczyńska D., Noworolnik K.: Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na plonowanie, komponenty plonu oraz zawartość białka i plon białka owsa nagoziarnistego. Fragm. Agron., 2008, **1(97)**: 220-227.
10. Mazurek J. (red.): Biologia i agrotechnika owsa. IUNG Puławy, 1993.
11. Nita Z.: Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. Żywność (Nauka-Technologia-Jakość). 1999, **1(18)**: 186-192.
12. Nita Z., Orłowska-Job W.: Hodowla owsa nagoziarnistego w ZDHAR w Strzelcach. Biul. IHAR, 1996, **197**: 141-146.
13. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Przydatność nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego i owsa do uprawy w zasiewach mieszanych. Pam. Puł., 2004, **138**: 109-116.
14. Noworolnik K., Maj L.: Plonowanie owsa nagoziarnistego na tle oplewionego w zależności od nawożenia azotem. Pam. Puł., 2005, **139**: 129-136.
15. Noworolnik K., Maj L.: Wpływ gęstości siewu na plonowanie owsa nagoziarnistego i oplewionego. Pam. Puł., 2005, **139**: 137-143.
16. Peltonen-Sainio P.: Groat yield and plant stand structure of naked and hulled oat under different nitrogen fertilizer and seeding rates. Agron. J., 1997, **89**: 140-147.
17. Piech M., Maciorowski R., Petkov K.: Plon ziarna i składników pokarmowych owsa nieoplewionego i oplewionego uprawianego przy dwóch poziomach nawożenia azotem. Biul. IHAR, 2003, **229**: 103-113.

18. Sułek A.: Wpływ dawek azotu na plon ziarna i jego komponenty u nowych odmian owsa. Biul. IHAR, 2003, **229**: 125-130.
19. Sułek A., Leszczyńska D.: Stan aktualny i perspektywy uprawy owsa w Polsce. Biul. IHAR, 2004, **231**: 387-395.
20. Sułek A., Leszczyńska D., Cyfert R.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian owsa. IUNG-PIB Puławy, COBORU Słupia Wielka, 2005.
21. Walenś M.: Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. Biul. IHAR, 2003, **229**: 115-124.
22. Wróbel E., Kijora C. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie i jakość ziarna owsa nagoziarnistego. Pam. Puł., 2004, **135**: 331-340.

Adres do korespondencji:

dr Danuta Leszczyńska
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 345
e-mail: leszcz@iung.pulawy.pl

Franciszek Brzoška*Instytut Zootechniki - Państwowy Instytut Badawczy
w Krakowie***WYKORZYSTANIE ZIARNA ZBÓŻ W ŻYWIENIU
RÓŻNYCH GATUNKÓW ZWIERZĄT**

Produkcja ziarna zbóż w Polsce waha się w granicach 24-28 mln ton rocznie, zależnie od warunków pogodowych w różnych okresach wegetacji, w tym udział zbiorów poszczególnych gatunków zbóż wynosi: pszenica 32,6%; pszenżyto 14,5%; jęczmień 13,3%; żyto 12,6%; owies 4,9%; mieszanki zbożowe 14,5% i kukurydza 7,2%. Na cele paszowe do żywienia zwierząt przeznaczają się około 61,4% zbiorów zbóż, tj. ponad 16 mln ton ziarna (Rocznik Statystyczny GUS, 2006). Brak jest danych dotyczących struktury zbóż paszowych, jakkolwiek z dużym prawdopodobieństwem odpowiada ona strukturze produkcji ziarna, z tym że dużą część pszenicy i żyta przeznaczają się na potrzeby wyżywienia ludności.

W pracy przedstawiono zagadnienie wykorzystania ziarna zbóż w żywieniu zwierząt opracowane głównie na podstawie wyników badań własnych i współpracowników (1-8).

Skład chemiczny i wartość pokarmowa ziarna zbóż

Ziarno zbóż składa się z okrywy owocowo-nasiennej, endospermu (bielma) i zarodka. Całość otoczona jest u jęczmienia i owsa plewkami, stąd te zboża posiadają wyższą od innych zawartość włókna surowego. Włókno jest to polisacharyd strukturalny, głównie celuloza, który zmniejsza strawność ziarna i ogranicza jego przydatność do żywienia młodych zwierząt. W ostatnich latach dzięki postępowi genetycznemu otrzymano ziarno owsa karłowego pozbawionego plewki, o wyższej wartości pokarmowej od owsa tradycyjnego. Otrzymano również formę owsa brązowego, odmienną od tradycyjnego owsa żółtego.

Głównym składnikiem pokarmowym bielma zbóż jest wielocukier skrobia, zbudowana z cząsteczek glukozy połączonych wiązaniami glikozydowymi. Zwierzęta gospodarskie, podobnie jak człowiek, posiadają układ enzymatyczny pozwalający na rozkład skrobi do glukozy. Glukoza jest podstawowym produktem energetycznym w organizmach żywych. Jest kluczowym związkiem chemicznym biorącym udział w metabolizmie tkankowym ludzi i zwierząt. Białko w ziarnie zbóż jest ubogie w aminokwasy niezbędne dla zwierząt. Występuje w postaci prolaminy i gluteiny (70-90%) oraz

glutenu i niewielkiej ilości albuminy (10-30%), które składają się z aminokwasów. Aminokwasy wchłaniane są w przewodzie pokarmowym zwierząt, stanowiąc punkt wyjściowy w metabolizmie białek i syntezie hormonów. Są materiałem budulcowym tkanki mięśniowej oraz głównym produktem mleka i jaj. Tłuszcz występuje głównie w zarodku ziarniaków i jest jego ważnym produktem energetycznym. Skład chemiczny ziarna odpowiada przede wszystkim potrzebom kiełkujących nasion i ustalił się w długim okresie ewolucji roślin. Rozwój ludzkiej cywilizacji wykorzystał zdolność gromadzenia skrobi i białka w ziarnie zbóż, a poprzez ich uprawę i selekcję zapewnił sobie materiał do produkcji chleba, kaszy, a z czasem także paszę dla zwierząt gospodarskich. Proces ten, który trwał tysiące lat, stał się podstawą ewolucji pojedynczego człowieka z powodu zmiany sposobu odżywiania się i całych społeczeństw ze względu na poziom białka i energii w diecie.

Na cele paszowe zwierząt wykorzystuje się ziarno zbóż oraz produkty uboczne jego przetwarzania. Produktem ubocznym przy otrzymywaniu mąki zbożowej są otręby, powszechnie wykorzystywane w żywieniu zwierząt. Z przetwarzania nasion kukurydzy otrzymuje się gluten kukurydziany, produkt o bardzo wysokiej zawartości białka i aminokwasów. Rozwijane obecnie w naszym kraju wydajne technologie produkcji etanolu dają suszony wywar gorzelniany (DDGS), produkt wykorzystywany w żywieniu wszystkich gatunków zwierząt.

Zawartość składników pokarmowych w ziarnie zbóż jest podobna. Zawartość białka ogólnego waha się od $95 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w ziarnie kukurydzy do $120 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w pszenicy. Aminokwasami limitującymi wartość biologiczną białka zbóż są lizyna w żywieniu trzody chlewnej i metionina w żywieniu drobiu. Poziom lizyny w zbożach wynosi około $3,0\text{-}4,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a metioniny oznaczanej z cysteiną około $3,7\text{-}4,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nawożenie azotem zwiększa zawartość białka w ziarnie zbóż, jakkolwiek zwiększa się głównie zawartość aminokwasów mniej ważnych w żywieniu zwierząt. Zawartość skrobi w ziarnie zbóż jest bardziej zróżnicowana i waha się od około $400 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w owsie do $740 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w kukurydzy. Zawartość tłuszczu w ziarnie zbóż jest niska i waha się od 2% w jęczmieniu do 6% w owsie i kukurydzy. Zawartość składników mineralnych i witamin w ziarnie jest niska i zmienna, zależnie od gatunku i odmiany zbóż oraz warunków glebowo-klimatycznych; nie jest brana pod uwagę przy bilansowaniu składu mieszanek paszowych dla zwierząt. Zawartość składników pokarmowych w ziarnie różnych gatunków zbóż krajowych podano w tabeli 1. Dane te pochodzą z tabel wartości pokarmowej pasz i gromadzone są w sposób stały przez Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN oraz Instytut Zootechniki - PIB w ramach programu wieloletniego.

Zawartość składników pokarmowych w ziarnie zbóż zależy od:

- miejsca uprawy, w tym zasobności gleby i warunków klimatycznych (zmienność $\pm 30\%$);
- poziomu nawożenia (zmienność $\pm 20\%$);
- gatunku i odmiany (zmienność $\pm 10\%$).

Ze względu na zawartość energii ziarno zbóż można uszeregować w kolejności: kukurydza > pszenica > pszenżyto > żyto > jęczmień > owies. W przypadku zawarto-

ści białka ogólnego i aminokwasów egzogennych krajowe zboża paszowe można uszeregować następująco: pszenżyto > pszenica > owies > jęczmień > żyto > kukurydza.

Zwiększone nawożenie azotem stosowane dogłębowo i dolistne istotnie podwyższa zawartość białka ogólnego w ziarnie zbóż, jakkolwiek nie wpływa na poziom aminokwasów egzogennych, w tym lizyny i metioniny z cystyną. Selekcja zbóż na zawartość aminokwasów egzogennych w badaniach naukowych nie powiodła się, prowadziła bowiem do spadku ogólnej zawartości białka w ziarnie.

Tabela 1

Składniki pokarmowe i wartość energetyczna ziarna zbóż według Norm Żywienia Drobiu (1993) i Norm Żywienia Świń (1993) w g i MJ · kg⁻¹ masy o zawartości 880 g suchej masy

Składniki pokarmowe	Pszenica	Pszenżyto	Żyto	Jęczmień	Owies	Kukurydza
Zawartość (g · kg ⁻¹):						
białko ogólne	119	122	95	110	118	94
tłuszcz surowy	20	14	16	21	41	39
włókno surowe	29	24	24	48	89	29
skrobia	594	565	565	523	393	740
popiół surowy	18	18	18	27	31	17
Energia (MJ · kg ⁻¹):						
przeżuwacze (EN)*	7,5	7,3	7,3	6,9	6,0	7,9
świnie (EM)	13,9	13,5	13,3	12,6	11,3	14,0
konie (ES)	13,4	13,5	14,1	12,8	11,5	13,6
drób (EM)	12,9	12,6	10,7**	11,9	10,8	13,8

* EN – energia netto, EM – energia przemienialna, ES – energia strawna

** wartość ta jest wyższa dla ziarna podawanego ptakom z dodatkiem enzymów oraz ptactwa dorosłego

Źródło: Brzóska F. i in., 1993 (2).

Ziarno zbóż zawiera pewną ilość witamin. Mają one znaczenie, gdy w żywieniu zwierząt nie dostarcza się ich z innych źródeł, np. premiksów farmerskich.

Drugim ważnym wskaźnikiem wartości pokarmowej ziarna zbóż jest strawność składników pokarmowych określana ilością składników pokarmowych wchłoniętych w jelitach i wykorzystanych na cele bytowe i produkcyjne zwierząt. Czynnikiem ograniczającym strawność ziarna zbóż jest zawartość w nim włókna surowego, głównie celulozy. Najwyższą strawnością charakteryzuje się ziarno kukurydzy i pszenicy, stąd posiadają najwyższą zawartość energii.

Strawność składników pokarmowych zależy od kilku czynników, w tym od budowy przewodu pokarmowego zwierzęcia, stopnia rozdrobnienia oraz od ilości ziarna w dawce pokarmowej i zawartości w nim włókna. Ziarno w żywieniu drobiu i świń posiadających żołądek 1-komorowy trawione jest do glukozy i aminokwasów oraz wchłaniane w jelicie cienkim. W żywieniu zwierząt przeżuwających natomiast niemal całe ziarno rozkładane jest w przedżołądku - zwaczy do lotnych kwasów tłuszczowych. Po wchłonięciu ich do krwiobiegu podlegają dalszym procesom metabolicznym.

Mielenie i śrutowanie ziarna zwiększa jego strawność, stąd w produkcji mieszanek paszowych zawierających około 35-60% ziarna zbóż używa się ziarna śrutowanego. Dla drobiu dorosłego, głównie niosek kur, który posiada wole mięśniowe, możliwa jest produkcja mieszanek paszowych z ziarna całego.

Stosowanie w żywieniu zwierząt dużych ilości ziarna zbóż lub mieszanek paszowych obniża jego strawność i stopień wykorzystania, jakkolwiek jest ceną płaconą za wprowadzanie intensywnych metod żywienia zwierząt.

Ziarno zbóż zawiera składniki mineralne, w tym: wapń, fosfor, magnez, sód, żelazo, cynk, mangan, miedź i kobalt. Zawartość składników mineralnych w ziarnie jest cechą gatunkową, zależną w dużym stopniu od zasobności w nie gleby, na której zboże wyrosło, a także od ilości opadów i temperatury w okresie wegetacji. Strawność i wykorzystanie składników mineralnych ziarna waha się w granicach od 20 do 90%. Sód i potas trawione i wchłaniane są w 70-90%, natomiast fosfor i magnez w 10-20%.

Wykorzystanie ziarna zbóż w żywieniu zwierząt

Ziarno zbóż można stosować w żywieniu zwierząt w trzech postaciach (systemach żywienia), jako:

- samo ziarno zbóż lub ziarno wzbogacone w nasiona roślin strączkowych lub makuch rzepakowy i premiks farmerski,
- ziarno wzbogacone w mieszanki paszowe uzupełniające (koncentraty paszowe),
- mieszankę pełnoporcjową z dużym udziałem ziarna zbóż.

Pierwszy system żywienia zwierząt stosowany jest głównie w małych gospodarstwach rolniczych, bazujących w produkcji na własnych paszach, a tylko w niewielkim stopniu wzbogaconych w białko i składniki mineralne. Ten sposób żywienia jest najmniej efektywny, jakkolwiek może przynosić pewien dochód rolniczy. Nie gwarantuje pełnego pokrycia potrzeb pokarmowych zwierząt na białko, a w przypadku tuczu trzody chlewnej daje materiał rzeźny o niskiej zawartości mięsa i przetłuszczony.

Drugi system stosowany jest głównie przez rolników specjalizujących się w odchowcie i tuczu trzody chlewnej, a także w produkcji towarowej mleka. Bazuje na zakupie tzw. koncentratów białkowych i mieszaniu ich z własnymi śrutami zbożowymi. Jest to system prosty, ekonomicznie efektywny i gwarantujący pokrycie potrzeb pokarmowych zwierząt na energię, białko, składniki mineralne i witaminy. W Polsce 50-60% produkcji towarowej trzody chlewnej i bydła rzeźnego oraz mleka pozyskiwana jest według tego systemu żywienia. Szacuje się, że w tym systemie skarmia się około 10-12 mln ton ziarna zbóż.

Trzeci system bazuje na zakupie lub własnej produkcji mieszanek paszowych pełnoporcjowych. Stosowany jest głównie w żywieniu kur niosek i towarowej produkcji jaj, produkcji indyków rzeźnych, a także w produkcji trzody chlewnej w dużych fermach. Ekonomicznie system ten jest mniej efektywny, jakkolwiek zapewnia opłacalną produkcję i właściwe standardy żywienia zwierząt.

W Polsce produkcja mieszanek paszowych wynosi około 5,5 mln ton. Przeciętna zawartość ziarna zbóż w mieszankach wynosi 50-60%. Oznacza to, że w mieszankach paszowych zużywa się około 3,0-3,5 mln ton ziarna zbóż.

Ziarno zbóż w żywieniu drobiu

W Polsce ziarno pszenicy jest głównym zbożem stosowanym w żywieniu drobiu. Ziarno pszenicy jest jednym z podstawowych surowców paszowych używanych do produkcji pełnoporcjowych mieszanek paszowych dla drobiu. Mieszanki paszowe dla drobiu wytwarzane są w ilości około 3,5 mln ton. Śrutowane ziarno stanowi 25-70% ogółu ziarna zbóż znajdującego się w mieszankach dla drobiu.

Ziarno pszenżyta może być stosowane w szerokim zakresie w żywieniu drobiu. Ze względu na wyższą zawartość białka w jego ziarnie zastępowanie nim ziarna kukurydzy daje pewną oszczędność białka paszowego. W badaniach naukowych potwierdzono przydatność ziarna pszenżyta w żywieniu kur niosek i rosnących indyków. Najlepsze wyniki osiągnęto zastępując ziarno kukurydzy w 50% ziarnem pszenżyta, które można również stosować jako zamiennik w mieszankach paszowych ziarna pszenicy i jęczmienia. Nie stwierdzono, aby podawanie pszenżyta w stadach kur reprodukcyjnych wpływało ujemnie na jakość jaj, w tym na wylęgowość piskląt, ich wielkość i żywotność. Ziarno pszenżyta może być zamiennikiem pszenicy w przyzagrodowym żywieniu kur.

Ziarno żyta można stosować w żywieniu drobiu, lecz w ograniczonej ilości. Jest ono mniej chętnie pobierane przez ptaki. Wykazano, że ziarnem żyta można zastępować nie więcej, jak 20-40% ziarna kukurydzy lub pszenicy. Czynnikiem obniżającym przydatność żyta w żywieniu drobiu jest zawartość w nim alkilorezorcynoli i węglowodanów nieskrobiowych. Ich zawartość jest szczególnie wysoka, gdy ziarno żyta jest słabo wykształcone. Pentozany uwolnione z ziarna zwiększają lepkość treści pokarmowej, co ogranicza wchłanianie trawionych składników pokarmowych.

Ziarno jęczmienia może być stosowane w paszach dla drobiu, jednak w ograniczonej ilości. Korzystne wyniki żywienia brojlerów uzyskiwano przy 10-12% udziale ziarna jęczmienia w mieszankach paszowych. Jęczmień może być stosowany w żywieniu kur niosek i koni, jednak jest gorzej pobierany niż pszenica przez drób i owies przez konie.

Ziarno owsa ze względu na włókno pokarmowe nie może być stosowane w żywieniu kur niosek, kurcząt rzeźnych i indyków. Z tych samych powodów nie nadaje się do żywienia świń. Jest natomiast doskonałą paszą dla koni roboczych i sportowych oraz gęsi. Owies stosowany jest w żywieniu gęsi rzeźnych w końcowym okresie życia, w wieku 3-4 miesięcy. Korzystnie jest podawać ptakom owies gnieciony jako wyłączną paszę. Pobierany jest w ilości 300-400 g na dzień. Owies ze względu na stosunkowo wysoką zawartość tłuszczu nadaje tuszce gęsi specyficzny smak i zapach, przechodzący do tłuszczu. Owies można podawać również gęsiom nioskom, korzystnie w postaci mieszanki paszowej zawierającej 35% owsa, przy dziennym spożyciu 400 g ziarna owsa na sztukę.

Ziarno kukurydzy jest doskonałą paszą dla kurcząt i indycząt do wieku około 1 miesiąca. Wynika to z wysokiej zawartości skrobi i braku substancji przeciwdrożdżyczych. Mieszanki dla kurcząt na pierwszy i drugi okres chowu zawierają często około 30% ziarna kukurydzy. Duże zapotrzebowanie na ziarno kukurydzy w Polsce spowodowało szybki wzrost powierzchni uprawy tej rośliny na ziarno. Aktualnie areał kukurydzy na ziarno przekracza 240 tys. ha. Ziarno kukurydzy w czasie zbioru zawiera 30-40% wody i wymaga suszenia. Proces suszenia podraża koszt pozyskiwania ziarna, jakkolwiek plony na poziomie około $8 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ rekompensują te koszty i sprawiają, że produkcja ziarna z kukurydzy jest opłacalna.

Ziarno zbóż jest również podstawową paszą w żywieniu gołębi i ptaków ozdobnych w hodowlach amatorskich i ogrodach zoologicznych. Przeważa tam ziarno pszenicy i kukurydzy.

Ziarno zbóż w żywieniu trzody chlewnej

Postęp w zakresie uprawy zbóż, wzrost ich areału, a szczególnie plonów, spowodował, że w latach 60. XX w. uruchomiono w Polsce na szeroką skalę produkcję pełnoporcjowych mieszanek paszowych dla trzody chlewnej. Najbardziej racjonalnym sposobem produkcji żywca wieprzowego jest tucz świń własnymi zbożami, uzupełnionymi koncentratami białkowymi z zakupu. Zwierzęta domowe, w tym młode świnię, dla szybkiego wzrostu potrzebują więcej białka aniżeli znajduje się w zbożach. Źródłem białka w koncentratkach jest śruta sojowa z importu, a z pasz krajowych makuch rzepakowy.

Pszenica jest bardzo dobrą paszą dla świń, jednak zbyt cenną. Tylko sporadycznie spotyka się mieszanki paszowe zawierające pszenicę, szczególnie dla młodych zwierząt. W mieszankach dla prosiąt i warchlaków ziarno pszenicy stanowić może 30-60%, a w mieszankach dla loch, knurów i tuczników 10-30%. Dostatecznie dobrą paszą dla świń jest pszenżyto i jęczmień. Są to dwa podstawowe gatunki zbóż powszechnie stosowane w żywieniu świń. W mieszankach dla prosiąt i warchlaków ziarno pszenżyta stanowić może około 20-50%, a w mieszankach dla zwierząt dorosłych do 60%.

Ziarno jęczmienia jest podstawowym zbożem stosowanym w żywieniu trzody chlewnej. Stanowi 20-85% produkowanych dla świń mieszanek paszowych pełnoporcjowych. Powszechnie wykorzystywane jest również w żywieniu wraz z koncentratami białkowymi. Jęczmień może być wyłącznym zbożem w mieszankach paszowych lub dawkach pokarmowych, lecz najczęściej występuje wraz z innymi zbożami (pszenicą, pszenżytem, żytem, kukurydzą).

Ziarno żyta nie jest wykorzystywane do przemysłowej produkcji mieszanek paszowych. Stosowane jest w żywieniu świń w warunkach chowu gospodarskiego wraz z parowanymi ziemniakami i dodatkiem koncentratów białkowych. Ze względu na zawartość alkilorezorcynoli i pentozanów istnieją ograniczenia w skarmianiu ziarna żyta. W dawkach pokarmowych dla młodych świń optymalne ilości żyta wynoszą

20-30%, a w mieszankach dla świń dorosłych, loch, knurów i tuczników powyżej 60 kg masy ciała wynoszą 30-60%. Podany zakres udziału żyta w dawce pokarmowej zależy od jakości ziarna. Ziarno dobrze wykształcone zawiera znacznie mniej substancji przeciwdrożdżyczych. Czynnikiem zwiększającym wykorzystanie ziarna żyta w żywieniu drobiu i świń jest stosowanie dodatku enzymów paszowych w mieszankach, rozkładających substancje przeciwdrożdżycze i zmniejszających lepkość treści pokarmowej.

Ziarno owsa nie podlega obrotowi towarowemu prowadzonemu przez Agencję Rynku Rolnego i nie jest skupowane przez znaczących wytwórców mieszanek paszowych. Może więc być wykorzystywane w żywieniu zwierząt wyłącznie przez producentów mleka i zwierząt rzeźnych. Ze względu na wyższą od innych zbóż zawartość włókna owies w mieszankach paszowych i dawkach pokarmowych dla prosiąt, warchlaków i tuczników do 60 kg masy ciała stanowić może 10-20%. Dla tuczników cięższych powyżej 60 kg masy ciała owies może stanowić 25-30% mieszanki paszowej lub dawki pokarmowej. Bardziej tolerancyjne na zawartość włókna są lochy. W żywieniu loch luźnych i niskoprosnych stosować można 20-30% ziarna owsa. Ziarno owsa można poddać procesowi obłuszczenia. Znane są również odmiany karłowego owsa nagiego pozbawione łuski. Obie postacie owsa charakteryzuje wyższa w stosunku do ziarna tradycyjnego zawartość białka i tłuszczu, a niższa zawartość włókna surowego. Wartość energetyczna takiego owsa jest o 15-20% wyższa, jak owsa odmian tradycyjnych lub nieobłuszczonych. W żywieniu kur niosek i kurcząt rzeźnych można stosować 20-30% takiego ziarna, co daje wyniki porównywalne do osiągniętych przy stosowaniu ziarna kukurydzy lub pszenicy.

Ziarno kukurydzy jest doskonałą paszą energetyczną w żywieniu świń. Ze względu na wysoki poziom plonu ziarna, wynoszący około 8 ton suchego ziarna z ha i niskie koszty konserwacji, tucz świń z wykorzystaniem ziarna kukurydzy z dodatkiem koncentratu białkowego jest atrakcyjnym kierunkiem produkcji żywca wieprzowego. Ten kierunek produkcji intensywnie rozwija się w Europie Zachodniej. Ze względu na znaczną wilgotność (około 30-35%) najkorzystniej jest kisić rozdrobnione ziarno. Biologiczny proces fermentacji mlekowej w ziarnie przebiega spokojnie, a ilość produktów fermentacji jest stosunkowo niska. Prawidłowy przebieg fermentacji zapewnia stosowanie dodatków kiszonkarskich w postaci bakterii kwasu mlekowego. Straty fermentacyjne i straty związane z wybieraniem kiszonki z silosu lub przyzmy silosowej są stosunkowo małe i nie przekraczają 3-5%. Kiszzone ziarno kukurydzy zawiera około 100-110 g białka i około 3 g lizyny w 1 kg, stąd system żywienia świń powinien być oparty na skarmianiu dawek pokarmowych zawierających kiszone ziarno wraz z koncentratem białkowym. Już 300-500 g koncentratu na zwierzę zaspokaja potrzeby pokarmowe na białko i aminokwasy, a także składniki mineralne i witaminy. Obliczenia wskazują, że z 1 ha kukurydzy uprawianej na ziarno, uwzględniając zakup koncentratu białkowego, można wyżywić do 30 sztuk tuczników o masie ciała 100 kg.

Ziarno zbóż w żywieniu przeżuwaczy

Przeżuwacze utrzymywane ekstensywnie nie wymagają ziarna zbóż w dawkach pokarmowych. Przykładem mogą być wolno żyjące sarny, jelenie, danielle i żubry. Półintensywna i intensywna produkcja mleka oraz żywca wołowego lub jagnięcego wymaga stosowania w żywieniu bydła i owiec ziarna zbóż, a korzystnie wpływa skarmianie mieszanek paszowych zawierających obok skrobi dodatek białka, składników mineralnych i witamin.

Wydajność bydła mlecznego ściśle związana jest z ilością pasz treściwych stosowanych w ich żywieniu i tak w:

- USA i Izraelu na 1 krowę przypadają 2 tony tych pasz, a osiągnięta wydajność to 9-11 tys. kg mleka na laktację;
- Wielkiej Brytanii, Francji i Niemczech skarmia się 1-1,5 tony, przy wydajności 6-8 tys. kg mleka na laktację;
- Norwegii, Szwecji i Finlandii przypada 1 tona, przy wydajności 5-6 tys. kg mleka na laktację;
- Polsce tylko 0,2-0,3 tony pasz treściwych, przy wydajności 3,6-4 tys. kg mleka na laktację.

Z powyższego widać, że wydajność jednostkowa bydła mlecznego w dużym stopniu zależy od ilości podawanych krowom mieszanek paszowych. Ilość tych mieszanek w dawkach pokarmowych dla krów mlecznych wynosi od 1-3 kg w okresie wysokiej cielności i zasuszenia oraz do 9-10 kg w okresie szczytu laktacji, przy wydajności 40-50 kg mleka na dobę. Przeciętnie dawka mieszanki paszowej wynosi około 3-4 kg na dobę.

W produkcji mieszanek paszowych dla bydła wykorzystuje się z reguły zboża, które posiadają ograniczone zastosowanie w żywieniu drobiu i świń oraz produkty przetwarzania zbóż, takie jak otręby zbożowe i suszony wywar gorzelniany, a także mączki rzepakowe.

Pszenica nie jest stosowana w żywieniu bydła, natomiast szeroko wykorzystywane są otręby pszenne. Otręby stosowane są w żywieniu różnych grup bydła i owiec, w tym cieląt i jagniąt, jałówek i krów.

W żywieniu krów i młodego bydła rzeźnego najczęściej stosowane są: jęczmień, pszenżyto i żyto, a sporadycznie owies. Ziarno zbóż można podawać przeżuwaczom w postaci gniecionej. Śruty zbożowe ulegają w żwaczu zbyt gwałtownemu trawieniu, co może powodować zaburzenia pokarmowe, np. kwasotę żwacza (acydozę). Podawanie przeżuwaczom ziarna gniecionego zwalnia procesy hydrolizy skrobi, poprawia strukturę treści pokarmowej, co pozwala na uniknięcie niektórych schorzeń, zwłaszcza u krów otrzymujących powyżej 5-6 kg mieszanek paszowych na dobę, a z drugiej strony stwarza optymalne warunki dla syntezy białka bakteryjnego.

W ostatnich latach gospodarstwa rolnicze uprawiające kukurydzę na ziarno i posiadające stada wysokowydajnych krów do dawek pokarmowych dla krów wprowadziły kiszone wilgotne ziarno kukurydzy. Wynika to z dużego zapotrzebowania ener-

tycznego krów w szczycie laktacji, przy wysokiej zawartości energii strawnej w ziarnie kukurydzy. Dało to korzystny efekt produkcyjny i zdrowotny.

Ziarno jęczmienia zarówno ozimego, jak i jarego jest bardzo dobrą paszą dla młodych i dorosłych przeżuwaczy. W żywieniu cieląt, jagniąt, koźląt, kóz, krów i młodego bydła opasowego powinno się stosować jęczmień gnieciony. Ziarno gniecione można uzupełnić paszą białkową, np. makuchem rzepakowym lub śrutowanymi nasionami roślin strączkowych, mieszanką mineralno-witaminową i w takiej postaci podawać zwierzętom. Mieszanki paszowe zawierające zboża można podawać cielętom i jagniętom od wieku 2-3 tygodni. Ich pobranie w tym okresie wynosi 0,2-0,4 kg na dzień.

Ziarno zbóż w żywieniu innych gatunków zwierząt

Ziarno zbóż obok siana jest dominującą paszą w żywieniu koni sportowych i pociągowych. Szczególną rolę odgrywa owies. W żywieniu żrebiąt ziarno owsa można stosować już od 3 tygodnia życia. Dawki owsa dla koni wynoszą przeciętnie 3-4 kg na dzień. Dla koni pracujących mogą dochodzić do 6-8 kg na dzień, zaś konie sportowe powinny otrzymywać 2-2,5 kg owsa na dzień.

W krajach zachodnich, szczególnie we Francji, w żywieniu koni wykorzystywane są formy owsa brązowego, który uchodzi za bardziej odpowiedni dla koni. Badania wykonane w Instytucie Zootechniki - PIB we współpracy ze SHR Danko Sp. z o.o. nie wykazały w składzie chemicznym tego owsa cech szczególnych, jakkolwiek obserwacje wykonane na koniach wskazywały na lepsze wyjadanie tej formy owsa. Nie udało się ustalić jaki czynnik zawarty w owsie brązowym sprzyja lepszemu wyjadaniu. W ostatnich latach w żywieniu koni sportowych stosowano pasze pełnoporcjowe wytwarzane w formie grubego granulatu zawierającego wszystkie niezbędne składniki, w tym susz z traw, nasiona zbóż (głównie owsa), pasze białkowe, mineralne i witaminy.

Ziarno zbóż, szczególnie pszenicy, jęczmienia, owsa i kukurydzy w postaci całej lub grubo śrutowanej stosowane jest w mieszankach paszowych dla bażantów utrzymywanych w hodowlach zamkniętych, perliczek i indyków.

Całe ziarno zbóż, najczęściej w postaci mieszaniny pszenicy, jęczmienia, kukurydzy i żyta lub pszenżyta, znajduje również zastosowanie w żywieniu zwierząt łownych, w hodowlach zamkniętych (daniele, jelenie), a także w ogrodach zoologicznych, stosowane jako dodatkowa pasza, szczególnie w okresach odchowu przychowku i wzmożonego zapotrzebowania pokarmowego matek karmiących młode. Ziarno zbóż, głównie jęczmienia i kukurydzy, wykorzystywane jest przez związki łowieckie do dokarmiania zwierzyny płowej w okresach zimy, gdy pokrywa śnieżna utrudnia zdobywanie pokarmu. Ziarno pszenicy i kukurydzy jest również ważnym składnikiem mieszanek paszowych dla ptaków ozdobnych i śpiewających utrzymywanych w warunkach klatkowych i wolierowych.

Ziarno wszystkich gatunków zbóż uprawianych w Polsce stosowane jest w żywieniu zwierząt futerkowych, w tym norek, lisów, królików i szynszyli. Ziarno paszowe,

w tym żyta i jęczmienia, stosowane jest również w żywieniu ryb w hodowlach stawowych.

Substancje przeciwdrożdżycze i toksyczne w ziarnie zbóż

W ziarnie zbóż występują substancje ujemnie wpływające na wyniki produkcyjne i zdrowie zwierząt. Ich rola w organizmach roślin jest słabo poznana. Należą do nich m.in. rezorcynole, polisacharydy nieskrobiowe, inhibitory trypsyny i chymotrypsyny, taniny i pektyny, a także toksyny pleśniowe.

Rezorcynole są pochodnymi fenoli. Największa ich ilość, około $1-1,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, występuje w ziarnie żyta, a o połowę mniejsza ilość w ziarnie pszenicy i pszenżyta. Sądzono, że są substancjami chroniącymi ziarno przed drobnoustrojami i szkodnikami zbożowymi, lecz oddziałują ujemnie na młode zwierzęta.

Polisacharydy nieskrobiowe, do których zalicza się pentozy (arabino-ksylany), kwasy uronowe i beta-glukany, powodują wzrost lepkości treści pokarmowej, co ogranicza tempo wzrostu zwierząt i wykorzystanie paszy. Pentozy mogą tworzyć z białkami w przewodzie pokarmowym kompleksy ograniczające ich wchłanianie i przyswajalność. Czynnikiem niwelującym ujemny wpływ polisacharydów skrobiowych są enzymy dodawane do mieszanek paszowych, powodujące częściowy ich rozkład w przewodzie pokarmowym.

Inhibitory enzymów proteolitycznych w największej ilości występują w ziarnie żyta i pszenżyta. Są czynnikami obniżającymi aktywność enzymów zwierzęcych o charakterze proteolitycznym, trawiących białka. W ziarnie zbóż nie przypisuje się im dużej roli.

Taniny są złożonymi polimerami fenolowymi występującymi w ziarnie zbóż. Obniżają one smakowość ziarna i zmniejszają przepuszczalność ścian przewodu pokarmowego, co obniża strawność składników pokarmowych.

Pektyny wyizolowane z ziarna pszenicy są białkami pochodzenia nieimmunologicznego, wiążącymi cukry lub glikoproteidy i powodujące aglutynację komórek. Przypisuje się im aglutynację komórek śluzowych przewodu pokarmowego u ludzi uczulonych na gluten występujący w pieczywie.

Toksyny pleśniowe, określane jako mikotoksyny, są metabolitami wytwarzanymi przez grzyby pleśniowe rozwijające się na zbożach bądź w polu lub magazynie zbożowym. W strefie klimatu umiarkowanego najczęściej występującymi toksynami pleśniowymi są: ochratoksyna wytwarzana przez gatunki z rodzaju *Penicillium* oraz zearalenon i trichocen wytwarzane przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. Normy międzynarodowe określają dopuszczalne poziomy zawartości toksyn pleśniowych: ochratoksyny – 1,4; zearalenonu – 0,05 i trichocenu – $0,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ suchej masy ziarna zbóż.

Literatura

1. Brzóska F.: Wartość pokarmowa pszenżyta i jego przydatność w żywieniu zwierząt. Biul. Oceny Odmian, 1988, **14(1)**: 27-38.
2. Brzóska F., Brejta W., Kryszczak M., Gąsior R.: Wpływ sposobu zakiszania traw i formy fizycznej jęczmienia na efektywność opasania buhajków i jakość tusz wołowych. Rocz. Nauk. Zoot., 1993, **20(2)**: 213-226.
3. Brzóska F., Brejta W., Gąsior R.: Wpływ różnych gatunków zbóż paszowych i postaci fizycznej ziarna na efektywność opasania, parametry tusz i skład mięsa buhajów. Rocz. Nauk. Zoot., 1999, **26(1)**: 125-139.
4. Brzóska F., Górski T., Kęsik K., Lipski S., Machul M., Madej A.: Kukurydza. Produkcja ziarna i CCM. IUNG Puławy, Instytut Zootechniki Kraków, 2002, 1-73.
5. Jaśkiewicz B., Hołubowicz-Kliza G., Brzóska F.: Uprawa żyta ozimego. IUNG-PIB Puławy, Instytut Zootechniki Kraków, 2005, 1-65.
6. Noworolnik K., Leszczyńska D., Hołubowicz-Kliza G., Brzóska F.: Uprawa jęczmienia jarego na cele paszowe. Instr. upowszechn. 94/03. IUNG Puławy, Instytut Zootechniki Kraków, 2003, 1-58.
7. Noworolnik K., Księżak J., Brzóska F.: Uprawa mieszanek zbożowo-strączkowych. Instr. upowszechn. nr 95/03. IUNG Puławy, Instytut Zootechniki Kraków, 2003, 1-38.
8. Noworolnik K., Leszczyńska D., Brzóska F.: Uprawa jarych mieszanek zbożowych. Instr. upowszechn. nr 96/03, IUNG Puławy, Instytut Zootechniki Kraków, 2003, 1-25.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Franciszek Brzóska
Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa
Instytut Zootechniki - PIB
ul. Krakowska 1
32-083 Kraków Balice
tel. (12) 25 88 111
e-mail: fbrzoska@izoo.krakow.pl

Stanisław Krasowicz

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

POZIOM PLONU JAKO CZYNNIK KSZTAŁTUJĄCY OPLACALNOŚĆ PRODUKCJI ZIARNA ZBÓŻ*

Wstęp

Plony zbóż są odzwierciedleniem działania całego szeregu czynników plonotwórczych i plonochronnych. Opinie różnych autorów na temat wpływu wielu grup czynników na plony zbóż są różnicowane. Z badań IUNG (2) wynika, że do czynników istotnie kształtujących poziom plonów ziarna pszenicy należą: termin siewu, ilość wysiewu nasion oraz suma opadów w okresie wiosenno-letnim (od kwietnia do lipca). Dodatni wpływ na poziom plonowania zbóż wywiera postęp biologiczny. Według Krzyska i in. (4) postęp biologiczny we współdziałaniu z doskonaleniem technologii produkcji należy do głównych czynników wzrostu plonów zbóż. Natomiast Nalborczyk (5) wskazuje, że postęp biologiczny w końcu XX wieku decydował w głównej mierze (52%) o wzroście produktywności roślin, a relatywnie mniejszą rolę odgrywało nawożenie i ochrona roślin (odpowiednio 24 i 14%).

Harasimi i Matyka (2) analizując ważniejsze elementy technologii produkcji wpływające na poziom plonowania pszenicy ozimej oraz ich zmiany w ujęciu długookresowym (24 lata) wykazali, że osiągnięty plon ziarna jest wypadkową działania wielu czynników zarówno kontrolowanych, jak i niekontrolowanych. Istotne znaczenie plonotwórcze mają te czynniki, które występują na niskim poziomie lub są w minimum.

Oplacalność produkcji jest wyrażoną w procentach relacją wartości uzyskanej produkcji do poniesionych kosztów (1). O opłacalności produkcji zbóż, obok wielkości plonów, decydują zatem ceny skupu ziarna oraz intensywność technologii, której miarą są koszty bezpośrednie ($\text{w zł} \cdot \text{ha}^{-1}$), odzwierciedlające w ujęciu wartościowym zużycie i koszty środków produkcji, takich jak: nasiona, nawozy mineralne, środki ochrony roślin (3).

W ostatnich latach opłacalność produkcji zbóż ocenia się w sposób uproszczony za pomocą nadwyżki bezpośredniej. Jednak o opłacalności decydują także koszty pośrednie, z reguły nie związane z poziomem plonów.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Celem opracowania było przedstawienie wpływu poziomu plonów na opłacalność produkcji ziarna zbóż.

Materiał i metoda

Podstawowym założeniem metodycznym było porównanie wybranych technologii produkcji zbóż zróżnicowanych ze względu na poziom uzyskiwanych plonów ziarna, stanowiących pochodną ponoszonych nakładów, a więc i kosztów bezpośrednich. Przyjęto także, że wpływ poziomu plonów na opłacalność produkcji ziarna zbóż należy oceniać z punktu widzenia efektywności ekonomicznej wykorzystania podstawowych czynników produkcji, tj. ziemi, pracy i kapitału (6). Do porównań wykorzystano wybrane technologie produkcji zbóż, badane przez IUNG oraz dane z roku 2005, pochodzące z gospodarstw prowadzących rachunkowość rolną i badanie kosztów dla IE-RiGŻ (7).

Analizę wykonano z uwzględnieniem cen i ich relacji z ostatnich lat oraz wybranych danych GUS (8). W I etapie ocenę przeprowadzono w sposób uproszczony, uwzględniając tylko wartość zebranego ziarna (wartość produkcji) i bezpośrednie koszty produkcji, czyli wartość zużytych nasion, nawozów i środków ochrony roślin. Tło oceny stanowiła analiza dynamiki zmian plonów, cen skupu ziarna, cen wybranych środków produkcji (nasiona, nawozy, środki ochrony roślin). W rachunku pominięto dopłaty do 1 ha z uwagi na fakt, że nie wiążą się one z poziomem uzyskiwanych plonów.

Jako podstawowe kryterium oceny efektywności ekonomicznej przyjęto nadwyżkę bezpośrednią wyliczoną jako różnica pomiędzy wartością produkcji z hektara a ponoszonymi kosztami bezpośrednimi. Po odpowiednich przeliczeniach kategoria ta była przyjęta jako miara efektywności wykorzystania podstawowych czynników produkcji, tj. ziemi, pracy, kapitału. Podjęto również próbę oceny wpływu kosztów pośrednich i amortyzacji na opłacalność produkcji zbóż. Wiązało się to z faktem, że produkcja zbóż odbywała się w gospodarstwach, których wyposażenie i organizacja także rzutowały na opłacalność produkcji. W rachunku opłacalności uwzględniono koszty pośrednie: rzeczywiste i szacunkowe (1).

Koszty pośrednie rzeczywiste działalności operacyjnej gospodarstwa rolniczego są to koszty ponoszone z tytułu funkcjonowania lub tylko istnienia gospodarstwa. Obejmują one: koszty ogólnogospodarcze (paliwa płynne, energię elektryczną, remonty bieżące budynków gospodarczych, melioracji, pojazdów i maszyn, ubezpieczenia budynków gospodarczych, pojazdów mechanicznych i maszyn rolniczych oraz składki KRUS), podatki i koszty czynników zewnętrznych (praca najemna stała, czynsze dzierżawne, odsetki od kredytów). Natomiast koszty pośrednie szacunkowe działalności operacyjnej gospodarstwa rolniczego obejmują amortyzację budynków gospodarczych, melioracji oraz pojazdów mechanicznych i maszyn rolniczych.

Uwzględniając te dwie kategorie kosztów pośrednich oceniono wpływ poziomu plonów na opłacalność produkcji zbóż, obliczając dochód rolniczy brutto i netto oraz wskaźnik opłacalności produkcji.

Omówienie wyników

Podstawowe wyznaczniki opłacalności produkcji ziarna zbóż, tj. plony, ceny skupu oraz ceny środków produkcji charakteryzowały się zróżnicowaną dynamiką zmian. Dynamikę zmian plonów zbóż w Polsce w latach 1995–2006 przedstawiono w tabeli 1. Z porównania danych zamieszczonych w tej tabeli wynika, że obok zróżnicowania gatunkowego (relatywnie wyższe plony pszenicy ozimej) plony ziarna zbóż w Polsce wykazywały różną dynamikę zmian w latach. Oczywiście plony zbóż na poziomie regionów lub gospodarstw mogą się charakteryzować znacznie większym zróżnicowaniem. O wartości produkcji decyduje jednak także poziom cen skupu ziarna.

W tabeli 2 podano dynamikę zmian cen skupu ziarna w latach 1995–2006. Generalnie ceny skupu ziarna zbóż wykazywały w analizowanym okresie tendencję wzrostową, mimo znacznego obniżenia w roku 2005.

Na opłacalność produkcji zbóż obok poziomu plonów rzutują też relacje cen ziarna do cen środków produkcji. W tabeli 3 przedstawiono porównanie zróżnicowania ceny 1 kg czystego składnika N, P, K wyrażonej w kg ziarna pszenicy i żyta. Jak wynika z porównania tych danych na zakup (zrekompensowanie) 1 kg czystego składnika w nawozach mineralnych trzeba było przeznaczyć w zależności od relacji cenowych zróżnicowaną ilość ziarna pszenicy lub żyta.

Ograniczanie analizy do oceny ekonomicznej wybranych czynności i zabiegów agrotechnicznych jako elementów kosztów bezpośrednich nie daje możliwości adekwatnego wnioskowania o opłacalności produkcji ziarna zbóż. Plony są bowiem efektem technologii, które uwzględniają wpływ i współdziałanie wszystkich stosowanych zabiegów i czynności uprawowych.

Tabela 1

Dynamika zmian plonów ziarna zbóż w Polsce

Lata	Pszenica				Żyto ozime		Jęczmień jary		Owies		Pszenżyto ozime	
	ozima		jara									
	t · ha ⁻¹	%	t · ha ⁻¹	%	t · ha ⁻¹	%	t · ha ⁻¹	%	t · ha ⁻¹	%	t · ha ⁻¹	%
1995	3,78	100	3,01	100	2,56	100	2,97	100	2,72	100	3,40	100
1996	3,56	94	3,04	101	2,34	91	3,07	103	2,70	99	3,11	106
1997	3,25	86	3,09	103	2,31	90	3,10	104	2,79	103	2,95	87
1998	3,79	100	3,21	107	2,47	96	3,11	105	2,84	104	3,30	97
1999	3,66	97	3,09	103	2,31	90	3,00	101	2,74	101	3,23	95
2000	3,60	95	2,46	82	1,88	73	2,44	82	2,03	75	2,84	84
2001	3,72	98	2,95	98	2,43	95	2,99	101	2,68	96	3,30	97
2002	4,00	106	3,22	107	2,46	96	3,17	107	2,70	99	3,30	97
2003	3,52	93	2,93	97	2,14	84	2,78	94	2,42	89	2,91	86
2004	4,46	118	3,45	115	2,76	108	3,44	116	2,90	107	3,58	105
2005	4,12	109	3,10	103	2,41	94	3,13	105	2,65	97	3,33	98
2006	3,40	90	2,49	83	1,99	78	2,50	84	2,12	78	2,74	81

Źródło: Dane GUS i obliczenia własne.

Tabela 2

Dynamika cen skupu ziarna zbóż w Polsce

Lata	Pszenica		Żyto		Jęczmień		Pszenżyto		Owies i mieszanki zbożowe	
	zł · t ⁻¹	%	zł · t ⁻¹	%	zł · t ⁻¹	%	zł · t ⁻¹	%	zł · t ⁻¹	%
1995	353,6	100	225,4	100	302,0	100	277,8	100	241,9	100
1996	571,9	162	359,3	159	470,6	156	432,8	156	383,9	159
1997	508,5	144	371,2	165	418,3	139	398,3	143	306,2	127
1998	468,3	132	320,8	142	376,5	125	357,0	129	286,3	118
1999	429,8	122	301,3	134	384,2	127	347,8	125	280,9	116
2000	508,2	144	361,5	160	501,1	166	460,9	166	388,9	161
2001	504,5	143	364,6	162	480,4	159	402,8	145	375,1	155
2002	436,1	123	331,9	147	437,2	145	370,1	133	324,0	134
2003	455,1	129	353,5	157	481,8	160	436,3	157	404,1	167
2004	471,9	133	351,7	156	489,1	162	414,5	149	375,9	155
2005	366,9	104	276,4	123	373,4	124	308,5	111	291,5	121
2006	447,6	127	385,2	171	402,4	133	368,8	133	348,5	144

Źródło: Dane GUS i obliczenia własne.

Tabela 3

Cena 1 kg czystego składnika w nawozach mineralnych wyrażona w kg pszenicy i żyta

Lata	Pszenica			Żyto		
	N – saletra amonowa	P ₂ O ₅ – superfosfat potrój. gran.	K ₂ O – sól potasowa	N – saletra amonowa	P ₂ O ₅ – superfosfat potrój. gran.	K ₂ O – sól potasowa
1995	2,7	3,2	1,4	5,0	6,1	2,5
1996	2,0	2,3	1,0	3,2	3,9	1,7
1997	2,4	3,1	1,4	3,3	4,3	1,9
1998	2,7	3,7	1,6	3,9	5,5	2,5
1999	3,0	4,3	2,0	4,3	6,3	3,1
2000	2,5	3,6	1,8	4,3	6,0	3,1
2001	3,0	3,9	2,0	4,1	5,5	2,8
2002	3,6	4,7	2,3	4,7	6,0	3,0
2003	3,5	4,2	2,1	4,3	5,2	2,6
2004	3,9	3,6	2,3	4,6	6,0	3,2
2005	6,1	5,6	3,9	8,1	7,5	6,7
2006	4,7	4,3	3,0	5,4	4,9	3,4

Źródło: Rynek środków produkcji i usług dla rolnictwa. Analizy rynkowe. IERiGŻ - PIB, ARR, MRiRW (różne roczniki).

W tabeli 4 przedstawiono porównanie opłacalności trzech technologii produkcji pszenicy ozimej badanych przez IUNG (9), zróżnicowanych ze względu na sposób ochrony roślin.

Największe plony ziarna pszenicy zapewniał 2 sposób ochrony roślin, określony jako konwencjonalny. Natomiast najwyższą efektywność ekonomiczną wykorzysta-

Tabela 4

Nadwyżki bezpośrednie w produkcji pszenicy ozimej w zależności od sposobu ochrony roślin

Wyszczególnienie	Sposób ochrony roślin		
	1	2	3
Plon ($t \cdot ha^{-1}$)	4,01	6,87	6,67
Wartość produkcji ($zł \cdot ha^{-1}$)	2125	3641	3535
Koszty bezpośrednie z usługami ($zł \cdot ha^{-1}$)	1529	2031	1741
w tym: środki ochrony roślin	80	547	257
Nakłady na 1 ha:			
– rbh	21,6	24,8	24,6
– cnh	16,5	19,5	19,5
– kmbh	1,8	1,8	1,8
Nadwyżka bezpośrednia z usługami (zł):			
– na 1 ha	596	1610	1794
– na 1 zł kosztów bezpośrednich	0,39	0,79	1,03
– na 1 rbh	27,6	64,9	72,9
Plon ziarna równoważący koszty bezpośrednie ($t \cdot ha^{-1}$)	2,88	3,83	3,28

Uwaga: przyjęto cenę pszenicy $530 \text{ zł} \cdot t^{-1}$,

Sposoby ochrony:

1. Kontrola: insektycyd – Decis
2. Konwencjonalny: herbicydy – jesienią Maraton, wiosną Chisel + Atpolan; fungicydy – Tango, Amistar; insektycyd – Decis
3. Zintegrowany: herbicydy – wiosną Chisel + Atpolan; fungicydy – Tango; insektycyd – Decis

Nawożenie $kg \cdot ha^{-1}$: N – 100; P_2O_5 – 62; K_2O – 62

Źródło: Opracowanie własne.

nia podstawowych czynników produkcji zapewniał 3 – zintegrowany sposób ochrony plantacji. Ekstensywna technologia produkcji pszenicy, której odzwierciedleniem jest pierwszy sposób ochrony roślin (kontrola) zapewniała znacznie mniejsze plony ziarna, ale także gorszą efektywność ekonomiczną wykorzystania podstawowych czynników produkcji.

Stosowane w praktyce technologie produkcji zbóż różnią się także ze względu na intensywność produkcji (głównie koszty bezpośrednie). Wywierają one wpływ na poziom uzyskiwanych plonów ziarna i opłacalność produkcji (tab. 5).

Dane w tabeli 5 przedstawiają opłacalność i efektywność ekonomiczną produkcji zbóż w zależności od poziomu plonów ziarna w gospodarstwach prowadzących rachunkowość rolną, współpracujących z IERiGŻ w Warszawie. Ze względu na zróżnicowanie plonów ziarna poszczególnych gatunków zbóż badane gospodarstwa podzielono na 2 grupy (w odniesieniu do każdego gatunku), co umożliwiło porównanie szeregu wskaźników. Stwierdzono, że gospodarstwa uzyskujące większe plony zbóż, przy obowiązujących w końcu 2006 r. cenach, uzyskiwały wyższą wartość produkcji z 1 ha. Największa różnica wystąpiła w przypadku żyta ozimego, co było związane z dużymi różnicami plonów ziarna i kosztów bezpośrednich (w $zł \cdot ha^{-1}$).

Tabela 5

Efektywność wykorzystania czynników produkcji w uprawie zbóż w gospodarstwach współpracujących z IERiGŻ z uwzględnieniem dwóch poziomów plonu ziarna

Wyszczególnienie	Pszenica ozima		Żyto ozime		Pszenica jara		Jęczmień jary	
Plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$)	4,45	5,68	2,23	3,66	3,37	4,38	4,06	4,67
Cena skupu ziarna (2006); ($zł \cdot t^{-1}$)	450	450	390	390	450	450	400	400
Wartość produkcji ($zł \cdot ha^{-1}$)	2002	2556	870	1427	1517	1971	1624	1868
Koszty bezpośrednie ($zł \cdot ha^{-1}$)	990	1441	239	474	622	802	707	657
w tym:								
– materiał siewny	186	211	63	99	176	176	105	102
– nawozy mineralne	444	485	169	292	335	432	385	381
– środki ochrony roślin	325	705	2	69	105	169	212	149
Nakłady pracy ogółem ($rbh \cdot ha^{-1}$)	19,7	13,8	11,9	12,5	12,5	14,1	11,4	11,5
Efektywność ekonomiczna wykorzystania:								
– ziemi – $Nb^* \text{ w } zł \cdot ha^{-1}$	1012	1115	631	953	895	1169	917	1211
– pracy – $Nb \text{ w } zł \cdot rbh^{-1}$	51,4	80,7	53,0	76,2	71,6	82,9	80,4	105,3
– kapitału – $Nb \text{ w } zł \cdot zł^{-1}$	1,02	0,77	2,64	2,01	1,43	1,45	1,29	1,84
kosztów bezpośrednich								

* Nb – nadwyżka bezpośrednia

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych IERiGŻ.

Grupa gospodarstw uzyskujących większe plony poszczególnych gatunków zbóż osiągała większą nadwyżkę bezpośrednią w $zł \cdot ha^{-1}$. Wiązało się to z koniecznością ponoszenia wyższych (z wyjątkiem jęczmienia jarego) kosztów bezpośrednich. W przeliczeniu na 1 t ziarna kształtowały się one w sposób zróżnicowany, w zależności od różnic poziomu plonów i kosztów bezpośrednich, w stosunku do grupy gospodarstw o mniejszych plonach zbóż. Z reguły pozyskiwanie większych plonów wymagało przeznaczania większej części zebranego plonu na zrekompensowanie kosztów bezpośrednich. Gospodarstwa uzyskujące większe plony ziarna wszystkich gatunków zbóż charakteryzowały się także wyższą efektywnością wykorzystania ziemi (nadwyżka bezpośrednia w $zł \cdot ha^{-1}$) i pracy (nadwyżka bezpośrednia na 1 rbh). Lepsze wykorzystanie kapitału mierzone wielkością nadwyżki bezpośredniej na 1 zł kosztów bezpośrednich stwierdzono w gospodarstwach uzyskujących większe plony pszenicy jarej i jęczmienia jarego.

Generalnie można stwierdzić, że wyższy poziom plonów ziarna zbóż zapewniał lepsze wykorzystanie podstawowych czynników produkcji. Na tej podstawie nie można jednak wnioskować o wyższej opłacalności produkcji, ponieważ w rachunku nie uwzględniono kosztów pośrednich. W tabeli 6 przedstawiono opłacalność produkcji ziarna zbóż w gospodarstwach prowadzących rachunkowość rolną z uwzględnieniem cen skupu z 2006 r. podawanych przez GUS. Obliczenia te mają zatem charakter symulacyjny. Z obliczeń wynika, że większe plony ziarna pszenicy i żyta nie wiązały się z wyższą opłacalnością produkcji. Decydowały o tym zarówno koszty bezpośrednie wynikające z intensywności technologii, jak i koszty pośrednie rzeczywiste i sz-

cunkowe (amortyzacja). Istotne znaczenie z punktu widzenia opłacalności ma też poziom uzyskiwanych cen skupu, które charakteryzują się relatywnie dużą dynamiką zmian w ciągu roku. Wskazuje to na konieczność stałej aktualizacji analizy opłacalności lub też celowe jest uwzględnianie w kalkulacjach średnich cen z danego roku. Gospodarstwa z reguły sprzedają ziarno po różnych cenach, co wiąże się ze zróżnicowaniem jakości, jak i ogólnego poziomu cen zbóż na rynkach. Z porównań zawartych w tabeli 6 wynika ponadto, że ze względu na równoczesne zróżnicowanie plonów i kosztów produkcji nie stwierdzono wyraźnej jednokierunkowej zależności opłacalności i kosztów jednostkowych od poziomu plonów.

Poziom cen skupu ziarna jest czynnikiem, który powoduje, że rolnicy podejmują uprawę pszenicy nawet na glebach kompleksu 5-żytniego dobrego, zalecanych pod uprawę żyta. Wpływ poziomu cen skupu ziarna na opłacalność produkcji zbóż ozimych (pszenica, żyto) na glebie kompleksu 5-żytniego dobrego ilustrują dane zamieszczone w tabeli 7. W przypadku relatywnie wysokiej ceny skupu ziarna pszenicy bardziej opłacalna okazała się uprawa pszenicy, mimo znacznie mniejszych plonów.

Zróżnicowanie poziomu plonów i różnice cen są podstawowymi przesłankami decydującymi o wyborze technologii. Z danych zamieszczonych w tabelach 8 i 9 wynika, że istotnym wskaźnikiem wspierającym decyzje rolnika o wyborze technologii mogą być obliczenia z wykorzystaniem kalkulacji różnicowej. Z danych przedstawionych

Tabela 6

Opłacalność produkcji ziarna zbóż w gospodarstwach współpracujących z IERiGŻ z uwzględnieniem dwóch poziomów plonu ziarna

Wyszczególnienie	Pszenica ozima		Żyto ozime		Pszenica jara		Jęczmień jary	
Plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$)	4,45	5,68	2,23	3,66	3,37	4,38	4,06	4,67
Cena skupu ziarna ($zł \cdot t^{-1}$)	450	450	390	390	450	450	400	400
Wartość produkcji ($zł \cdot ha^{-1}$); (W)	2002	2556	870	1427	1517	1971	1624	1868
Koszty bezpośrednie ($zł \cdot ha^{-1}$); (K)	990	1441	239	474	622	802	707	657
Nadwyżka bezpośrednia ($zł \cdot ha^{-1}$); (W-K)	1012	1115	631	953	895	1169	917	1211
Koszty pośrednie rzeczywiste ($zł \cdot ha^{-1}$)	606	856	239	617	394	508	555	516
Dochód rolniczy brutto ($zł \cdot ha^{-1}$)	406	259	302	336	501	661	362	695
Koszty pośrednie szacunkowe (amortyzacja); ($zł \cdot ha^{-1}$)	356	454	194	382	253	326	336	312
Dochód rolniczy netto ($zł \cdot ha^{-1}$)	50	-195	108	-46	248	335	26	383
Koszty produkcji ogółem ($zł \cdot ha^{-1}$); (Kp)	1952	2751	762	1473	1269	1636	1598	1485
Wskaźnik opłacalności (%) $\frac{W}{Kp} \times 100$	102	92	114	96	119	120	101	125
Plon ziarna rekompensujący koszty ogółem ($t \cdot ha^{-1}$)	4,34	6,13	1,95	3,78	2,82	3,64	3,99	3,71
Koszty produkcji ogółem ($zł \cdot t^{-1}$)	438	484	341	402	376	373	393	317

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych IERiGŻ.

Tabela 7

Wybrane wskaźniki produkcyjno-ekonomiczne uprawy zbóż na glebie kompleksu 5 - żytniego dobrego przy dwóch poziomach ceny ziarna

Wyszczególnienie	Pszenica ozima		Żyto	
Plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$)*	3,40		4,10	
Cena ziarna ($zł \cdot t^{-1}$)	500	420	340	300
Wartość produkcji ($zł \cdot ha^{-1}$); (W)	1700	1428	1394	1230
Koszty bezpośrednie ($zł \cdot ha^{-1}$); (K)	1235	1383	957	1051
Nadwyżka bezpośrednia ($zł \cdot ha^{-1}$); (W-K)	465	45	437	179
Oplącalność bezpośrednia (%) $(\frac{W}{K} \cdot 100)$	138	103	146	117
Plon ziarna równoważący koszty bezpośrednie ($t \cdot ha^{-1}$)	2,47	3,29	2,81	3,51
Bezpośredni koszt produkcji 1 t ziarna (zł)	360	407	230	256

Przy niższym poziomie ceny ziarna uprawa pszenicy na glebie kompleksu 5 nie była uzasadniona ekonomicznie

* wg IUNG

Źródło: Obliczenia własne.

Tabela 8

Porównanie technologii uprawy zbóż o różnej intensywności produkcji zalecanych przez IUNG (obliczenia symulacyjne)

Wskaźniki	Pszenica ozima		Żyto	
	technologia			
	standardowa	intensywna	standardowa	intensywna
Przewidywany plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$)	5,00	6,30	3,70	4,70
Koszty bezpośrednie ($zł \cdot ha^{-1}$)	1383	1733	1052	1413
Koszty relatywne (%)	100	125	100	134
Udział kosztów materiałowych (%)	47	51	38	43
Plon ziarna równoważący koszty bezpośrednie ($t \cdot ha^{-1}$)*	3,29	4,12	3,00	4,04
Udział kosztów bezpośrednich w plonie przewidywanym (%)	66	65	81	86

* do obliczeń przyjęto cenę skupu ziarna pszenicy $420 zł \cdot t^{-1}$ a żyta $350 zł \cdot t^{-1}$

Źródło: Obliczenia własne.

w tabeli 9 wynika, że przy wszystkich trzech poziomach cen skupu ziarna pszenicy było uzasadnione ekonomicznie stosowanie technologii intensywnej, zapewniającej większe plony, ale wymagającej też ponoszenia wyższych kosztów bezpośrednich. W uprawie żyta zastąpienie technologii standardowej intensywną przy dwu niższych poziomach cen skupu ziarna nie było uzasadnione ekonomicznie. To porównanie wskazuje ponadto, że nawet znacznie większe plony ziarna zbóż przy założeniu takich samych kosztów pośrednich nie przesądzają o opłacalności produkcji. Natomiast dane zawarte w tabeli 10 wskazują, że nawet przy relatywnie większych plonach ziarna pszenicy o opłacalności decyduje poziom kosztów bezpośrednich, zwłaszcza koszty

Tabela 9

Wpływ poziomu ceny ziarna na celowość stosowania technologii intensywnej (kalkulacja różnicowa)

Wskaźniki	Pszenica ozima			Żyto		
Przyrost plonu ziarna z ha w t ($\Delta P = P_i - P_s$)	1,3			1,0		
Cena 1 t ziarna w zł (c)	520	500	420	380	340	300
Przyrost wartości produkcji z 1 ha w zł ($\Delta W = \Delta P \times c$)	676	650	546	380	340	300
Wzrost kosztów bezpośrednich w zł · ha ⁻¹ ($\Delta K = K_i - K_s$)	350			361		
Relacja przyrostów – wartości produkcji do kosztów bezpośrednich ($E_k = \frac{\Delta W}{\Delta K}$)	1,93	1,86	1,56	1,05	0,94	0,83
Przyrost plonu ziarna rekompensujący wzrost kosztów (w t)	0,67	0,70	0,83	0,95	1,06	1,23

i – technologia intensywna, s – technologia standardowa

Źródło: Obliczenia własne.

Tabela 10

Wpływ kosztów pośrednich na opłacalność produkcji pszenicy ozimej (2005 r.) w zależności od poziomu plonu ziarna na podstawie badań IERiGŻ

Wyszczególnienie	Poziom plonu	
	1	2
Plon ziarna (t · ha ⁻¹)	4,74	5,48
Cena skupu ziarna (zł · t ⁻¹)	450	450
Wartość produkcji ziarna (zł · ha ⁻¹); (W)	2133	2466
Koszty bezpośrednie (zł · ha ⁻¹); (K)	1072	1390
w tym:		
– nawozy mineralne	510	560
– środki ochrony roślin	343	612
Nadwyżka bezpośrednia (zł · ha ⁻¹); (W-K)	1061	1076
Koszty pośrednie rzeczywiste (zł · ha ⁻¹)	795	826
Dochód rolniczy brutto (zł · ha ⁻¹)	266	250
Amortyzacja (koszty pośrednie szacunkowe); (zł · ha ⁻¹)	491	439
Dochód rolniczy netto (zł · ha ⁻¹)	-225	-189
Koszty ogółem (zł · ha ⁻¹); (Kp)	2358	2655
Opłacalność produkcji (%) ($\frac{W}{Kp} \times 100$)	90,5	92,9
Koszty produkcji ogółem (zł · t ⁻¹)	497	484
Plon ziarna równoważący koszty ogółem (t · ha ⁻¹)*	5,24	5,90

* przy cenie 450 zł · t⁻¹ ziarna

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych IERiGŻ.

nawożenia i ochrony roślin. Przy stosunkowo niskiej cenie skupu ziarna dla zrekom-pensowania kosztów produkcji ogółem należałoby uzyskiwać plony o około 0,5 t więk-sze od rzeczywście osiągniętych.

Podsumowanie

W opracowaniu przedstawiono tylko ważniejsze aspekty oceny wpływu poziomu plonów na opłacalność produkcji ziarna zbóż. Kształtuje się ona pod wpływem różnych uwarunkowań. Spośród nich, obok poziomu plonów, o opłacalności produkcji decyduje intensywność technologii, którą charakteryzują koszty bezpośrednie. Nie wielkie różnice plonów przy znacznie większym zróżnicowaniu kosztów produkcji nie zawsze znacząco wpływają na opłacalność produkcji. Ocena wpływu poziomu plonów na opłacalność produkcji ziarna zbóż jest zagadnieniem złożonym, wymagającym wieloaspektowej analizy. Ponadto, podobnie jak wszelkie kalkulacje w rolnictwie, wymaga stałej aktualizacji i uwzględnienia realiów produkcyjno-ekonomicznych konkretnego gospodarstwa produkującego ziarno zbóż.

Literatura

1. H a r a s i m A.: Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie. IUNG-PIB Puławy, 2006, ss. 171.
2. H a r a s i m A., M a t y k a M.: Ważniejsze elementy technologii produkcji wpływające na poziom plonowania pszenicy ozimej oraz ich zmiana w ujęciu długookresowym. *Pam. Puł.*, 2005, **140**: 59-68.
3. K r a s o w i c z S., N o w a c k i W.: Wpływ intensywności technologii na efektywność produkcji roślinnej. *Pam. Puł.*, 2005, **140**: 87-102.
4. K r z y m u s k i J., L a u d a Ń s k i Z., O l e k s i a k T.: Poziom i działanie czynników plonowania w gospodarstwach indywidualnych i państwowych. *Biul. IHAR*, 1993, **185**: 15-32.
5. M a l b o r c z y k E.: Postęp biologiczny a rozwój rolnictwa w końcu XX i początkach XXI stulecia. *Agricola*, 1997, **3** (supl.): 1-5.
6. Praca zbiorowa pod red. J. Chotkowskiego: *Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych*. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 2005, ss. 346.
7. Praca zbiorowa pod red. A. Skarzyńskiej: *Produkcja, koszty i dochody wybranych produktów rolniczych w latach 2002–2005*. IERiGŻ Warszawa, 2006, ss. 221.
8. Praca zbiorowa. *Rynek zbóż. Stan i perspektywy*. IERiGŻ Warszawa, 2007, **32**: ss. 40.
9. S z y p u ł a G., P o d o l s k a G., K r a s o w i c z S.: Ocena ekonomiczna uprawy pszenicy ozimej w zależności od sposobu ochrony. *Biul. IHAR*, 2004, **231**: 73-82.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Stanisław Krasowicz
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 49 60
e-mail: sk@iung.pulawy.pl

Eliza Gawel

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

MIESZANKI KONICZYNY CZERWONEJ I LUCERNY Z TRAWAMI W UŻYTKOWANIU KOŚNYM I PASTWISKOWYM*

Wstęp

W badaniach krajowych i zagranicznych nad użytkowaniem kośnym stwierdzono, że wielkość plonów koniczyny czerwonej i lucerny oraz mieszanek tych roślin z trawami zależy od wielu czynników, między innymi, od: doboru gatunków i odmian, ilości wysiewu komponentów, poziomu nawożenia mineralnego, terminu zbioru pierwszego odrostu i długości trwania następnych odrostów runi, a więc częstotliwości ich użytkowania (2, 3, 15, 28). Większy plon lucerny uzyskuje się przy trzech niż czterech lub pięciu koszeniach w ciągu roku (3, 18, 24, 33). Podobny pogląd prezentują inni autorzy, których przedmiotem badań była częstotliwość pastwiskowego użytkowania runi mieszanek lucerny z trawami (16, 25).

W literaturze krajowej mało jest wyników badań dotyczących plonowania mieszanek wielogatunkowych na gruntach ornym oraz trwałości roślin w runi mieszanek i wartości pokarmowej paszy w zależności od częstotliwości koszenia i wypasania runi mieszanek, co przyczyniło się do przeprowadzenia w ostatnim okresie w IUNG-PIB w Puławach kilku doświadczeń z tego zakresu.

Celem opracowania był przegląd wyników badań własnych oraz innych autorów dotyczący doboru odmian roślin motylkowatych i gatunków traw do mieszanek, trwałości roślin w runi, konkurencyjności komponentów w runi, sposobu i intensywności użytkowania, plonowania, składu chemicznego i wartości pokarmowej paszy mieszanek koniczyny czerwonej i lucerny z trawami oraz innymi roślinami, np. motylkowatymi.

Mieszanki dwu- i wielogatunkowe z koniczyną czerwoną i lucerną

Ś c i b i o r i G a w e ł (32) stwierdziły zbliżoną produktywność runi dwu- i trójgatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami (kostrzewą łąkową i tymotką łąkową, kostrzewą łąkową i festulolium oraz tymotką łąkową i festulolium)

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG-PIB

wysianych w proporcji 70% masy nasion koniczyny i 30% traw w użytkowaniu kośnym, niezależnie od składu gatunkowego. Podobny brak zróżnicowania plonów mieszanek z koniczyną czerwoną opisano w innej pracy (29). Nie stwierdzono ponadto wpływu gatunku trawy (kupkówka pospolita, rajgras wyniosły, kostrzewa łąkowa, festulolium) na plon mieszanek dwu-, trój- i czterogatunkowych z lucerną, użytkowanych kośnie (4). Zaznaczyła się jedynie tendencja do słabszego plonowania mieszanki lucerny z rajgrasem wyniosłym. W użytkowaniu pastwiskowym zaobserwowano tendencję do lepszego plonowania mieszanki lucerny, esparcety i komonicy z dwoma gatunkami traw – kupkówką pospolitą i festulolium niż wyłącznie z festulolium (16). Zacytowane wyniki różnią się znacznie od otrzymanych przez B e n e d y c k i e g o (1), który stwierdził większy plon runi mieszanek wielogatunkowych, w porównaniu z dwugatunkowymi.

Wpływ odmiany rośliny motylkowatej oraz gatunku trawy i intensywności użytkowania na trwałość koniczyny czerwonej i lucerny w mieszankach

Z roślin motylkowatych w mieszankach z trawami lucerna okazała się trwalsza od koniczyny czerwonej (22). W mieszance wielogatunkowej z festulolium uzyskano największą obsadę roślin i trwałość lucerny w porównaniu ze stwierdzoną w pozostałych mieszankach, co może świadczyć o małej konkurencyjności tego gatunku trawy w stosunku do lucerny (15, 16).

Z literatury wynika, że intensywne użytkowanie jest czynnikiem znacznie obniżającym trwałość roślin lucerny (24, 26, 27). W badaniach IUNG-PIB w Puławach intensywny wypas (1-2 dniowy) runi dwugatunkowych mieszanek dużym stadem bydła nie obniżał trwałości roślin lucerny, a odmiana lucerny Radius w mieszance z kostrzewą łąkową była najtrwalsza. Wykazano również małą przydatność do użytkowania pastwiskowego węgierskiej odmiany Szentesi Róna, której trwałość ograniczała się do jednego roku użytkowania, podobnie jak odmiany Kometa (10). Dalsze doświadczenia wykonane w warunkach wypasu krótko- i długotrwałego oraz wypasania z różną częstotliwością potwierdziły dobrą trwałość odmian lucerny Radius, Luzelle, Legend i Maxi Graze w mieszankach dwu- i wielogatunkowych (tab. 1, rys. 1).

W doniesieniach z literatury prezentowany jest też pogląd o lepszej trwałości roślin lucerny w warunkach częstego koszenia i wypasu rotacyjnego w porównaniu z ciągłym wypasem runi (5). Wyniki własne wskazują na zbliżoną trwałość lucerny w mieszankach dwu- i wielogatunkowych w warunkach wypasania i koszenia (10, 15), a wypas krótkotrwały okazał się korzystniejszy niż długotrwały (13). Intensywne użytkowanie mieszanek, co 21 dni, obniżało istotnie obsadę i trwałość roślin lucerny w stosunku do uzyskanej w innych częstotliwościach zbioru (co 28, 35 i 42 dni). Najkorzystniejszy dla lucerny, z uwagi na największą liczbę roślin i trwałość, był zbiór co 28 dni, szczególnie w mieszance z festulolium (15). Podobnie S p i t a l e r i i n. (27) w warunkach intensywnego jednodniowego wypasu, w rotacji co 28 dni, wykazał najlepszą trwałość lucerny.

Tabela 1

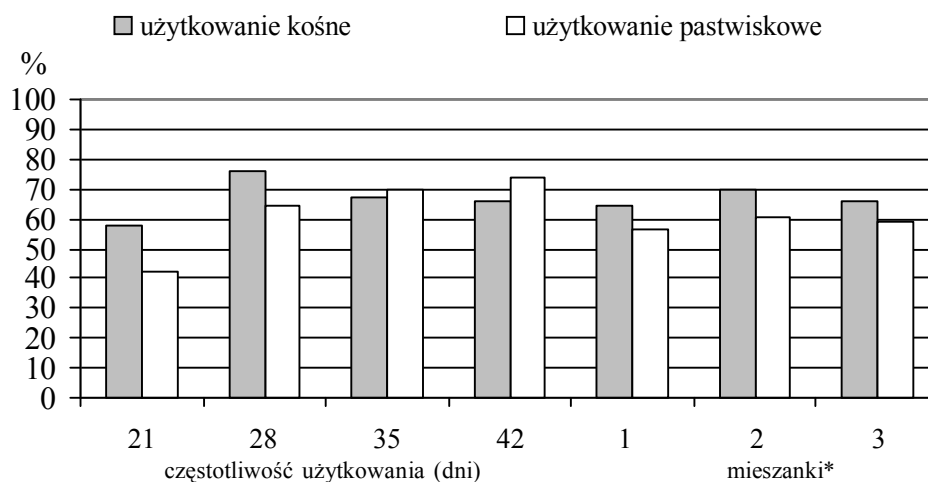
Trwałość odmian lucerny w różnych systemach wypasania (%)

Rodzaj wypasu i mieszanki	Odmiany lucerny w mieszankach			
	Kometa*	Luzelle*	Legend*	Maxi Graze**
Wypas krótkotrwały				
1. Mieszanka lucerny z kupkówką pospolitą	3,3	6,3	4,7	30,8
2. Mieszanka lucerny z kupkówką pospolitą i esparcetą	2,2	4,6	5,8	29,2
Wypas długotrwały				
1. Mieszanka lucerny z kupkówką pospolitą	1,0	4,4	5,2	29,7
2. Mieszanka lucerny z kupkówką pospolitą i esparcetą	1,6	3,4	3,7	26,0

* trwałość po trzech latach wypasania

** trwałość po dwóch latach wypasania

Źródło: Gawęł E., 2005 i 2006 (13, 14).



* mieszanki:

1 – lucerna + kupkówka pospolita + esparceta siewna + komonica zwyczajna

2 – lucerna + festulolium + esparceta siewna i komonica zwyczajna

3 – lucerna + kupkówka pospolita + festulolium + esparceta siewna i komonica zwyczajna

Rys. 1. Wpływ częstotliwości koszenia i wypasania oraz składu gatunkowego mieszanek na trwałość roślin lucerny odmiany Radius w trzecim roku użytkowania

Źródło: Gawęł E., 2007 (15, 16).

W trzyletnim okresie pastwiskowego użytkowania runi złożonej z odmiany lucerny Maxi Graze z kupkówką pospolitą oraz z kupkówką pospolitą i esparcetą uzyskano zbliżoną obsadę roślin lucerny, niezależnie od rodzaju wypasu (14). Natomiast inne

odmiany lucerny po trzech latach wypasania krowami przejawiały nieznacznie większą trwałość w warunkach wypasu krótkotrwałego (1-2 dni wypasania i 30 dni odrastania), a w okresie trzyletniego użytkowania najtrwalsza była odmiana Luzelle, zwłaszcza w mieszance z kupkówką pospolitą (13).

Konkurencyjność komponentów w runi mieszanej

Rośliny motylkowate dominują najczęściej w pierwszym roku pełnego użytkowania runi mieszanek dwugatunkowych, a w drugim trawy. Spostrzeżenie to dotyczy również mieszanek z lucerną wypasanych intensywnie przez 1-2 dni dużym stadem bydła przy obciążeniu pastwiska wynoszącym $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (9, 11). Odmienne wyniki uzyskali B o r o w i e c k i i G a w e ł (4) w mieszankach dwu-, trój- i czterogatunkowych z lucerną użytkowanych kośnie, gdyż w pierwszym roku pełnego użytkowania runi mieszanek cechował wysoki udział traw, natomiast w drugim roku lucerny. W badaniach tych w trzecim roku użytkowania wyjątkiem były mieszanki dwugatunkowe lucerny z kupkówką pospolitą i rajgrasem wyniosłym, w których komponentem dominującym w runi mieszanek była lucerna. Badania Ś c i b i o r (29) wykazały, że najbardziej zrównoważony udział komponentów charakteryzował mieszankę koniczyny czerwonej z tymotką łąkową i kostrzewą łąkową, a konkurencyjność festulolium zdaniem autorki można ograniczyć przez wysiew tego gatunku łącznie z tymotką łąkową lub kostrzewą łąkową w mieszankach trójgatunkowych.

Nawożenie azotem mieszanek dwu- i trójgatunkowych w dawce $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ograniczało udział koniczyny czerwonej w łanie o 10-15% (32). Inaczej reagowała mieszanka trójgatunkowa z festulolium i tymotką łąkową, w której proporcje koniczyny czerwonej i traw były jednakowe, niezależnie od poziomu nawożenia azotem. W innych pracach również podkreśla się zmniejszenie udziału roślin motylkowatych w mieszankach, zwłaszcza w drugim roku użytkowania na obiektach z większymi dawkami azotu (17, 20).

Porównanie średniego udziału komponentów w plonie runi mieszanek wielogatunkowych z kupkówką pospolitą lub z festulolium, albo z obydwooma gatunkami traw łącznie wskazuje na dominację lucerny w runi, zwłaszcza gdy były one koszone i wypasane z częstotliwością co 42 dni (15, 16). W warunkach Chagins w Szwajcarii M o s i m a n i in. (25) wykazali również wysoki (80%) udział lucerny w łanie mieszanek, gdy pierwszy zbiór wykonano w fazie pąkowania, a w sezonie mieszanki koszone czterokrotnie. Odnotowany w badaniach własnych wysoki udział lucerny w drugim roku użytkowania nie znajduje potwierdzenia w innych opracowaniach z tego zakresu (9, 33). Szybkie wypieranie lucerny z runi mieszanek dwugatunkowych intensywnie koszonych (5 pokosów) w porównaniu z 3-krotnym koszeniem wykazała również K o c h a n o w s k a - B u k o w s k a (21), a najbardziej agresywną względem lucerny okazała się życica wielokwiatowa. R o m e r o i J u a n (26) stwierdzili, że mała częstotliwość wypasania mieszanek z kostrzewą trzcinową sprzyja większemu udziałowi lucerny w runi. W innych badaniach stwierdzono większy

udział lucerny odmiany Maxi Graze w runi mieszanek wypasanych bydłem w systemie krótkotrwałym niż w warunkach wypasu długotrwałego (14).

Znaczny ubytek roślin lucerny w runi mieszanek z trawami odnotowano w kilkuletnim intensywnym użytkowaniu kośnym, a najkorzystniejszy dla plonowania i obsady lucerny był zbiór czterokrotny w ciągu roku (18). Z opracowania K a t e p a - M u - p o n d y i in. (19) wynika, że na pastwiskach w zachodniej Kanadzie na obsadę i trwałość roślin lucerny w mieszankach ze stokłosą bezostną w warunkach wypasu rotacyjnego wpływa konkurencja międzygatunkowa, natomiast w wypasie ciągłym była opasowego o trwałości lucerny decydowała głównie mrozoodporność jej odmian.

Wpływ intensywności i sposobu użytkowania mieszanek z koniczyną czerwoną i lucerną na plon

Negatywny wpływ koszenia zbyt młodych roślin motylkowatych na plon zaobserwowany w zasiewach jednogatunkowych odnosi się również do ich mieszanek z trawami (13-15, 18, 21, 23, 24, 30, 31). Obserwacje prowadzone nad plonowaniem odmian koniczyny czerwonej i lucerny w zależności od częstotliwości koszenia wykazały, że następuje wzrost plonu pod wpływem wydłużenia okresu odrastania roślin między pokosami; większy plon uzyskuje się przy rzadszym koszeniu (2, 3, 15, 18, 28, 33, 36). Wykazano też zależność plonów od terminu zbioru pierwszego pokosu mieszanek koniczyny czerwonej z trawami (2, 28). Ś c i b i o r (31) porównywała plonowanie dwóch odmian koniczyny czerwonej, kostrzewy łąkowej i ich mieszanek przy 5 terminach zbioru pierwszego pokosu. W badaniach pierwszy termin zbioru I pokosu przypadał, gdy stożek wzrostu trawy znajdował się na wysokości 10 cm nad powierzchnią gleby, a następne terminy w odstępach tygodniowych. Koszenie kolejnych pokosów wykonywano po upływie 30 dni od zbioru poprzedniego pokosu. Badania wykazały, że najkorzystniejszy pod względem całorocznego plonu suchej masy był termin zbioru pierwszego pokosu, przypadający na początek kwitnienia koniczyny czerwonej i kostrzewy łąkowej zarówno w siewie jednogatunkowym, jak i w runi mieszanej (tab. 2).

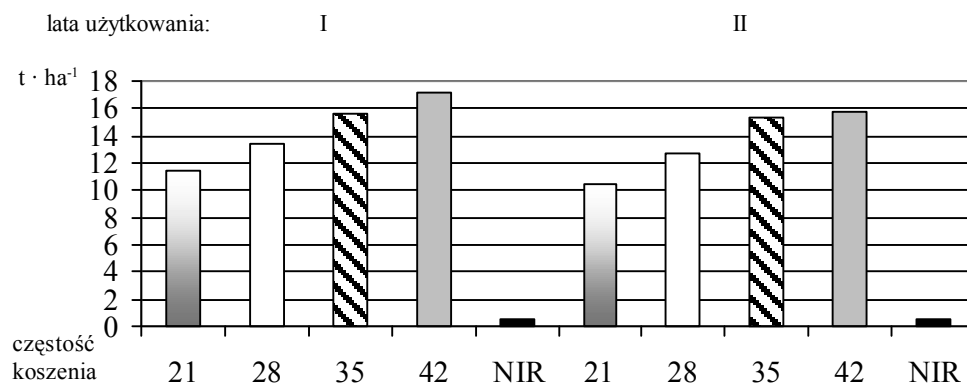
Z niepublikowanych danych uzyskanych w badaniach własnych nad reakcją mieszanek wielogatunkowych na częstość koszenia co 21, 28, 35 i 42 dni, umożliwiającą zbiór 6, 5, 4 i 3 pokosów w sezonie, wynika że istotnie wyższy poziom plonów suchej masy uzyskano kosząc mieszanki co 42 dni niż w pozostałych częstotliwościach zbioru (rys. 2); (16). Mniej intensywne użytkowanie z częstotliwością co 28 i 35 dni powodowało istotny wzrost plonu suchej masy runi mieszanek. W warunkach wypasu bydłem runi wielogatunkowej w rotacji co 28, 35 i 42 dni (5, 4 i 3 wypasy w sezonie) stwierdzono istotnie większy roczny plon suchej masy runi niż podczas intensywnego wypasu co 21 dni (16). Podobny wpływ wypasania z małą częstotliwością na plonowanie mieszanek wykazali wcześniej M o s i m a n n i in. (24, 25) oraz R o m e r o i in. (26).

Tabela 2

Plon suchej masy roślin w I roku użytkowania

Czynnik			Plon ($t \cdot ha^{-1}$)
I – rośliny w siewie czystym i w mieszankach			
Koniczyna czerwona odm. Nike			9,8
Koniczyna czerwona odm. Jubilatka			10,8
Kostrzewa łąkowa			10,0
Koniczyna czerwona odm. Nike + kostrzewa łąkowa			11,9
Koniczyna czerwona odm. Jubilatka + kostrzewa łąkowa			12,6
NIR ($\alpha = 0,05$)			1,94
II – termin zbioru I pokosu			
Termin zbioru	faza rozwojowa roślin		
I pokosu	koniczyny czerwonej	kostrzewy łąkowej	
1.	formowanie pędów	stożek wzrostu 10 cm nad powierzchnią gleby	9,5
2.	formowanie pędów	wegetatywna do początku kłoszenia	11,0
3.	pełnia pąkowania	początek do pełni kłoszenia	11,2
4.	początek kwitnienia	początek kwitnienia	13,1
5.	pełnia kwitnienia	pełnia kwitnienia	11,0
NIR ($\alpha = 0,05$)			0,86

Źródło: Ścibior H., 2003 (31).



Rys. 2. Wpływ częstotliwości koszenia na plon suchej masy runi wielogatunkowych mieszanek z lucerną, w dwóch latach pełnego użytkowania

Źródło: Badania własne z lat 2005–2006 (16).

Zasiewy lucerny, zwłaszcza w mieszankach z trawami, oprócz tradycyjnego wykorzystania do produkcji siana, sianokiszonki i kiszonki mogą być zastosowane na pastwiska polowe (5, 9). Najczęściej w warunkach wypasania uzyskuje się mniejszy plon niż w warunkach koszenia (25). W badaniach własnych nad oceną przydatności kilku mieszanek lucerny z trawami do użytkowania pastwiskowego w pierwszym roku użytkowania stwierdzono, że plon przy koszeniu i wypasaniu był zbliżony i wynosił

odpowiednio: 12,9 i 13,0 t · ha⁻¹. Jednak już w drugim roku na pastwisku plon obniżył się o 3,7 t · ha⁻¹ w stosunku do uzyskanego w użytkowaniu kośnym, a w trzecim roku o 0,45 t · ha⁻¹ (9). W innych badaniach własnych uzyskano odmienny wynik, bowiem łączny za trzy lata plon suchej masy mieszanek wypasanych krowami był istotnie większy od zebranego przy koszeniu runi (15). Podobnie C o o k e i in. (6) nie stwierdzili ujemnego wpływu wypasania na plonowanie mieszanek lucerny z trawami. Według W i l m a n a (34), nawet pięć, sześć wypasów w roku nie powoduje obniżki plonu mieszanek z udziałem lucerny.

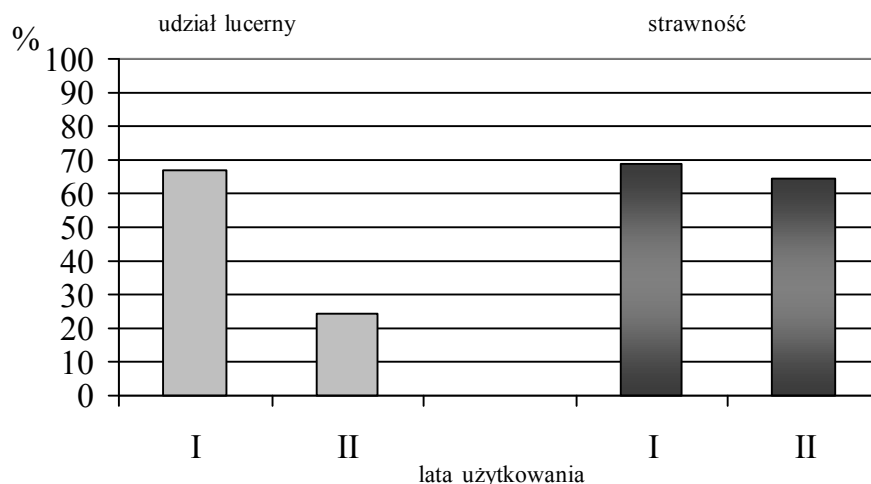
Skład chemiczny i wartość pokarmowa mieszanek motylkowato-trawiastych

Skład chemiczny i wartość pokarmowa paszy zależy między innymi od odmiany rośliny motylkowatej, na co wskazują opracowania Ć w i n t a l a i W i l c z k a (7, 8), w których tetraploidalna odmiana koniczyny czerwonej w zasiewie jednogatunkowym odznaczała się istotnie większą zawartością białka niż odmiana diploidalna. Najwyższą zawartość białka i najniższą włókna osiągnięto kosząc wszystkie odrosty runi koniczyny czerwonej (w siewie czystym) w fazie początku pąkowania (28). Wykazano, że zbiór pierwszego pokosu w fazie wegetatywnej, a następnych po 35 dniach odrastania dawał najwyższą zawartość białka oraz substancji organicznej i najniższą włókna surowego, NDF, ADF, celuloz, ADL, wysoką strawność suchej masy, wysoką wartość energetyczną i białkową paszy z zasiewu jednorodnego i w mieszankach (12, 30).

Zielonka z czystych zasiewów roślin motylkowatych zazwyczaj jest niezbilansowana pod względem energetycznym i białkowym, a uprawa tych roślin w mieszankach z trawami poprawia wartość pokarmową (23, 35). Jak wykazały badania Ś c i - b i o r i G a w e ł (32) wysoka zawartość białka ogólnego i większa koncentracja BTJN (białka trawionego w jelicie cienkim pochodzącego z paszy oraz białka trawionego w jelicie cienkim pochodzenia mikrobiologicznego, odpowiadająca ilości białka ulegającego rozkładowi w żwaczu) w porównaniu z BTJE (białka trawionego w jelicie cienkim pochodzącego z paszy oraz białka trawionego w jelicie cienkim pochodzenia mikrobiologicznego, odpowiadająca ilości masy organicznej fermentującej w żwaczu) sugeruje niedobór energii w paszy, co powinno być uwzględnione przy bilansowaniu dawek pokarmowych dla zwierząt przeżuwających. Dobór gatunków traw do mieszanek z koniczyną czerwoną miał zazwyczaj niewielki wpływ na skład chemiczny oraz wartość pokarmową paszy.

W intensywnym użytkowaniu pastwiskowym w ciągu 1-2 dni dużym stadem bydła uzyskano lepszą strawność i zawartość białka w paszy o najwyższym udziale lucerny w runi (rys. 3). W drugim roku wypasania, gdy ruń zdominowały trawy, obniżała się strawność, zawartość białka oraz plon jednostek białkowych i energetycznych z 1 ha.

Stwierdzono ponadto, że długotrwały wypas runi mieszanek lucerny odmiany Maxi Graze z kupkówką pospolitą i esparcetą zapewniał uzyskanie paszy o większej wartości białkowej niż w warunkach krótkotrwałego wypasu. Zaznaczyła się też tendencja



Rys. 3. Udział lucerny w plonie suchej masy mieszanek i strawność paszy w latach pełnego użytkowania

Źródło: Gawęł E., 2001 (11).

do lepszej strawności paszy i większej wartości białkowej runi mieszanki z kupkówką pospolitą i esparcetą niż z samą kupkówką pospolitą (14). Wyniki te różnią się znacznie od uzyskanych w innych badaniach, gdzie w warunkach krótko- i długotrwałego wypasu stwierdzono zbliżony skład chemiczny i wartość pokarmową suchej masy (13).

Intensywne koszenie i wypasanie runi mieszanek wielogatunkowych z lucerną co 21 lub co 28 dni zapewniło paszę wyróżniającą się wysoką zawartością białka i niską włókna surowego (15, 16). Zbiór runi tych mieszanek co 35 i 42 dni powodował pogorszenie jakości paszy ze względu na obniżenie zawartości białka i zwiększenie ilości włókna surowego w suchej masie. Najwyższą zawartością białka i najniższą włókna surowego, niezależnie od kośnego lub pastwiskowego sposobu użytkowania runi, cechowała się mieszanka z festulolium (15, 16).

Podsumowanie

Mniej intensywne koszenie i wypasanie, podobnie jak krótkotrwały wypas mieszanek traw z lucerną, sprzyja uzyskiwaniu większego plonu suchej masy i trwałości roślin motylkowatych w runi. Intensywne koszenie i wypasanie mieszanek motylkowato-trawiastych wiąże się z obniżeniem produktywności i znacznym zmniejszeniem udziału koniczyny czerwonej i lucerny w runi oraz obniżeniem trwałości roślin motylkowatych, ale zapewnia lepsze wykorzystanie pastwiska, strawność paszy oraz jej wartość energetyczną i białkową.

Nawożenie runi mieszanek motylkowato-trawiastych azotem jest uzasadnione tylko w gorszych warunkach siedliskowych, gdzie dawka $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ powoduje istotny

wzrost poziomu plonowania. Mieszanki nawożone azotem charakteryzuje mniejszy udział roślin motylkowatych w plonie. W warunkach niedoboru opadów atmosferycznych komponentem runi dominującym w mieszankach użytkowanych pastwiskowo i kośnie jest lucerna.

Prace badawcze wykonane w ostatnim okresie w IUNG-PIB w Puławach wykazały, że runi dwu- i wielogatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej i lucerny z trawami plonuje na zbliżonym poziomie, podobna jest również jakość uzyskanej paszy. Skład chemiczny suchej masy mieszanek roślin motylkowatych z trawami kształtowany jest przez warunki siedliska, a także częstotliwość i sposób użytkowania runi. Czynniki odmianowy i dobór gatunków traw w niewielkim zakresie wpływa na skład chemiczny runi mieszanek. Mieszanki z przewagą roślin motylkowatych w plonie są zazwyczaj niezbilansowane i wymagają dodatku paszy energetycznej w dawce pokarmowej dla przeżuwaczy.

Literatura

1. B e n e d y c k i S. M.: Optymalizacja nawożenia azotowego mieszanek motylkowato-trawiastych na użytkach przemysłowych. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agric., 1991, **52**.
2. B o r o w i e c k i J., M a ł y s i a k B., M a c z u g a A.: Plonowanie odmian koniczyny czerwonej w zależności od częstotliwości koszenia w dwuletnim użytkowaniu. Pam. Puł., 1996, **108**: 49-58.
3. B o r o w i e c k i J., M a ł y s i a k B., L i p s k i S., M a c z u g a A.: Plonowanie odmian lucerny mieszańcowej w zależności od częstotliwości koszenia. Pam. Puł., 1996, **107**: 53-60.
4. B o r o w i e c k i J., G a w e ł E.: Plonowanie prostych i złożonych mieszanek lucerny z trawami. Pam. Puł., 2003, **133**: 5-16.
5. B o u t o n J. H., G a t e s R. N.: Grazing-tolerant alfalfa cultivars perform well under rotational stocking and hay management. Agron. J., 2003, **95**: 1461-1464.
6. C o o k e D. A., B e a c o m S. E., D a w l e y W. K.: Pasture productivity of two grass-alfalfa mixtures in northeastern Saskatchewan. Can. J. Plant Sci., 1965, **45**: 162-168.
7. Ć w i n t a l M., W i l c z e k M.: Jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej na tle zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Ann. UMCS, E, 2004, **59(2)**: 613-620.
8. Ć w i n t a l M., W i l c z e k M.: Plonowanie di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej na tle zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Ann. UMCS, E, 2004, **59(2)**: 607-612.
9. G a w e ł E.: Ocena przydatności mieszanek lucerny z trawami do użytkowania pastwiskowego. I. Plonowanie i skład botaniczny. Pam. Puł., 2000, **121**: 67-82.
10. G a w e ł E.: Ocena przydatności mieszanek lucerny z trawami do użytkowania pastwiskowego. III. Budowa morfologiczna, trwałość i odrastanie roślin lucerny. Pam. Puł., 2001, **126**: 35-51.
11. G a w e ł E.: Produkcyjność i wartość pokarmowa mieszanek lucerny z trawami w warunkach użytkowania pastwiskowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2001, **479**: 57-64.
12. G a w e ł E., Ż u r e k J.: Wartość pokarmowa wybranych odmian lucerny. Biul. IHAR, 2003, **225**: 167-174.
13. G a w e ł E.: Plonowanie i wartość pokarmowa mieszanek lucerny z kupkówką pospolitą i esparcetą w warunkach różnych systemów wypasania. Pam. Puł., 2005, **140**: 311-329.
14. G a w e ł E.: Wpływ wypasu krótko i długotrwałego na plonowanie i wykorzystanie pastwiska z mieszanek lucerny odmiany Maxi Graze z kupkówką pospolitą i esparcetą. Fragm. Agron., 2006, **3(91)**: 208-222.
15. G a w e ł E.: Wpływ sposobu i częstotliwości użytkowania na plon i trwałość lucerny mieszańcowej w mieszankach wielogatunkowych. Fragm. Agron., 2007, **3(95)**: 110-120.

16. Gawel E.: Wpływ częstotliwości wypasania mieszanek motylkowato-trawianych na plon, wykorzystanie pastwiska i trwałość lucerny oraz reakcja mieszanek wielogatunkowych na częstotliwość koszenia. IUNG-PIB Puławy, 2007 (dane niepublikowane).
17. Grzegorzczak S., Olszewska M., Alberski J.: Zmiany plonowania i składu gatunkowego runi łąki podsianej *Trifolium pratense* w warunkach zróżnicowanego użytkowania. Łąkarstwo w Polsce, 2001, **4**: 49-54.
18. Kallenbach R. I., Nelson C. J., Coutts J. H.: Yield, quality, and persistence of grazing- and hay-type alfalfa under three harvest frequencies. Agron. J., 2002, **94**: 1094-1103.
19. Katepa-Mupondwa F., Singh A., Smith S. R. Jr., McCaughey P.: Grazing tolerance of alfalfa (*Medicago* spp.) under continuous and rational stocking systems in pure stand and in mixture with meadow bromegrass (*Bromus riparius* Rehm. syn. *B. biebersteinii* Roem & Schult). Can. J. Plant Sci., 2002, **82**: 337-347.
20. Kitzak T., Czyż H.: Plonowanie mieszanek *Festulolium braunii* (K. Richt) A. Camus z *Trifolium repens* L. Ann. UMCS, E, 2006, **61**: 333-339.
21. Kochanowska-Bukowska Z.: Wstępna ocena przydatności niektórych gatunków traw do mieszanek z lucerną siewną (*Medicago sativa* L.) Legend na użytki przemienne. Biul. IHAR, 2003, **225**: 221-228.
22. Kryszak J.: Trwałość koniczyny łąkowej i lucerny mieszańcowej w mieszance z trawami. Ann. UMCS, E, 1995, suppl., **17**: 97-100.
23. Łyszczarz R.: Modelowe badania nad wpływem terminu zbioru pierwszego odrostu na ilościowe i jakościowe parametry życia trwałej i jej mieszanki z lucerną siewną. Pam. Puł., 2001, **125**: 321-330.
24. Mosimann E., Chalet C., Lehmann J.: Mélange Luzerne-graminées: composition et fréquence d'utilisation. Revue Suisse Agric., 1995, **27(3)**: 141-147.
25. Mosimann E., Chalet C., Manu E., Dinca N.: Mélanges luzerne-graminées: fréquence des utilisations et pâture. Revue Suisse Agric., 1998, **30(5)**: 229-234.
26. Romero N. A., Juan N. T.: Effect of grazing frequency and intensity on yield and persistence of alfalfa – tall fescue pastures. Report of the thirty-fifth north American alfalfa improvement conference. Radisson Inn. Oklahoma City. Oklahoma, 1996, 28.
27. Spitaleri R. F., Henning J. C., Lacefield G. D., Dougherty C. T.: Alfalfa grazing tolerance variety report. University of Kentucky College of Agriculture. PR-461, 2001, 1-6.
28. Ścibior H., Bawolski S.: Plonowanie i skład chemiczny odmian koniczyny czerwonej w zależności od terminu koszenia. Pam. Puł., 1997, **111**: 5-20.
29. Ścibior H.: Plonowanie dwu- i trójgatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami w warunkach ograniczonego nawożenia azotem. Pam. Puł., 1999, **117**: 84-98.
30. Ścibior H.: Plonowanie mieszanek koniczyny czerwonej z trawami w warunkach zróżnicowanej częstotliwości zbioru. Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk., 2001, **76**: 103-107.
31. Ścibior H.: Wpływ terminu zbioru pierwszego pokosu na plonowanie i strukturę plonu mieszanek koniczyny czerwonej z kostrzewą łąkową. Biul. IHAR, 2003, **225**: 159-166.
32. Ścibior H., Gawel E.: Plonowanie i wartość pokarmowa wielogatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami. Pam. Puł., 2004, **137**: 149-161.
33. Ta T. C., Faris M. A.: Effects of alfalfa proportions and clipping frequencies on timothy-alfalfa mixtures. I. Competition and yield advantages. Agron. J., 1987, **79**: 817-820.
34. Wilman D.: The effect of grazing compared with cutting, at different frequencies, on a lucerne-cocksfoot ley. J. Agric. Sci. Camb., 1997, **88**: 483-492.
35. Zając T., Borowiec F.: Kształtowanie się cech morfologicznych plonu oraz wartości pokarmowej koniczyny czerwonej i życicy wielokwiatowej w uprawie indywidualnej i w mieszance. Acta Agr. Silv., Agrar., 1996, **34**: 139-148.
36. Zając T.: Wpływ różnych terminów zbioru na wysokość i strukturę plonu suchej masy czternastu odmian lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.). Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk., 1987, **27**: 205-221.

Adres do korespondencji:

dr Eliza Gawel
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 081 886 34 21 w. 353
e-mail: gawel@iung.pulawy.pl

Józefa Harasim

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

NIEKTÓRE ELEMENTY AGROTECHNIKI PASTWISKOWYCH MIESZANEK TRAW Z KONICZYNĄ BIAŁĄ NA GRUNTACH ORNYCH*

Wstęp

W gospodarstwach rolniczych produkujących mleko lub mięso wołowe niezbędne są użytki zielone, które dostarczają paszy objętościowej wykorzystywanej zarówno w letnim, jak i zimowym żywieniu zwierząt. W warunkach niedostatku lub znacznego oddalenia trwałych użytków zielonych od siedziby gospodarstwa rolnicy obsiewają część gruntów ornych znajdujących się w pobliżu budynków inwentarskich mieszankami pastwiskowymi. W niektórych rejonach kraju, np. na Lubelszczyźnie i w gospodarstwach górskich, rozwój chowu bydła mlecznego wiąże się nierozdzielnie z zakładaniem takich pastwisk (5). Są to na ogół użytki przemienne obsiane mieszankami motylkowato-trawiastymi, które stanowią doskonałe źródło paszy w niskonakładowej produkcji mleka i mięsa wołowego, pozwalające na ograniczenie zużycia pasz treściwych i kosztów nawożenia azotem. Mieszanki motylkowato-trawiaste są niezbędnym ogniwnem w zmianowaniu roślin (27). Ich uprawa poprzez wzbogacenie gleby w substancję organiczną i poprawę jej struktury oraz właściwości fizykochemiczne nabiera dużego znaczenia we współczesnym systemie rolnictwa zrównoważonego i ekologicznego. Marks i in. (28) wyrażają pogląd, że na dużej powierzchni (ok. 2 mln ha) gruntów odłogowanych w Polsce, tam gdzie pozwalają warunki wodne, należy dążyć do zamiany mniej urodzajnych gruntów ornych na użytki zielone, chroniąc w ten sposób część najsłabszych gleb przed całkowitym wyłączeniem z produkcji rolnej. Takie użytki można wykorzystywać w warunkach ekstensywnego chowu przeżuwaczy (bydła, owiec, kóz i jeleniowatych). Potencjał produkcyjny runi mieszanek motylkowato-trawiastych zależy od możliwości plonotwórczych komponentów wchodzących w ich skład oraz warunków siedliskowych i dostosowanych do nich zabiegów agrotechnicznych.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Metody i cele badań

Przedstawione w pracy wyniki badań pochodzą ze ścisłych doświadczeń polowych, mikropoletkowych i wazonowych nad wykorzystaniem mieszanek traw z motylkowatymi do obsiewu pastwisk przeprowadzonych przez Zakład Uprawy Roślin Pastewnych IUNG w ostatnim 15-leciu, a także z prac innych ośrodków badawczych zajmujących się tą problematyką. W badaniach własnych oceniano produkcyjność runi mieszanek w zależności od takich czynników, jak: warunki glebowe, przedplon, dobór i udział komponentów, nawożenie azotem, ilość wysiewu nasion oraz sposób użytkowania runi.

Oddziaływanie czynnika glebowego badano w trzech cyklach doświadczeń mikropoletkowych przeprowadzonych w latach 1991–2006. Porównywano w nich wielkość i jakość plonu runi różnych mieszanek dwugatunkowych w zróżnicowanych warunkach glebowych: na glebie brunatnej, madzie, glebie płowej i rędzinie. Dokładną metodykę tych badań przedstawiono we wcześniejszych pracach (10, 11). Dobór i udział komponentów w mieszance oraz zagęszczenie siewu nasion badano w ścisłych doświadczeniach polowych i wazonowych, w których porównywano zróżnicowane proporcje udziału traw i koniczyny (25, 50 i 75%) oraz różne ilości wysiewu nasion (10, 15, 20 i 30 mln szt. · ha⁻¹) mieszanek prostych (dwugatunkowych) i bardziej złożonych (3-5 gatunkowych); (15). Wpływ przedplonu i udziału nasion koniczyny w mieszance na wielkość i jakość plonu badano w ścisłych doświadczeniach polowych, przeprowadzonych w latach 2004–2007; mieszankę z 20 i 40% udziałem nasion koniczyny białej uprawiano:

- w płodozmianie polowym po ziemniaku na oborniku,
- na użytku przemiennym po jęczmieniu jarym,
- na łące zagospodarowanej metodą pełnej uprawy.

Metodykę tych badań przedstawiono we wcześniejszej pracy (21). Ponadto w innych badaniach prowadzonych na przestrzeni tego okresu porównywano różne poziomy nawożenia azotem mieszanek i sposoby użytkowania runi (19).

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ I DYSKUSJA

Oddziaływanie warunków glebowych

Warunki glebowe są czynnikiem silnie oddziałującym na wzrost, rozwój i plonowanie roślin rolniczych (24, 30). W badaniach własnych porównywano mieszanki wysiane na różnych typach gleb, użytkowane przez tzw. symulowany wypas (koszenie z częstotliwością wypasu). Doświadczenie przeprowadzono w trzech cyklach: w I i II cyklu porównywano mieszanki dwugatunkowe, a w III czterogatunkową wysianą w różnych gęstościach. Najwyższe plony suchej masy w każdym cyklu uzyskano (niezależnie od składu mieszanek) na glebie brunatnej i madzie, a najniższe na rędzinie (tab. 1). Na glebie płowej runi mieszanek charakteryzowała się dużą zmiennością plonowania w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. Obserwowano, że rośliny ro-

Tabela 1

Plony suchej masy mieszanek w zależności od typu gleby ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)

Cykl	Lata	Typ gleby				Średnio	NIR ($\alpha = 0,05$)
		brunatna	mada	płowa	rędzina		
I	1991–1993	2,53	2,30	1,68	1,37	1,97	0,50
II	1995–1997	2,68	2,34	1,76	1,46	2,05	0,54
III	2004–2006	2,37	2,27	1,79	1,47	1,97	0,16
Średnio		2,53	2,30	1,74	1,43	2,00	0,32

Źródło: Harasim J., 1995 i 1997 (11, 12).

snące na tej glebie najbardziej ulegały niekorzystnym wpływom suszy i wysokich temperatur. W doświadczeniach krajowych koniczyna biała lepiej utrzymywała się na glebach bielcowych niż na madach lub czarnych ziemiach zdegradowanych (6). Stwierdzono również, że koniczyna uprawiana na glebie mineralnej średniej plonowała lepiej niż na glebie lekkiej i ciężkiej (30).

W I cyklu badań runi mieszanek była zdominowana przez koniczynę białą, a w III przez trawy. Wyższy udział koniczyny białej w plonie stwierdzono na madzie, a najniższy na glebie brunatnej (tab. 2).

Tabela 2

Udział koniczyny białej w plonie suchej masy runi na różnych typach gleby (% średni ważony)

Cykl	Typ gleby				Średnio
	brunatna	mada	płowa	rędzina	
I	60,9	77,8	78,6	74,3	68,7
II	42,2	48,9	42,1	42,5	45,1
III	0,5	0,3	1,1	0,4	0,6
Średnio	34,5	42,3	40,6	39,1	38,1

Źródło: Harasim J., 1995 i 1997 (11, 12).

Najzasobniejsza w fosfor była mada, a w potas mada i rędzina. Wzajemne oddziaływanie różnych związków występujących w glebie może powodować zwiększenie ich przyswajalności dla roślin lub wiązanie składników w formy nieprzyswajalne (34). Jednakże w badaniach tych różna zasobność porównywanych typów gleb w podstawowe składniki pokarmowe tylko w niewielkim stopniu wpłynęła na zawartość tych składników w plonie mieszanek. Na rędzinie rośliny nagromadziły najwięcej wapnia, a najmniej potasu i fosforu, natomiast na glebie brunatnej zawartość K i P w roślinności była najwyższa (tab. 3). Badania własne wskazują, że w żyznym siedlisku runi mieszanek plonowała wyżej niż na glebach uboższych i suchszych (tab. 4).

Tabela 3

Zawartość składników pokarmowych w plonie runi mieszanek (średnie z trzech cykli)

Typ gleby	Zawartość ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)					
	białko ogólne	włókno surowe	P	K	Ca	Mg
Brunatna	170,0	209,1	3,8	35,6	10,4	2,1
Mada	172,0	195,5	3,5	33,9	10,8	2,3
Płowa	161,6	205,7	3,6	32,3	10,5	1,9
Rędzina	170,9	193,0	3,2	30,1	14,4	1,8

Źródło: Badania własne.

Tabela 4

Wpływ warunków siedliskowych na wielkość i jakość plonów suchej masy runi mieszanek (średnie z lat 1999–2000)

Siedlisko	Plon		Zawartość ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)			
	s.m. ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	białko ogólne ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	P	K	Ca	Mg
Żyzne	10,5	2410	4,8	37,7	13,7	2,7
Uboższe i suchsze	8,0	1517	4,5	23,8	10,9	2,5

Źródło: Harasim J., 2001 i 2004 (15, 19).

Stanowisko w płodozmianie

Przedplon jest ważnym czynnikiem dla produktywności mieszanek motylkowato-trawiastych uprawianych na gruntach ornych, a przeznaczonych do użytkowania pastwiskowego (18, 21). Mieszanek w stanowisku po ziemniaku na oborniku (uprawiane w różnych siedliskach) plonowały istotnie lepiej niż po zbożach (tab. 5 i 6). W stanowisku tym uzyskano również bardziej stabilne plony w okresie wegetacji, co ma duże znaczenie w zapewnianiu równomiernej podaży paszy dla przeżuwaczy w okresie letnim.

Dobór komponentów i ich udział w mieszance

Najczęściej polecaną i stosowaną mieszanką nasion do obsiewu intensywnie użytkowanego pastwiska jest zestaw życicy trwałej z koniczyną białą (2, 31, 36, 37). Ten gatunek trawy, podobnie jak koniczyna biała, dobrze znosi przygryzanie i udeptywanie przez zwierzęta. Ponadto, koniczyna wywiera dodatni wpływ na wzrost i rozwój życicy trwałej, co wykazały ściśle doświadczalne wazonowe (17). Natomiast życica trwała uzyskiwała w tych badaniach korzystniejsze parametry rozwojowe wtedy, gdy jej udział w mieszance nie przekraczał 50% (tab. 7). Świadczy to o dużej konkurencyjności wewnątrzgatunkowej tej trawy.

Tabela 5

Plon suchej masy dwugatunkowych mieszanek w zależności od przedplonu
(średnie z lat 1998–2000); ($t \cdot ha^{-1}$)

Kompleks glebowy	Przedplon	Koniczyna biała + kostrzewa łąkowa	Koniczyna biała + kostrzewa czerwona	Średnio	NIR ($\alpha = 0,05$)
Żytni bardzo dobry	ziemniak ⁺⁺	12,1	11,1	11,6	1,28
Pszenny dobry	mieszanek zbożowa	9,8	9,2	9,5	

⁺⁺ obornik w dawce $40 t \cdot ha^{-1}$
Źródło: Harasim J., 2003 (18).

Tabela 6

Plony suchej masy mieszanki czterogatunkowej* w zależności od stanowiska
(średnie z lat 2004–2006)

Stanowisko – przedplon	Plon ($t \cdot ha^{-1}$)	NIR ($\alpha = 0,05$)
Pole uprawne po ziemniaku na oborniku	9,3	0,72
Użytek przemienny po jęczmieniu jarym	6,0	
Łąka zagospodarowana pełną uprawą	5,9	

* skład mieszanki: koniczyna biała 40% + życica trwała 25% + kostrzewa łąkowa 20% + tymotka łąkowa 15%
Źródło: Harasim J. i Staniak M., 2007 (21).

Tabela 7

Wpływ koniczyny białej na wzrost i rozwój roślin życicy trwałej

Udział w mieszance (%)		Liczba pędów na roślinie	Wysokość roślin (cm)	Liczba liści na roślinie	Sucha masa jednej rośliny (mg)	Plon s.m. z wazonu (g)
życica trwała	koniczyna biała					
100	0	3,6	15,1	12,6	84	2,12
75	25	4,5	15,6	14,7	102	2,35
50	50	4,6	17,4	16,3	118	2,83
25	75	6,7	15,6	21,6	169	3,16
NIR; ($\alpha = 0,05$)		1,93	2,35	6,67	54,0	0,81

Źródło: Harasim J., 2002 (17).

W warunkach naszego kraju uprawa dwugatunkowej mieszanki koniczyny białej z życicą trwałą może być zawodna ze względu na wrażliwość tej trawy zarówno na niskie temperatury, jak i długotrwałą suszę (1, 14). Z porównania produktywności kilku dwugatunkowych mieszanek koniczyny białej z trawami uprawianych na glebie lekkiej wynika, że najslabiej plonowała ruń mieszanki życicowo-koniczynowej, a najlepiej ruń mieszanki koniczyny z kupkówką. Jednakże kupkówka okazała się gatunkiem

agresywnym w stosunku do koniczyny, która już w drugim roku wegetacji została wyeliminowana z runi. Koniczyna biała dobrze utrzymywała się w mieszankach z kostrzewą łąkową i tymotką łąkową (tab. 8). W niektórych pracach podkreśla się, że oprócz doboru gatunków do mieszanek na pastwiska ważny jest również dobór odmian komponentów (23, 36) oraz łączenie kilku odmian jednego gatunku, co zapewnia bardziej równomierne plonowanie mieszanki. Wydajność runi mieszanek zależna jest również od liczby współtworzących ją komponentów. W badaniach własnych stwierdzono, że lepiej plonowała mieszanka 5- niż 3-gatunkowa. Wyższą wydajnością cechowała się runi mieszanek koniczyny białej z niewielkim udziałem kupkówki pospolitej (tab. 9).

Jednakże kupkówka nie jest najlepszym komponentem do dwugatunkowych mieszanek z tą rośliną motylkową, z uwagi na dużą konkurencyjność względem koniczyny białej oraz z powodu słabego wyjadania runi przez zwierzęta. Natomiast niewielki (do 10%) dodatek tej trawy do kilkuskładnikowych mieszanek pastwiskowych z udziałem koniczyny białej okazał się bardzo celowy. Zapobiegał on obniżce plonu mieszanki w okresach posusznych i nadmiernemu rozprzestrzenianiu się koniczyny w runi (15).

Tabela 8

Wpływ doboru gatunku trawy na plonowanie dwugatunkowych mieszanek z koniczyną białą

Gatunek trawy w mieszance*	Plon suchej masy (t · ha ⁻¹)				Udział koniczyny w plonie (% średni ważony)		
	lata pełnego użytkowania						
	I	II	III	Σ	I	II	III
Kostrzewa łąkowa	8,9	6,7	9,8	25,4	38	23	22
Życica trwała	8,7	5,2	7,5	21,4	33	9	13
Tymotka łąkowa	9,0	7,5	9,4	25,9	38	21	12
Kupkówka pospolita	11,1	7,8	10,2	29,1	11	2	1
NIR (α = 0.05)	1,4	1,4	1,9	3,7	-	-	-

* mieszanka: 50% koniczyny białej + 50% trawy

Źródło: Harasim J., 1997 (13).

Tabela 9

Plony suchej masy mieszanek pastwiskowych w zależności od ich składu gatunkowego (t · ha⁻¹)

Skład mieszanki	Lata użytkowania			Średnio
	I	II	III	
Koniczyna biała 40% + tymotka łąkowa 40% + życica trwała 20%	9,0	10,5	12,3	10,6
Koniczyna biała 40% + życica trwała 50% + kupkówka pospolita 10%	9,0	11,7	13,8	11,5
Koniczyna biała 40% + kostrzewa łąkowa 20% + tymotka łąkowa 20% + życica trwała 10% + kupkówka pospolita 10%	11,0	12,1	13,7	12,3
NIR (α = 0,05)	0,9	1,1	1,2	1,1

Źródło: Harasim J., 2001 (15).

Jednym z elementów branych pod uwagę w uprawie mieszanek przeznaczonych na pastwiska jest taki udział nasion koniczyny w mieszance, aby gatunek ten w latach pełnego użytkowania stanowił do 25% plonu runi. Jednak uzyskanie dobrze plonującej mieszanki z zamierzonym udziałem koniczyny białej nie jest łatwe, gdyż wzajemne oddziaływanie komponentów rozpoczyna się już w fazie kiełkowania i trwa przez cały okres wzrostu i rozwoju roślin (22). Wykazano, że na gruntach ornych (na żyznej glebie) udział koniczyny (odmiana Armena) w plonie nie zależał od tego czy stanowiła ona 25, 50 czy 75% wysiewanej mieszanki nasion (14). W późniejszych badaniach stwierdzono natomiast, że zwiększony udział koniczyny w mieszance do siewu przyczynił się do większego udziału tego gatunku w plonie runi (21).

Koniczyna biała wpływa korzystnie na jakość plonu (16). Wraz ze wzrostem jej udziału w mieszance zwiększa się wartość energetyczna i białkowa oraz strawność uzyskanej paszy (tab. 10).

Tabela 10

Cechy jakościowe suchej masy runi mieszanek pastwiskowych z różnym udziałem koniczyny białej

Mieszanka	Wartość 1 kg s.m. paszy				Strawność s.m. paszy (%)
	energetyczna JPM	białkowa (g)			
		BTJP	BTJE	BTJN	
Trawy 100%	0,84	28	83	86	71
Trawy 80% + koniczyna biała 20%	0,91	36	93	106	75
Trawy 60% + koniczyna biała 40%	0,95	49	102	126	80

JPM – jednostka paszowa produkcji mleka;

BTJP – białko właściwe paszy, rzeczywiście trawione w jelicie cienkim;

BTJE – białko trawione w jelicie cienkim pochodzące z paszy plus białko trawione w jelicie cienkim pochodzenia mikrobiologicznego odpowiadające ilości masy organicznej paszy fermentującej w żwaczu;

BTJN – białko trawione w jelicie cienkim pochodzące z paszy plus białko trawione w jelicie cienkim pochodzenia mikrobiologicznego odpowiadające ilości białka paszy ulegającego rozkładowi w żwaczu.

Źródło: Harasim J., 2001 (16).

Nawożenie azotem

Nawożenie azotem odgrywa na pastwiskach szczególną rolę, gdyż jest jednym z najważniejszych czynników warunkujących podaż zielonki podczas sezonu pastwiskowego (32). Ruń mieszana z udziałem koniczyny białej powinna być jednak umiarkowanie nawożona azotem, gdyż duże dawki tego składnika mogą ujemnie wpływać zarówno na wielkość plonu, jak i udział w nim koniczyny (7). W badaniach własnych (14, 15) dawka 30 kg N pod każdy odrost okazywała się korzystna dla składu runi pastwiskowej. W sprzyjających warunkach siedliska koniczyna biała może dominować w runi, co ujemnie wpływa na jej produktywność, a z powodu nadmiaru białka również na jakość paszy. Temu zjawisku można zapobiegać poprzez odpowiedni rozkład nawożenia azotem. Podczas sezonu wegetacyjnego roczną ilość azotu zaleca się

tak rozdzielić pod kolejne odrosty, aby dawki w okresie wegetacji kształtowały się następująco: 1 : 2 : 2 : 2 : 1 (8). Wyniki badań Terlikowskiej (33) wskazują, że wpływ nawożenia azotem na plonowanie mieszanki trawiasto-koniczynowej zależał od poziomu wody gruntowej w glebie. Zwiększona dawka azotu w warunkach większego uwilgotnienia gleby powodowała spadek plonu suchej masy runi, natomiast przy niższym poziomie wody gruntowej zwiększenie dawki N przyczyniało się do wzrostu plonu tylko w pierwszym roku użytkowania mieszanki (tab. 11).

Tabela 11

Plon suchej masy mieszanki w zależności od poziomu wody gruntowej i nawożenia azotem ($t \cdot ha^{-1}$)

Lata użytkowania	Poziom wody gruntowej (cm)			
	40		80	
	dawka azotu (kg N · rok ⁻¹)			
	60	180	60	180
1995	18,9	18,1	17,3	19,9
1996	14,3	12,8	13,3	13,4
1997	14,8	12,7	13,2	13,6
Średnio	16,0	14,5	14,3	15,6

Źródło: Terlikowska K., 1998 (33).

Wpływ ilości wysiewu nasion na plon i zagęszczenie runi

W uprawie mieszanek na ogół proponuje się zawyżone ilości wysiewu nasion, które są podawane w masie wagowej. Najczęściej odnoszą się one do siedlisk trwałych użytków zielonych (3, 10, 35). Możliwość obniżenia ilości wysiewu nasion wpływa na zmniejszenie kosztów uprawy mieszanki i może dodatnio oddziaływać na jej run w latach pełnego użytkowania (25, 26). Ustalanie wagowych ilości wysiewu poszczególnych komponentów mieszanki powinno odnosić się do pożądanej obsady roślin ($mln\ szt. \cdot ha^{-1}$), z uwzględnieniem zarówno wartości siewnej, jak i masy tysiąca nasion (MTN) każdego z nich. MTN jest cechą, której wartość różni się znacznie w obrębie gatunków i odmian (9, 29). Wyniki badań nad ilością wysiewu nasion mieszanki dowiodły, że na grunty orne, przy zachowaniu poprawnej agrotechniki, wystarczający może być wysiew $10\ mln\ szt. \cdot ha^{-1}$ (15). Masa wysiewanych nasion jest wówczas kilkakrotnie mniejsza niż zalecana na trwałe użytki zielone. Porównując wysiewy w ilościach 10, 15 i $20\ mln\ szt.$ nasion kielkujących na 1 ha nie stwierdzono różnic w wydajności runi (tab. 12).

Tabela 12

Plony suchej masy runi mieszanek w zależności od ilości wysiewu nasion ($t \cdot ha^{-1}$)

Wysiew nasion (mln szt. $\cdot ha^{-1}$)	Rok siewu (1996)	Lata pełnego użytkowania			
		I (1997)	II (1998)	III (1999)	średnio
10	2,5	10,3	11,5	13,1	11,6
15	2,5	10,4	11,3	13,2	11,6
20	2,5	10,5	11,5	13,1	11,7
NIR, $\alpha = 0,05$	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

Źródło: Harasim J., 2001 (15).

Ilości wysiewu nasion każdego z komponentów mieszanki ustalono według następującego wzoru (15):

$$Iw = \frac{a \cdot b \cdot u \cdot 100}{c \cdot d}$$

gdzie:

Iw – ilość wysiewu nasion komponenta mieszanki ($kg \cdot ha^{-1}$)a – planowana liczba roślin (mln szt. $\cdot ha^{-1}$), np. 10, 15 lub 20

b – masa 1 000 nasion (g)

c – zdolność kiełkowania (%)

d – czystość nasion (%)

u – udział nasion komponenta w mieszance (%)

Stosując podany wzór zapobiega się wysiewaniu zawyżonej lub zaniżonej masy nasion o różnej wielkości (masie 1000 nasion).

Brak reakcji mieszanek na ilość wysiewu nasion w omówionych badaniach związany był prawdopodobnie z bardzo dobrymi warunkami meteorologicznymi, a szczególnie wilgotnościami, które wystąpiły w latach 1997–1999. W późniejszych badaniach, którym towarzyszyły częste upały i brak opadów stwierdzono istotny wpływ zwiększonej ilości wysiewu nasion mieszanki na jej wydajność (tab. 13). Uprawiana w różnych warunkach siedliskowych mieszanka pastwiskowa wysiana w ilości 10 mln nasion $\cdot ha^{-1}$ wydała mniejsze plony niż wysiana w ilości 20 mln nasion. Dalsze zwiększenie ilości wysiewu do 30 mln nasion nie powodowało już wzrostu plonu. Stwierdzono, że ilość wysiewu nie miała wpływu na udział poszczególnych gatunków w zagęszczeniu runi mieszanek (15), co było zgodne z wynikami badań T w a r d e g o (35).

Sposób użytkowania runi

Wyniki badań własnych wskazują, że jednostronne użytkowanie runi tylko przez wypas obniżało plony mieszanek w stosunku do uzyskanych w warunkach użytkowania kośnego (tab. 14). Wprowadzanie zmiennego (kośno-pastwiskowego) użytkowa-

Tabela 13

Plony suchej masy runi mieszanki w zależności od ilości wysiewu nasion
(suma plonów z lat 2004–2006); ($t \cdot ha^{-1}$)

Ilość wysiewu nasion (mln szt. $\cdot ha^{-1}$)	Siedlisko			Średnio
	pole uprawne	użytek przemienny	łąka	
10	26,15	17,49	16,66	20,10
20	27,91	17,81	17,47	21,06
30	27,19	17,30	17,21	20,56
Średnio	27,08	17,84	17,63	
NIR ($\alpha = 0,05$)	2,17			0,48

Źródło: Harasim J., 2006 (20).

Tabela 14

Plony suchej masy runi mieszanek w warunkach dwóch sposobów użytkowania ($t \cdot ha^{-1}$)

Lata użytkowania	Sposób użytkowania runi		Relacja W : K (%)	NIR ($\alpha = 0,05$)
	koszenie (K)	wypas (W)		
1993	10,8	8,9	82	0,7
1994	10,1	8,6	85	0,5
1995	9,5	7,1	75	0,2
Średnio	10,1	8,2	81	1,3

Źródło: Harasim J., 1999 (14).

nia pozwoliło przedłużyć trwałość runi i przyczyniło się do jej lepszej wydajności (19, 38).

Początkowo zmienny sposób użytkowania runi wpłynął ujemnie na plon mieszanek (tab. 15). Natomiast już w drugim roku po jego wprowadzeniu uzyskano znaczną wyższą plonów runi użytkowanej zmiennie w porównaniu z wypasną. Zmienne użytkowanie runi spowodowało jednak zmniejszenie udziału koniczyny białej w plonie suchej masy.

Innymi zabiegami agrotechnicznymi, których nie uwzględniono w badaniach własnych, a które przyczyniają się do wyższej produktywności i lepszej trwałości mieszanek pastwiskowych są wałowanie i deszczowanie. Wałowanie jest korzystne, zwłaszcza przy uprawie mieszanek na glebach organicznych i organiczno-mineralnych. Powoduje ono lepsze podsiąkanie kapilarne i większą dostępność wody dla roślin. Natomiast efekty produkcyjne i ekonomiczne deszczowania wzrastają w miarę pogarszania się warunków glebowych i obniżania rocznych sum opadów (4). Przedwczesnej degradacji runi zapobiega się ponadto przez dostosowanie wypasu zwierząt do możliwości plonotwórczych pastwiska. Zbyt duża obsada zwierząt i intensywność wypasu obniża wydajność mieszanek i może być przyczyną przenikania składników nawozowych z odchodów w głąb gleby, poza strefę korzeniową roślin (39).

Tabela 15

Plony suchej masy runi mieszanek w użytkowaniu pastwiskowym i kośno-pastwiskowym ($t \cdot ha^{-1}$)

Rodzaj mieszanki pastwiskowej	Lata użytkowania					
	1999	2000	2001		2002	
	p*	p	p	z*	p	z
Mieszanka traw + koniczyna biała	8,99	7,43	8,52	8,85	7,63	9,52
Mieszanka samych traw	8,48	7,10	7,54	7,98	8,59	10,63
Średnio	8,73	7,26	8,08	8,41	8,11	10,07
NIR dla: – mieszanek	r.n.	r.n.	0,71	0,85	0,78	1,08
– sposobu użytkowania				r.n.	1,78	

* p – użytkowanie pastwiskowe

z – użytkowanie zmienne (kośno-pastwiskowe)

Źródło: Harasim J., 2004 (19).

Podsumowanie i wnioski

Mieszanki pastwiskowe z udziałem koniczyny białej są źródłem taniej i wartościowej paszy dla zwierząt przeżuwających. Ich produkcyjność i trwałość zależy od wielu czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Zasadniczy wpływ na wielkość i jakość plonów runi wywierają warunki glebowe i pogodowe, które są podstawą do podejmowania decyzji o doborze komponentów i właściwych zabiegów agrotechnicznych. Jednak dokładna ocena wszystkich czynników, od których zależy powodzenie uprawy mieszanek jest trudna ze względu na dość złożone ich współdziałanie. Znajomość oddziaływania siedliska i poprawna agrotechnika mogą w dużym stopniu łagodzić zmienność plonowania runi mieszanek i przyczynić się do osiągnięcia zadowalających efektów produkcyjnych.

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. Lepszy rozwój komponentów i większe plony runi mieszanek uzyskano na glebie brunatnej i madzie niż na glebie płowej i rędzinie.
2. W stanowisku po okopowych na obroniku runi w mieszanekach była bardziej wydajna i łatwiej znosiła upały i suszę niż na użytku przemiennym w stanowisku po jęczmieniu jarym.
3. Na plonowanie runi mieszanek wpływał dobór gatunkowy i ilościowy komponentów. Wyższe plony uzyskano z runi kilkogatunkowej, z niewielkim udziałem kupkówki pospolitej niż z runi dwugatunkowej.
4. Umiarkowane nawożenie azotem (ok. $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ pod każdy odrost) na ogół korzystnie wpływało na skład runi mieszanki, a zwłaszcza na udział w niej koniczyny białej.
5. Za optymalną ilość wysiewu mieszanki można uznać około 20 mln nasion kielkujących na 1 ha, co w zależności od jej składu gatunkowego stanowi 14-35 kg nasion na 1 ha.
6. Zmienne (kośno-pastwiskowe) użytkowanie runi mieszanek wpływało zazwyczaj dodatnio na ich plonowanie.

Literatura

1. Baryła R., Kulik M.: Udział *Lolium perenne* w mieszankach nasion a jej występowanie w runi pastwisk w różnych warunkach siedliskowych. Łąkarstwo w Polsce 2002, **5**: 6-16.
2. Dembek R.: Ocena wartości rolniczej mieszanek *Lolium perenne* i *Trifolium repens* L. W: Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach. Mat. Ogólnopol. Konf. Łąk., SGGW Warszawa, 1995, 125-131.
3. Domański P.: Poradnik dla użytkowników łąk i pastwisk. Wyd. PRODRUK, Poznań 1999.
4. Dudek S., Żarski J.: Wpływ deszczowania i startowej dawki azotu na plonowanie mieszanki koniczyny białej z życią trwałą. Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk., 2000, **368(73)**: 41-47.
5. Gajda J., Sawicki B., Krawczyk S.: Udział pastwisk w powierzchni paszowej na przykładzie farm mlecznych z terenu województwa lubelskiego. Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk., 2000, **368(73)**: 55-61.
6. Gajda J., Warda M.: Skład gatunkowy runi pastwiskowej w różnych warunkach siedliskowych po 10 latach wypasania owiec. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1989, **366**: 218-223.
7. Gawecki J.: Wpływ nawożenia azotem na udział koniczyny białej w plonach mieszanki koniczynowo-trawistej. Ann. UMCS, 1995, E, **50**: 215-218.
8. Goliński P.: Koniczyna biała to doskonała roślina pastewna. Top Agrar Polska, 2005, **4**: 150-154.
9. Griffiths D.J., Lewis J., Bean E.W.: Problems of breeding for seed production in grasses. Seed production. London-Boston, 1980, 37-49.
10. Grzyb S.: Mieszanki na łąki i pastwiska trwałe. Mat. Instr., IMUZ Falenty, 1988, **53**: ss. 36.
11. Harasim J.: Wstępne badania nad reakcją mieszanki koniczyny białej z kostrzewą łąkową na zróżnicowane warunki glebowe. Pam. Puł., 1995, **106**: 91-102.
12. Harasim J.: Plonowanie dwugatunkowych mieszanek koniczyny białej (*Trifolium repens* L.) z trawami na różnych typach gleby bez nawożenia azotem. Biul. Oceny Odm., 1997, **29**: 71-75.
13. Harasim J.: Porównanie plonowania mieszanek koniczyny białej z trawami na glebie lekkiej. W: Niektóre zagadnienia agrotechniki koniczyny białej. IUNG Puławy, 1997, **R(342)**: 21-31.
14. Harasim J.: Wstępne badania nad przydatnością prostych mieszanek koniczyny białej z trawami do użytkowania pastwiskowego na gruntach ornych. Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk., 1999, **62**: 107-112.
15. Harasim J.: Wpływ ilości wysiewu i doboru gatunków traw na produktywność mieszanek pastwiskowych z koniczyną białą na gruntach ornych. Pam. Puł., 2001, **126**: 53-70.
16. Harasim J.: Wielkość i jakość plonu mieszanek pastwiskowych na użytku przemennym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2001, **479**: 111-125.
17. Harasim J.: Wpływ udziału *Lolium perenne* w mieszankach z *Trifolium repens* na początkowy wzrost i rozwój obu komponentów. Łąkarstwo w Polsce, 2002, **5**: 93-100.
18. Harasim J.: Plonowanie jednogatunkowych zasiewów kostrzewy łąkowej i kostrzewy czerwonej oraz ich mieszanek z koniczyną białą. Fragm. Agron., 2003, **1(77)**: 40-51.
19. Harasim J.: Wpływ zmiany sposobu użytkowania runi na plonowanie mieszanek pastwiskowych na gruntach ornych. Pam. Puł., 2004, **137**: 47-58.
20. Harasim J.: Wpływ ilości wysiewu nasion mieszanki pastwiskowej na wschody roślin i plonowanie runi w różnych siedliskach. Łąkarstwo w Polsce, 2006, **9**: 51-58.
21. Harasim J., Staniak M.: Reakcja mieszanek pastwiskowych z różnym udziałem koniczyny białej na warunki siedliskowe. Fragm. Agron., 2007, **3(95)**: 174-180.
22. Harkot W.: Studia nad konkurencyjnością traw pastewnych na przykładzie *Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* L. i *Lolium perenne* L. Rozpr. hab., AR Lublin, 1994, ss. 86.
23. Jagła S.: Plonowanie i trwałość wybranych odmian kupkówki pospolitej i tymotki łąkowej uprawianych z koniczyną białą w warunkach Małych Pienin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1996, **442**: 151-157.

24. Kuś J., Nawrocki S.: Produkcyjność różnych gleb w doświadczeniach mikropoletkowych. I. Plonowanie roślin. Pam. Puł., 1993, **79**: 7-25.
25. Kozłowska T.: Zadarnienie łąk przy obniżonych ilościach wysiewu nasion w pierwszych latach po zagospodarowaniu. Wiad. IMUZ, 1992, **17(2)**: 219-233.
26. Kozłowska T.: Wpływ obniżonych ilości wysiewu i rodzaju mieszanek na plony i skład botaniczny runi nowo założonych łąk. Wiad. IMUZ, 1995, **18(3)**: 31-51.
27. Kryszak J., Szczepaniak W., Grzebisz W.: Ocena potencjalnej wartości resztek roślinnych mieszanek trawiasto-motylikowych. Biul. Nauk., 1998, **1**: 243-250.
28. Marks M., Młynarczyk K., Marks E.: Użytki zielone w różnych systemach rolniczych. Pam. Puł., 2001, **125**: 49-56.
29. Martyniak J., Żyłka D.: Zależność obsady i instalacji roślin życicy trwałej od ilości wysiewu w uprawie nasiona. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2001, **474**: 283-292.
30. Rogalski M., Kryszak J., Biniaś J., Kardyńska S., Wieczorek A., Kłos J.: Plonowanie i struktura masy nadziemnej koniczyny białej w zależności od rodzaju gleby i intensywności użytkowania. Biul. Nauk., 1998, **1**: 309-318.
31. Stypiński P.: Reakcja koniczyny białej (*Trifolium repens* L.) na wapnowanie w siewach czystych i mieszanek z trawami w doświadczeniach pastwiskowych i wazonowych. Rozpr. Nauk. i Monogr., SGGW Warszawa, 1993, ss. 88.
32. Stypiński P.: Optymalizacja pastwisk na grądach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1996, **442**: 405-416.
33. Terlikowska K.: Koniczyna biała: jej trwałość i plonowanie w mieszance z trawami w zróżnicowanych warunkach wodnych i nawożenia azotem. Biul. Nauk., 1998, **1**: 381-386.
34. Trąba C., Wołański P.: Współzależność pomiędzy składem chemicznym gleby a zawartością składników w runi zespołu *Arrhenatheretum elatioris*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2001, **479**: 261-266.
35. Twardy S.: Wydajność i zadarnienie użytków zielonych w zależności od wielkości wysiewu nasion. Wiad. IMUZ, 1978, **13(4)**: 215-233.
36. Warda M.: Ocena rozwoju, trwałości i plonowania wybranych odmian koniczyny białej (*Trifolium repens* L.) w mieszanek z trawami użytkowanych pastwiskowo. Rozpr. Nauk., AR Lublin, 1996, **191**: ss 60.
37. Warda M., Krzywiec D.: Utrzymywanie się *Lolium perenne* i *Poa pratensis* w runi pastwiskowej na glebie torfowo-murszowej. Łąkarstwo w Polsce, 2002, **5**: 173-180.
38. Wasilewski Z.: Organizacja i użytkowanie pastwisk niżowych w systemie rolnictwa integrowanego. Mat. Sem. IMUZ Falenty, 1999, **44**: 112-125.
39. Wasilewski Z., Sutkowska E.: Ocena wpływu użytkowania pastwiskowego i kośnego na plony oraz przenikanie związków azotu i potasu do wód gruntowych. Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk., 2000, **368(73)**: 303-310.

Adres do korespondencji:

dr Józefa Harasim
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG – PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886-34-21 w. 354
e-mail: tjharasim@iung.pulawy.pl

Mariola Staniak

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

CZYNNIKI AGROTECHNICZNE WARUNKUJĄCE PLONOWANIE I WARTOŚĆ POKARMOWĄ FESTULOLIUM*

Wstęp

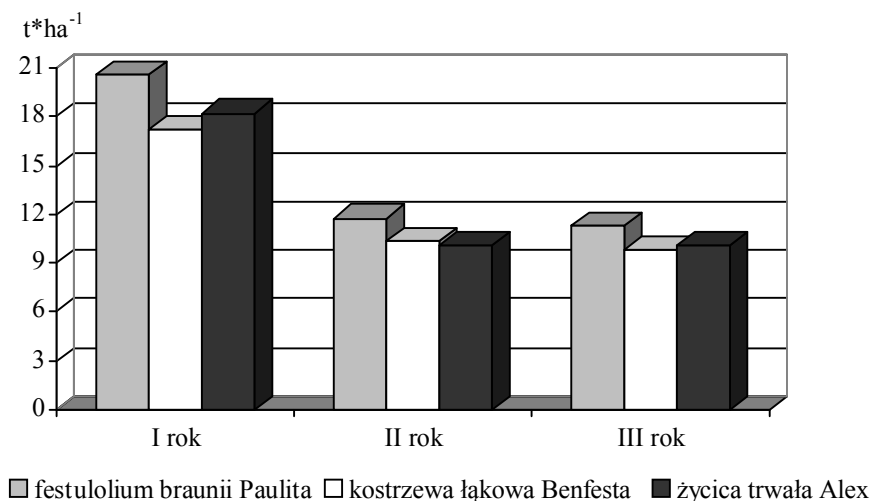
Gatunki z rodzajów *Lolium* i *Festuca* należą do grupy ważniejszych traw pastewnych. Wysoki potencjał produkcyjny życicy (zwłaszcza wielokwiatowej i trwałej) oraz doskonała jakość pozyskiwanej paszy sprawiają, że gatunki te są chętnie uprawiane w naszym kraju. Ich wartość rolniczą obniża jednak duża wrażliwość na niesprzyjające warunki pogodowe, takie jak susza i niskie temperatury (13). Natomiast kostrzewy mają lepsze cechy adaptacyjne, jednak wydajność zielonej masy jest dużo mniejsza (18). Korzystne cechy życicy wielokwiatowej i kostrzewy łąkowej udało się połączyć w międzyrodzajowym mieszańcu *Festulolium braunii* (33), który w polskim nazewnictwie otrzymał nazwę gatunkową festulolium. Wyniki badań przeprowadzonych w Polsce i za granicą wykazały, iż w porównaniu z życicą wyróżnia się on lepszą trwałością, dzięki czemu może być wysiewany na przemiennych użytkach zielonych, natomiast od kostrzewy odróżnia się lepszą energią odrastania, wyższym poziomem plonowania i lepszą jakością surowca paszowego (6, 9, 11, 30, 32). Obecnie w Rejestrze Odmian znajdują się cztery polskie odmiany festulolium: Felopa, Sulino, Rakopan i Agula (17).

Celem opracowania była ocena przydatności odmian festulolium Felopa i Sulino do produkcji pasz na gruntach ornych oraz określenie optymalnych elementów agrotechniki tego mieszańca.

Plonowanie i wartość pokarmowa festulolium na tle gatunków rodzicielskich

Festulolium zalicza się do traw o najwyższej produkcji biomasy. Z pracy N e t z - b a n d (20) wynika, że w ciągu trzech lat użytkowania plony suchej masy festulolium niemieckiej odmiany Paulita były o 10-20% wyższe niż kostrzewy łąkowej i życicy trwałej (rys. 1). Wyniki doświadczeń przeprowadzonych w Polsce i Czechach wykazały, że polskie odmiany festulolium Felopa i Sulino również cechuje wysoki poziom

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB



Rys. 1. Plony suchej masy traw w latach pełnego użytkowania (1987–1989)

Źródło: Netzband K., 1999 (20).

plonowania oraz dobra jakość surowca paszowego (1, 4, 5, 7, 25, 26). Według J o k - s i a i in. (9) zarówno w pierwszym, jak i w drugim roku pełnego użytkowania mieszańiec ten plonował na poziomie życicy wielokwiatowej, a wyraźnie przewyższał pod tym względem kostrzewę łąkową (10-30% w zależności od siedliska).

Zawartość składników pokarmowych w suchej masie festulolium kształtuje się na poziomie pośrednim między gatunkami rodzicielskimi tego mieszańca (9, 19, 24). Według O s t r o w s k i e g o (23) wartość białkowa i energetyczna sianokiszonki uzyskanej z pierwszego pokosu festulolium była bardziej zbliżona do życicy wielokwiatowej niż kostrzewy łąkowej (tab. 1). Podobnie kształtowała się jakość suszu uzyskanego z drugiego pokosu tych traw. Skład chemiczny i wartość pokarmowa paszy z traw związane są głównie z udziałem liści i źdźbeł w plonie. Festulolium charakteryzuje się korzystną strukturą biomasy nadziemnej, wyrażającą się dużym udziałem blaszek liściowych i pędów wegetatywnych w plonie (29). Mniejszy udział pędów generatywnych w odroście wiosennym festulolium, w porównaniu z życicą wielokwiatową, wpływa m.in. na wyższą zawartość białka ogólnego w suchej masie.

Wymagania siedliskowe i zabiegi uprawowe

Festulolium ma podobne wymagania glebowe i termiczne jak życica wielokwiatowa. Uduje się na glebach umiarkowanie wilgotnych i wilgotnych o dobrej strukturze, żyznych i przewiewnych. Gatunek ten przydatny jest do uprawy na glebach kompleksów: psennym bardzo dobrym i dobrym (klasa I–III), żytnim bardzo dobrym (klasa III) i zbożowo-pastewnym mocnym (klasa IIb i IVa). Dobrym przedplonem dla tego mieszańca są rośliny wcześnie schodzące z pola, jak np. groch lub rzepak, najlepiej

Tabela 1

Zawartość składników pokarmowych oraz wartość pokarmowa sianokiszonki z pierwszego pokosu traw (1994)

Wyszczególnienie	Życica wielokwiatowa	Festulolium	Kostrzewa łąkowa
Białko ogólne ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)	79	85	85
Włókno surowe ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)	345	345	310
Tłuszcz surowy ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)	46	49	55
Popiół ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)	87	91	99
Strawność suchej masy (%)	59	58	57
JPM w 1 kg s.m.	0,78	0,79	0,74
JPŻ w 1 kg s.m.	0,70	0,71	0,66
BTJN ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)	46	50	50
BTJE ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.)	63	63	62

Źródło: Ostrowski R., 1997 (23).

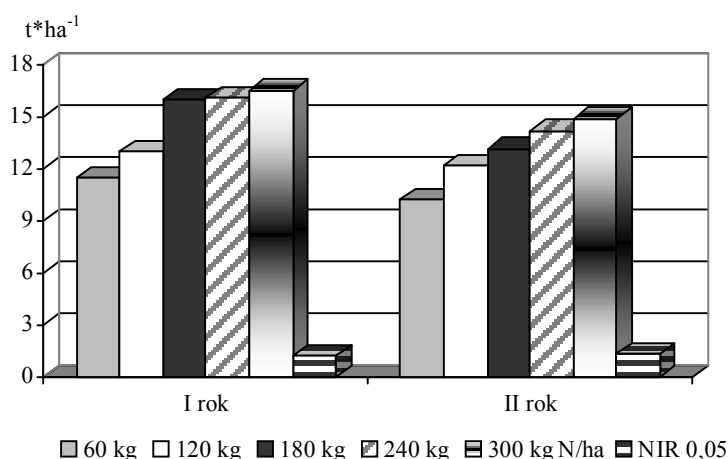
bowiem wysiewać festulolium w okresie letnim od 15 do 25 sierpnia. Możliwy jest także wysiew wiosną zarówno w siewie czystym, jak też jako komponent do mieszanek z roślinami motylkowatymi. Stanowisko pod uprawę tego mieszańca powinno być starannie przygotowane, wolne od chwastów, zwłaszcza gatunków jednoliściennych. Na glebach silnie zakwaszonych (o pH poniżej 5,5) wskazane jest wapnowanie lub wapnowanie z magnezowaniem. Ze względu na płytkie umieszczanie nasion szczególne znaczenie ma przedsiewna uprawa roli. Zwykle stosuje się zespół uprawek po zbiorze przedplonu, orkę siewną na głębokość 20-25 cm i agregat uprawowy z uwzględnieniem wału pierścieniowego w celu przyspieszenia osiadania roli. Festulolium wysiewa się w ilości $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, na głębokość 1,5 cm, w rzędy co 12-15 cm. Do zwalczania chwastów dwuliściennych zalecane są w okresie krzewienia się trawy takie preparaty, jak Chwastox Extra 300 SL w dawce $2-3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ lub U-46 M Fluid SL w dawce $1,2-1,8 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jeśli występuje większe wtórne zachwaszczenie, szczególnie chwastami jednoliściennymi, należy zastosować koszenie pielęgnacyjne (3).

Dawki nawozów w uprawie festulolium zależą przede wszystkim od rodzaju i zasobności gleby. W warunkach średniego zaopatrzenia gleby w składniki pokarmowe wynoszą one: wiosną $60-80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ i $120-140 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$, przy czym dawkę potasu dzieli się na połowę i stosuje jedną część wiosną przed ruszeniem wegetacji, a drugą po zbiorze pierwszego pokosu. Festulolium można użytkować przez okres 3 lat (rok siewu + 2 lata pełnego użytkowania). W sprzyjających warunkach pogodowych plantacje produkcyjne w pełni użytkowania dają 4-5 pokosów zielonej masy w roku, z której 40-60% przypada na pierwszy pokos (10).

Nawożenie azotem

Ważnym elementem kształtującym wielkość plonu traw pastewnych jest nawożenie azotem. Festulolium jest gatunkiem nitrofilnym i wykazuje silną reakcję dodatnią na nawożenie tym składnikiem. Badania przeprowadzone w IUNG (1) wykazały, że największy łączny plon suchej masy festulolium zebrany w latach pełnego użytkowania uzyskuje się w warunkach pogłównego nawożenia azotem w dawce 240 kg, dzielonej po 60 kg · ha⁻¹ wiosną oraz po trzech kolejnych pokosach (przy czteroosiowym użytkowaniu trawy). Efektywność nawożenia azotem jest silnie uzależniona od warunków pogodowych, zwłaszcza wilgotnościowych. W warunkach niedostatecznego zaopatrzenia roślin w wodę obserwowano znaczne przyhamowanie odrastania festulolium i słabą reakcję na nawożenie tym składnikiem, co jest widoczne w zróżnicowaniu plonów w pierwszym roku pełnego użytkowania (rys. 2). W takich warunkach efektywniejsze było stosowanie azotu po 60 kg · ha⁻¹ wiosną oraz po zbiorze I i II pokosu (łącznie 180 kg N · ha⁻¹). Zwiększenie dawki do 240, a nawet 300 kg N · ha⁻¹ na rok nie powodowało istotnej wyżki plonów suchej masy. J a n i c k a i wsp. (8) podają, że najbardziej uzasadniona ekonomicznie jest dawka 50 kg N · ha⁻¹ pod każdy pokos festulolium, gdyż różnice między plonami uzyskanymi na obiektach nawożonych dawkami azotu w ilościach 50 i 70 kg · ha⁻¹ pod każdy pokos okazały się nieistotne.

Nawożenie azotem wpływa na jakość paszy z festulolium. Szczególne znaczenie ma dawka oraz termin zastosowania nawozów. Jak twierdzi B o r o w i e c k i (1) zwiększanie dawki azotu z 60 do 240 kg · ha⁻¹ na rok powodowało istotny wzrost zawartości białka ogólnego oraz strawności suchej masy roślin. Natomiast zwiększenie ilości nawozu do 300 kg N · ha⁻¹ na rok nie wpływało już na wzrost zawartości tego



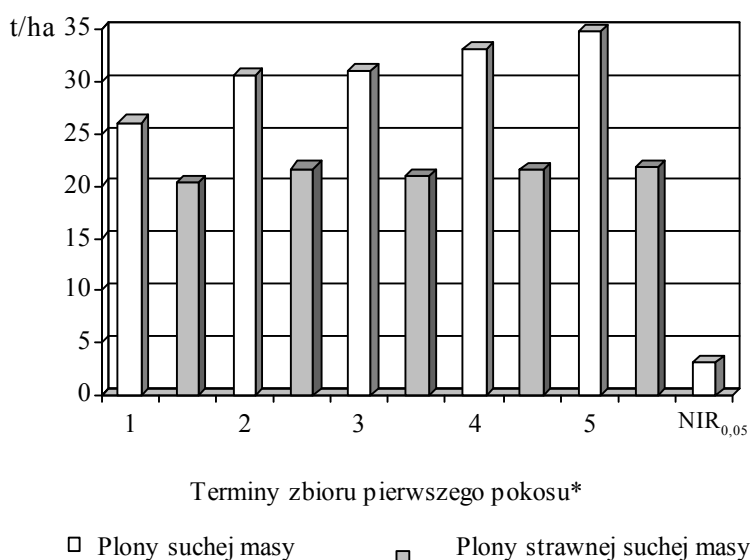
Rys. 2. Plony suchej masy festulolium odmiany Felopa w latach pełnego użytkowania (2000–2001) w zależności od poziomu nawożenia azotem

Źródło: Borowiecki J., 2002 (1).

składnika, jak również nie zwiększało strawności suchej masy roślin. Wydaje się zatem, iż przy korzystnych warunkach wilgotnościowych dawka azotu wynosząca 50-60 kg · ha⁻¹ pod każdy pokos jest dawką optymalną.

Termin zbioru pierwszego pokosu

Zasadnicze znaczenie dla produkcji pasz w uprawie polowej ma pierwszy odrost, ze względu na dominującą rolę w plonie całorocznym (4, 15). Decyduje o tym głównie intensywny wzrost i rozwój traw w okresie wiosennym oraz zmiana struktury roślin w trakcie zwiększania biomasy. Z badań własnych (25, 26) wynika, iż opóźnianie terminu zbioru pierwszego pokosu o każdy następny tydzień powodowało istotny wzrost plonów suchej masy (rys. 3). Jednak wraz ze zmianami ilościowymi zachodziły zmiany jakościowe, które pogarszały wartość pokarmową uzyskanej paszy. Gwałtownie zmniejszała się zawartość białka ogólnego, tłuszczu surowego i popiołu, a wzrastała zawartość włókna surowego (tab. 2). Następowало także istotne obniżenie strawności suchej masy, dlatego też plony strawnej suchej masy nie zwiększały się istotnie. Zmniejszanie się strawności w miarę starzenia się roślin jest spowodowane wzrostem zawartości węglowodanów strukturalnych, zwłaszcza niestrawnych frakcji włókna



* termin zbioru pierwszego pokosu był zbieżny z następującymi fazami roślin: 1 – stożek wzrostu na wysokości ok. 10 cm nad powierzchnią gleby, 2 – faza strzelania w źdźbło, 3 – faza początku kłoszenia, 4 – faza pełni kłoszenia, 5 – faza początku kwitnienia

Rys. 3. Łączne plony suchej masy oraz strawnej suchej masy festulolium odmiany Felopa w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu (rok siewu + dwa lata pełnego użytkowania)
Źródło: Staniak M., 2004 (25).

Tabela 2

Zawartość składników pokarmowych oraz strawność suchej masy festulolium odmiany Felopa w pierwszym pokosie (średnia z dwóch lat pełnego użytkowania) w zależności od terminu zbioru (%)

Termin zbioru I pokosu*	Białko ogólne	Włókno surowe	Tłuszcz surowy	Popiół surowy	Strawność suchej masy
1	15,2 a**	24,2 a	4,92 a	9,74 a	78,4 a
2	12,5 a,b	27,5 a,b	4,33 a,b	9,26 a	72,4 a,b
3	11,1 a,b	28,1 b,c	4,36 a,b	8,68 a,b	68,6 b,c
4	9,7 a,b	29,1 b,c	4,03 a,b	8,07 a,b	65,8 b,c
5	9,4 b	31,5 c	3,39 b	7,20 b	64,3 c

* objaśnienia jak na rys. 3

** liczby oznaczone takimi samymi literami nie różnią się istotnie

Źródło: Staniak M., 2004 (26).

(ligniny). Opóźniając termin zbioru odrostu wiosennego uzyskano więcej paszy, ale gorszej jakości. Podobne zależności wykazali inni autorzy (18, 21, 23).

Festulolium jest trawą o dobrej wartości pokarmowej pod warunkiem przestrzegania optymalnego terminu zbioru pierwszego pokosu. Dynamika zmian wartości pokarmowej w pierwszym pokosie wskazuje, że zbiór powinien nastąpić przed uzyskaniem maksymalnego plonu. Paszę o dobrych parametrach jakościowych zapewnia zbiór odrostu wiosennego, gdy rośliny osiągają fazę od strzelania w źdźbło do początku kłoszenia. Pasza z runi wcześniej zbierana jest bardziej smaczna, a zarazem pobierana przez zwierzęta w większych ilościach. Charakteryzuje się również wysoką wartością białkową i energetyczną (tab. 3). Lepsza jakościowo pasza objętościowa zmniejsza zużycie pasz treściwych i obniża jednostkowe koszty produkcji mleka. Obecnie

Tabela 3

Wartość energetyczna i białkowa paszy z pierwszego pokosu festulolium odmiany Felopa w zależności od terminu zbioru

Termin zbioru I pokosu*	JPM	JPŻ	BTJN	BTJE	BTJ
1	0,97	0,93	106,0	102,4	37,9
2	0,85	0,78	86,0	88,6	30,8
3	0,78	0,70	82,4	82,7	29,5
4	0,77	0,69	67,5	77,5	24,2
5	0,76	0,67	57,3	74,0	20,5

* objaśnienia jak na rys. 3

JPM – jednostka paszowa produkcji mleka (w 1 kg s.m.);

JPŻ – jednostka paszowa produkcji żywca (w 1 kg s.m.);

BTJN – białko właściwe paszy, rzeczywście trawione w jelicie cieniym plus białko właściwe mikroorganizmów żwacza, rzeczywście trawione w jelicie cieniym, obliczone na podstawie dostępnego w żwaczu azotu paszy ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$);

BTJE – białko właściwe paszy, rzeczywście trawione w jelicie cieniym plus białko właściwe mikroorganizmów żwacza, rzeczywście trawione w jelicie cieniym, obliczone na podstawie dostępnej w żwaczu energii paszy ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$);

BTJ – białko właściwe rzeczywście trawione w jelicie cieniym ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$).

Źródło: Staniak M., 2004 (26).

przy małej rentowności produkcji mleka i mięsa wołowego karmienie bydła tanimi paszami staje się z ekonomicznego punktu widzenia konieczne.

Częstotliwość koszenia

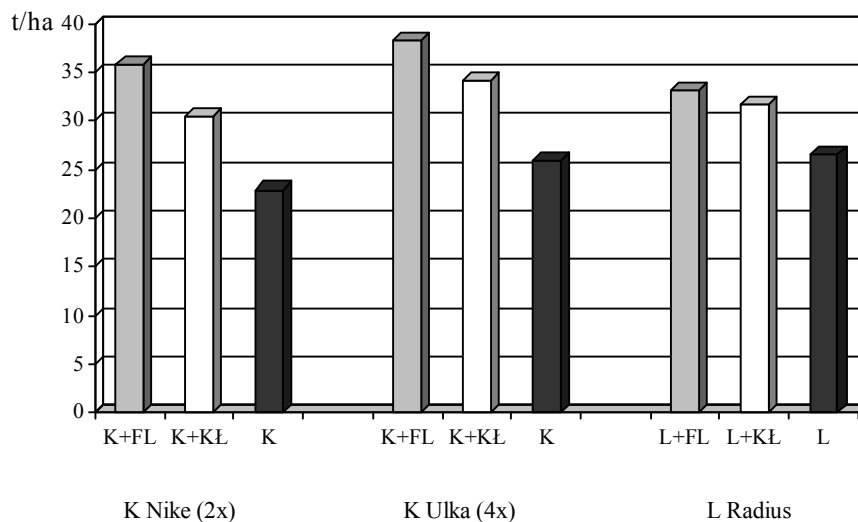
Produktywność traw pastewnych uzależniona jest od częstotliwości koszenia. Według D r o z d o v e j (5) zwiększenie liczby pokosów festulolium z trzech do pięciu w ciągu sezonu wegetacyjnego oraz zbiór pierwszego pokosu we wcześniejszych fazach rozwojowych powodowało obniżkę całorocznego plonu suchej masy, ale jednocześnie zwiększało wartość żywieniową paszy. Z badań własnych (27, 28) również wynika, że pięciokosne użytkowanie festulolium, przy zbiorze pierwszego pokosu w fazie strzelania w źdźbło, a kolejnych odrostów co 35 dni, zapewniło najlepsze efekty pod względem wielkości plonów suchej masy oraz dobrą wartość pokarmową uzyskanej paszy. Częstszy zbiór kolejnych odrostów, tj. co 21 dni wpływał korzystnie na jakość biomasy nadziemnej (większa zawartość białka, mniejsza włókna, większy plon białka ogólnego). Częste koszenie powodowało obniżkę plonu suchej masy oraz osłabiało trwałość tej odmiany, szczególnie w warunkach niedoboru wilgoci w glebie. Wrażliwość odmian festulolium na suszę potwierdzają też wyniki prac innych autorów (1, 18, 31).

Termin zbioru pierwszego pokosu oraz częstotliwość koszenia festulolium w praktyce rolniczej powinna być uzależniona od przeznaczenia masy roślinnej. Zbiór roślin z częstotliwością co 3 tygodnie jest uzasadniony jeśli przeznaczeniem trawy jest produkcja wysokobiałkowego suszu. Przy takim sposobie zbioru można użytkować odmiany festulolium tylko jeden rok. Na zielonkę można kosić festulolium w odstępach 4-5 tygodniowych, natomiast na siano co 5 tygodni. Pasza uzyskana w ten sposób może w pełni zaspokoić potrzeby wysokowydajnych krów mlecznych.

Uprawa w mieszankach z roślinami motylkowatymi

Festulolium może być dobrym komponentem do uprawy w mieszankach z roślinami motylkowatymi, zwłaszcza koniczyną czerwoną (łąkową) i lucerną mieszańcową. Potwierdziła to seria doświadczeń przeprowadzonych w IUNG. Według B o r o w i e c k i e g o (2) poziom plonowania mieszanek koniczyny łąkowej z festulolium i koniczyny z kostrzewą łąkową jest znacznie wyższy od rośliny motylkowatej uprawianej w czystym siewie. Łączne plony z 2 lat użytkowania mieszanek festulolium z koniczyną mogą być większe o 40-50% w zależności od odmiany koniczyny, a mieszanki z kostrzewą łąkową o około 25%. Również mieszanki lucerny mieszańcowej z tymi trawami dają plony większe niż roślina motylkowata w siewie czystym. W warunkach doświadczalnych zwyczajka plonów mieszanki z festulolium wynosiła 22-32%, a mieszanki z kostrzewą łąkową 10-17% (rys. 4).

Zawartość białka ogólnego w mieszankach motylkowatych z festulolium była niższa zarówno od stwierdzonej w mieszankach z kostrzewą łąkową (ok. 17%), jak i w roślinach motylkowatych (ok. 26%); o takiej zawartości decydował głównie duży



K – koniczyna czerwona (łąkowa)
 FL – festulolium odmiany Sulino
 KŁ – kostrzewa łąkowa odmiany Westa
 L – lucerna mieszańcowa

Rys. 4. Plony suchej masy koniczyny czerwonej i lucerny mieszańcowej oraz ich mieszanek z trawami (łącznie z 2 lat użytkowania 1995–1996)

Źródło: Borowiecki J., 1998 (2).

udział traw w mieszance (2). Mieszanki charakteryzowały się podobną strawnością suchej masy jak roślina motylkowata w siewie czystym. W przypadku lucerny lepszą strawnością wykazała się mieszanka lucerny z festulolium, średnią z kostrzewą łąkową, a słabą lucerna w czystym siewie (tab. 4).

Festulolium jest dobrym komponentem do mieszanek z koniczyną czerwoną i lucerną ze względu na zgodność tempa rozwoju roślin, natomiast cechą ograniczającą jego przydatność jest duża konkurencyjność w stosunku do rośliny motylkowatej. Z badań Lipińskiej (16) wynika, że spośród trzech gatunków traw, tj. festulolium, kostrzewy łąkowej i życicy trwałej największą dynamiką wzrostu i rozwoju oraz największymi zdolnościami konkurencyjnymi odznaczało się festulolium. Przy 50% udziale komponentów rośliny motylkowatej i festulolium w mieszance udział pędów koniczyny w plonie stanowił 1-10%, natomiast pędów lucerny 1-16% w zależności od roku i pokosu (2). Tetraploidalna odmiana koniczyny czerwonej Ulka okazała się bardziej przydatna do mieszanek z festulolium niż diploidalna Nike, m.in. ze względu na swój większy udział w zielonce. Biorąc pod uwagę dużą konkurencyjność festulolium, jego udział w mieszance z roślinami motylkowatymi powinien być zmniejszony (24). Wstępne wyniki badań nad mieszankami koniczyny czerwonej z różnym udziałem festulolium (20, 40 i 60%) wskazują, iż zróżnicowanie ilości wysiewu komponentów mieszanek

Tabela 4

Zawartość białka ogólnego oraz strawność *in vitro* suchej masy koniczyny czerwonej i lucerny mieszańcowej oraz ich mieszanek z trawami (%); (średnia z lat 1995–1996)

Wyszczególnienie	Białko ogólne	Strawność suchej masy
Koniczyna odm. Nike z festulolium odm. Sulino	12,9	69,5
Koniczyna odm. Nike z kostrzewą łąkową odm. Westa	15,7	69,6
Koniczyna odm. Nike (2x)	17,4	69,8
Koniczyna odm. Ulka z festulolium odm. Sulino	14,7	68,5
Koniczyna odm. Ulka z kostrzewą łąkową odm. Westa	17,5	68,8
Koniczyna odm. Ulka (4x)	19,2	69,8
Lucerna odm. Radius z festulolium odm. Sulino	14,6	69,2
Lucerna odm. Radius z kostrzewą łąkową odm. Westa	17,3	67,8
Lucerna odm. Radius	20,6	66,6

Źródło: Borowiecki J., 1998 (2).

istotnie wpływa na wielkość plonu suchej masy i białka w roku siewu i w pierwszym roku pełnego użytkowania. Najlepsze pod względem wielkości i jakości plonu były zasiewy z 20% udziałem festulolium w mieszance siewnej. W porównaniu z mieszankami z 60% udziałem komponenta trawiastego charakteryzowały się większym, średnio o 31%, plonem suchej masy i o 32% plonem białka. Zawartość włókna surowego, popiołu i makroelementów była podobna (dane niepublikowane).

Konserwacja

Wysoka zawartość cukrów rozpuszalnych sprawia, iż mieszaniec ten jest przydatny do sporządzania kiszonek. Z pracy O s t r o w s k i e g o (23) wynika, że zawartość składników pokarmowych w kiszonce i suszu z festulolium oraz strawność kształtowały się na poziomie pośrednim między gatunkami rodzicielskimi, a pod względem koncentracji różnych form energii (strawna, metaboliczna, netto wzrostowa, netto laktacji) kiszonki i susze z festulolium były bardziej zbliżone do życicy wielokwiatowej. Według K r y s z a k a (14) festulolium jest bardzo dobrym materiałem do sporządzania kiszonek w mieszance z koniczyną łąkową i lucerną siewną ze względu na korzystny skład chemiczny uzyskanej paszy, odpowiadający wymaganiom wysokowydajnych krów. Potwierdzają to także wyniki badań O s t r o w s k i e g o i B o r o w i e c k i e g o (22). Wartość energetyczna 1 kg suchej masy paszy z mieszanki festulolium z lucerną była większa niż mieszanki kostrzewy z lucerną i samej lucerny. Także największe przyrosty masy ciała w okresie 40 dni, a także przyrosty dzienne stwierdzono u tryków żywionych mieszanką lucerny z festulolium. Konserwacja mieszanek trawiasto-koniczynowych z dużym udziałem festulolium pozwala na uzyskiwanie kiszonek bogatych w cukry proste i białko ogólne, szczególnie przy zastosowaniu preparatów zawierających kwas mrówkowy (12).

Podsumowanie

Badania przeprowadzone w IUNG oraz dane literaturowe wskazują, że polskie odmiany festulolium Felopa i Sulino są przydatne do krótkotrwałych upraw polowych. Wykazują wiele cech przejętych od gatunków rodzicielskich, które uważane są za trawy o wysokiej wartości użytkowej i pokarmowej. Mieszaniec ten charakteryzuje się dużym potencjałem plonotwórczym i dobrą jakością biomasy, podobnie jak życica wielokwiatowa, a przy tym wyróżnia się większą trwałością, podobnie jak kostrzewa. Warunkiem uzyskania dużych i wartościowych plonów jest poprawna agrotechnika. Szczególne znaczenie ma odpowiednie nawożenie azotem, właściwy termin zbioru pierwszego pokosu i częstotliwość koszenia. Festulolium może być uprawiane w siewie czystym, jak również w mieszankach z roślinami motylkowatymi, ale z zachowaniem odpowiednich proporcji komponentów przy wysiewie nasion. Mały udział festulolium w mieszance siewnej podyktowany jest dużymi zdolnościami konkurencyjnymi tego mieszańca względem rośliny motylkowatej. Obecnie prowadzone programy hodowlane ukierunkowane są na tworzenie nowych odmian o większej odporności na niesprzyjające warunki pogodowe, zwłaszcza suszę.

Biorąc pod uwagę wszystkie poznane dotąd właściwości festulolium można przypuszczać, że w miarę zaopatrzenia w nasiona będą szanse na szerszą uprawę tego mieszańca w naszym kraju.

Literatura

1. B o r o w i e c k i J.: Wpływ nawożenia azotem na plon i wartość pokarmową *Festulolium braunii* odm. Felopa. Pam. Puł., 2002, **131**: 39-48.
2. B o r o w i e c k i J.: Przydatność festulolium do uprawy w mieszankach z koniczyną czerwoną i z lucerną. Mat. konf. nauk. „*Festulolium* – osiągnięcia i perspektywy”. Poznań, 1998, 12-17.
3. B o r o w i e c k i J., S t a n i a k M.: Festulolium nowy gatunek trawy pastewnej. Agrochemia, 2003, **6**: 30-32.
4. D o m a Ń s k i P., J o k ś W.: Odmiany *Festulolium* – efekty postępu biologicznego. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Rol., 1999, **220(44)**: 87-94.
5. D r o z d o v a A.: Characteristics of initial growth and development of *Festulolium* hybrids. Sci. Stud., 1996, **14**: 13-17.
6. F o j t i k A., C a g a s B., T u r e k F., K u n c l L., S r a m e k P., H o u d e k I.: Production capacity of *Festulolium* hybrids in monoculture and mixture. Proc. of 13th General Meeting of the European Grassland Federation, Banská Bystrica, 1990, 386-390.
7. F o j t i k A., V a c e k V.: Evaluation of intergeneric hybrids *Lolium multiflorum* Lam. + *Festuca sp.* div. and their parental generations 1. Yield characteristics. Sbor. Vedec. Praci, 1983, **8**: 107-117.
8. J a n i c k a M., S t y p i Ń s k i P., I l a v s k a I., R a t a j D.: Porównanie plonowania i trwałości wybranych gatunków i odmian traw w różnych warunkach siedliskowych. Biul. IHAR, 2003, **225**: 129-138.
9. J o k ś W., N o w a k T., J o k ś E., Z w i e r z y k o w s k i Z.: Charakterystyka botaniczna i rolnicza polskich odmian *Festulolium*. Mat. konf. nauk. „*Festulolium* – osiągnięcia i perspektywy”. Poznań, 1998, 6-11.
10. J o k ś W.: Festulolium – trawa przyszłości? Por. Gosp., 2001, **2**: 26.

11. Kaltofen H., Käding H., Petersen W.: Comparison of *Festulolium* hybrids with traditional forage grasses on peat soil. Proc. of 13th General Meeting of the European Grassland Federation, Banská Bystrica, 1990, 447-450.
12. Kostulak-Zielińska M., Potkański A., Kryszak J.: Skład chemiczny kiszzonek z mieszanek trawiasto-koniczynowych z udziałem *Festulolium*, zakiszanych z dodatkiem kwasu mrówkowego. Roczn. Nauk. Zoot., 2002, **29(2)**: 61-71.
13. Kozłowski S., Kukułka I.: Charakterystyka jakości odmian traw na podstawie niektórych cech fitochemicznych. Roczn. AR Poznań, Rol., 1992, **40**: 19-30.
14. Kryszak J.: Plonowanie i jakość mieszanek *Festulolium braunii* (K. Richter) A. Camus z koniczyną łąkową i lucerną siewną na gruntach ornych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2001, **479**: 173-178.
15. Krzywiecki S.: Wpływ terminu i częstotliwości koszenia na plon i skład chemiczny intensywnie nawożonych traw w uprawie polowej. Roczn. Nauk Rol., 1979, A, **104(1)**: 57-74.
16. Lipińska H.: Ocena rozwoju *Festulolium brauni*, *Lolium perenne* i *Festuca pratensis* w siewie czystym i ich mieszkach. Ann. UMCS, 2005, E, **60**: 163-174.
17. Lista odmian roślin rolniczych i warzywnych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce. COBORU Słupia Wielka, 2007.
18. Łyszczarz R., Zimmer-Grajewska M., Sikorra J.: Wpływ terminu zbioru pierwszego odrostu na plonowanie i wartość pokarmową wybranych odmian kostrzewy łąkowej, życicy trwałej i *Festulolium*. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Rol., 1999, **220(44)**: 185-193.
19. Łyszczarz R.: Ilościowe i jakościowe parametry oceny wybranych odmian kostrzewy łąkowej, życicy trwałej i *festulolium*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2001, **474**: 225-233.
20. Netzbänd K.: Breeding of tetraploid *Festulolium* fodder grasses with different maturity. Proc. of the 16th Meet. of the Fodder Crops Sec. of EUCARPIA, Wageningen, 1990: 47-48.
21. Olszewska M., Grzegorzczak S., Alberski J.: Wpływ terminu zbioru pierwszego pokosu na plonowanie i wartość paszową *Festulolium braunii* (Richt.) Camus. Pam. Puł., 2001, **125**: 301-306.
22. Ostrowski R., Borowiecki J.: Wartość pokarmowa siana i mieszanek z lucerny oraz mieszanek lucerny z *Festulolium* lub kostrzewą łąkową oceniana na owcach. Roczn. Nauk. Zoot., 1997, **24(3)**: 173-185.
23. Ostrowski R.: Strawność i wartość pokarmowa kiszzonek i suszu z *Festulolium*. Biul. Oceny Odm., 1997, **28**: 91-95.
24. Ostrowski R.: *Festulolium* – międzyrodzajowy mieszaniec traw pastewnych. Biul. Inf. IZoot., 2000, **38(1)**: 55-62.
25. Staniak M.: Plonowanie i wartość pokarmowa *Festulolium braunii* odmiany Felopa w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu. I. Plon i wybrane elementy jego struktury. Pam. Puł., 2004, **137**: 117-131.
26. Staniak M.: Plonowanie i wartość pokarmowa *Festulolium braunii* odmiany Felopa w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu. II. Skład chemiczny i wartość pokarmowa. Pam. Puł., 2004, **137**: 133-148.
27. Staniak M.: Wpływ częstotliwości koszenia i rodzaju gleby na plonowanie i jakość suchej masy *festulolium* odmiany Felopa. Ann. UMCS, 2004, E, **59(4)**: 2001-2008.
28. Staniak M.: Wstępne badania nad plonowaniem i składem chemicznym *Festulolium braunii* (Richt.) Camus odmiany Felopa w zależności od częstotliwości koszenia. Fragm. Agron., 2005, **4**: 118-133.
29. Staniak M.: Ocena cech morfologiczno-biologicznych *Festulolium* odmiana Felopa w warunkach zróżnicowanego terminu zbioru pierwszego pokosu. Łąk. Pol., 2006, **9**: 205-210.
30. Staniak M.: *Festulolium* – nowy gatunek trawy pastewnej w polowej produkcji pasz. Post. Nauk Rol., 2006, **1**: 89-100.
31. Wilman D., Gao Y., Leitch M.: Some differences between eight grasses within the *Lolium* – *Festuca* complex when grown in conditions of severe water shortage. Grass For. Sci., 1998, **53**: 57-65.

32. Zwierzykowski Z., Naganowska B.: Wykorzystanie mieszańców kompleksu *Lolium-Festuca* w hodowli. Genet. Pol., 1994, **35A**: 11-17.
33. Zwierzykowski Z., Tayyar R., Brunell M., Łukaszewski A. J.: Genome recombination in intergeneric hybrids between tetraploid *Festuca pratensis* and *Lolium multiflorum*. J. Hered., 1998, **89(4)**: 324-328.

Adres do korespondencji:

dr Mariola Staniak
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 081 886 34 21 w. 351
e-mail: staniakm@iung.pulawy.pl

Marian Machul

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

MOŻLIWOŚCI I SKUTKI STOSOWANIA UPROSZCZEŃ I SIEWU BEZPOŚREDNIEGO W UPRAWIE KUKURYDZY*

Wstęp

Dotychczasowy, powszechnie stosowany na świecie sposób uprawy roli opierał się na wielokrotnym spulchnianiu gleby w ciągu roku, poczynając od przykrycia resztek poźniowych, poprzez kilkakrotne mechaniczne niszczenie zachwaszczenia, orkę zimową i cały zespół uprawek przedsejowych (21). Z upływem czasu zmieniały się systemy produkcji rolniczej, a także poglądy dotyczące sposobu uprawy gleby ulegały licznym zmianom i modyfikacjom. Zmiany te dotyczyły sposobu spulchniania, głębokości i częstotliwości wykonywania zabiegów. W Europie po pierwszej wojnie światowej aż do lat siedemdziesiątych przeważał pogląd, że głębsze uprawy wpływają korzystnie na wzrost plonowania roślin oraz właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby (23). Z czasem, gdy stwierdzono, że nie wykonanie pewnych zabiegów w praktyce nie powoduje znaczącego obniżenia plonów roślin, powstawały zastrzeżenia co do celowości intensywnego spulchniania gleby. Spostrzeżenia te doprowadziły do zmiany poglądów odnośnie sposobu uprawy roli. Dobrym rozwiązaniem i tańszym sposobem uprawy roli okazały się uproszczenia polegające na spłycaniu uprawy lub zmniejszaniu liczby zabiegów, aż do zupełnej ich eliminacji w tzw. uprawie zerowej.

Dominującym sposobem uprawy roli we wszystkich systemach produkcji rolniczej, niezależnie od warunków glebowych, klimatycznych i ekonomicznych, jest uprawa płużna. Jest ona powszechnie stosowanym sposobem przygotowania roli do siewu zarówno w warunkach ekstensywnej, jak i intensywnej uprawy roślin. Uprawa płużna ma wiele zalet i bardzo dobrze opracowane podstawy teoretyczne. Radcki (20, 21) podaje, iż najważniejsze z nich to: dobre spulchnienie, odwrócenie i rozdrobnienie warstwy ornej oraz wyrównanie zawartości składników mineralnych w warstwie ornej. Ma też zaletę o charakterze psychologicznym: jest systemem czystej i starannej uprawy roli. Uprawa płużna ma też i wady, jest energochłonna i kosztowna, gdyż pochłania 25-40% całkowitych nakładów na produkcję roślinną (6). W uprawie kukurydzy, jak podaje Roszkowski (22), na orkę przypadało około 30% nakładów robocizny i energii mechanicznej.

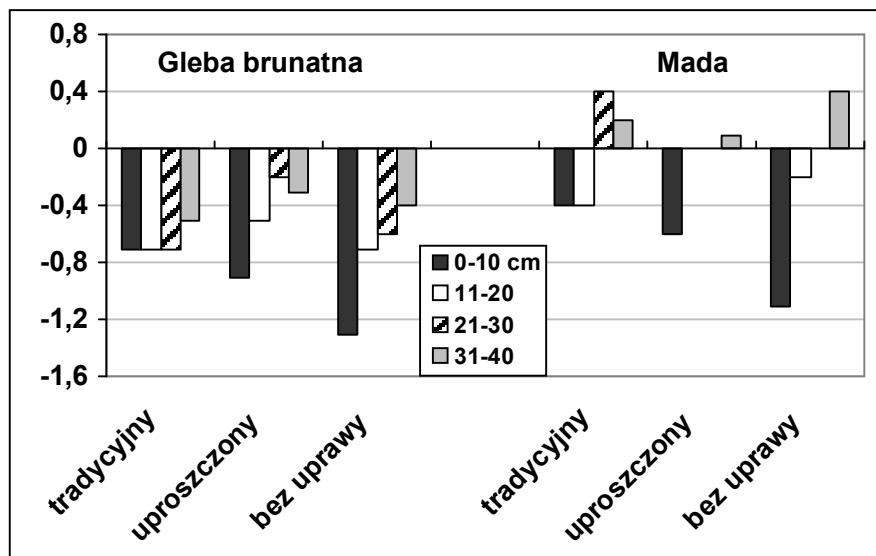
* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Kukurydza była pierwszą rośliną, którą zaczęto wysiewać bez uprawy roli. Obecnie jest ona tak uprawiana w Stanach Zjednoczonych i innych krajach klimatu ciepłego, w których siew bezpośredni stał się już techniką powszechnie stosowaną (1, 20, 21, 23).

Do niedawna w Polsce stosowało się prawie wyłącznie uprawę płużną. Jednak wyniki badań i doświadczenia praktyki rolniczej wskazują, że w określonych przypadkach można z powodzeniem zastosować uprawę uproszczoną, a nawet siew bezpośredni kukurydzy (5).

Zmiany właściwości fizycznych i chemicznych gleby

Uproszczona uprawa roli powoduje zmiany właściwości chemicznych i fizycznych gleby (2, 5, 12, 16, 20, 21, 23). Pod wpływem sposobu uprawy zmienia się odczyn gleby. Wieloletnie stosowanie siewu bezpośredniego kukurydzy uprawianej w monokulturze spowodowało silniejsze zakwaszenie gleby, zwłaszcza w górnej (0-10 cm) jej warstwie niż w uprawie tradycyjnej i uproszczonej (12). Kwasowość gleby brunatnej i mady była podobna; pH odpowiednio 5,7 i 5,8. Odczyn gleby brunatnej (pH w KCl) uprawianej tradycyjnie zmniejszył się o 0,7; uprawianej sposobem uproszczonym o 0,9; a nieuprawianej mechanicznie – o 1,3. Odczyn mady obniżył się odpowiednio o 0,4; 0,6 i 1,1 jednostki (rys. 1). Zakwaszenie to spowodowane jest powierzchniowym wnoszeniem nawozów mineralnych oraz płytszym rozmieszczeniem systemu korzeniowego i jednostronnym zubożeniem górnych poziomów w niektóre składniki pokarmowe.

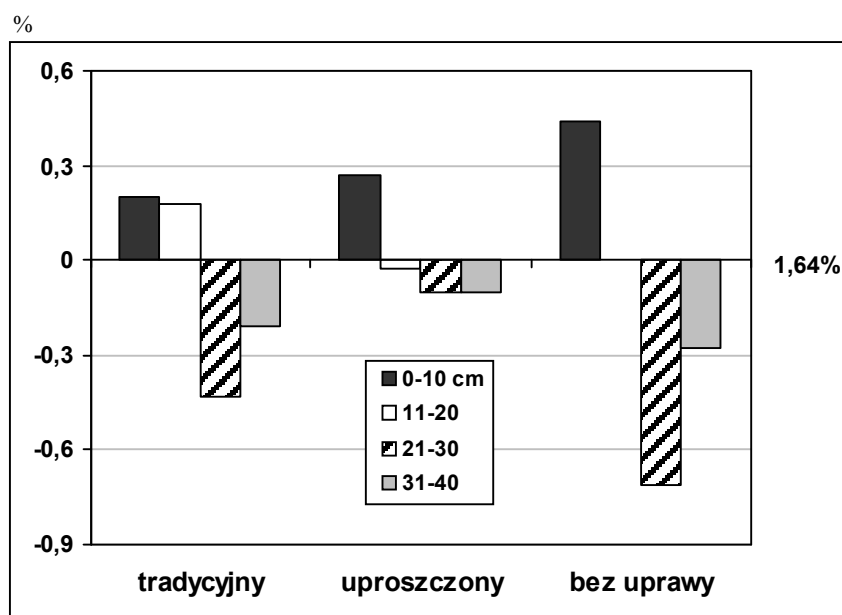


Rys. 1. Zmiany odczynu (pH) gleb na czterech poziomach głębokości po pięciu latach różnicowanej uprawy roli pod kukurydzą

Źródło: Machul M., 1995 (11).

Pozytywnym zjawiskiem przy siewie bezpośrednim jest zwiększona zawartość próchnicy w górnej (0-10 cm) warstwie gleby. Pięcioletni siew bezpośredni w uprawie kukurydzy w monokulturze na madzie spowodował dwukrotny przyrost zawartości próchnicy w porównaniu ze stwierdzoną w warunkach uprawy tradycyjnej, ale tylko w powierzchniowej warstwie gleby (rys. 2). Większy przyrost wystąpił w glebie brunatnej niż w madzie. Siew bezpośredni prowadzi jednak do zmniejszenia ilości próchnicy w głębszych (20-40 cm) warstwach gleby (12). Natomiast w badaniach S z y m a n k i e w i c z a (23) coroczne zróżnicowane uprawy nie powodowały zmian zawartości próchnicy. Zmiany zawartości substancji organicznej – polegające na zwiększeniu jej zawartości w górnej warstwie gleby i zmniejszeniu w dolnej – traktowane są przez niektórych badaczy jako niekorzystne zjawisko przekształcania profilu glebowego.

Wieloletnie stosowanie siewu bezpośredniego powoduje także zwiększenie zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w górnych poziomach warstwy ornej, w porównaniu ze stwierdzonymi w uprawie tradycyjnej (12). Podobne wyniki w odniesieniu do fosforu uzyskał także S z y m a n k i e w i c z (23). Podaje on jednak, że sposób uprawy roli nie miał wpływu na zawartość potasu i magnezu w glebie. Stwierdził natomiast znaną prawidłowość, iż niezależnie od sposobu uprawy zawartość potasu i fosforu obniża się wraz ze wzrostem głębokości. Wzrost zawartości N, P, K i C w wierzchniej warstwie nieuprawianej gleby lub przy stosowaniu ograniczonej uprawy w porównaniu z uprawianą tradycyjnie tłumaczy się mniejszym ich wymywaniem, jak i mniejszą erozją.



Rys. 2. Zawartość próchnicy w madzie po pięciu latach w zależności od sposobu uprawy roli pod kukurydzą

Źródło: Machul M., 1995 (11).

Szymankiewicz (23) uważa, że uproszczona uprawa oddziałuje niekorzystnie na większość badanych cech gleby. Wyeliminowanie mechanicznej uprawy roli powoduje najczęściej zwiększenie zwięzłości i gęstości gleby oraz zmniejszenie porowatości ogólnej i pojemności kapilarnej objętościowej w porównaniu z wartościami tych cech w warunkach uprawy typowej (5, 21, 23). Uprawa bezorkowa i glebogryzarką zdecydowanie podnosiły zwięzłość gleby o około 32% i zmniejszały pojemność kapilarną objętościową średnio o 1,9% (23). Także Dzienia i Sosnowski (5) podają, że zastosowanie siewu bezpośredniego spowodowało wzrost zwięzłości gleby o 24–100% w stosunku do jej stanu przy uprawie płuźnej. Zwięzłość gleby i porowatość w badaniach Radckiego (21) wykazały małe zróżnicowanie pod wpływem uprawy roli, ale równocześnie wyraźnie widoczne były zmiany tych cech w okresie wegetacji roślin, często przekraczające różnice między obiektami uprawowymi. Stwierdzono większą zwięzłość gleby w obiektach bez uprawy roli, zwłaszcza w głębszych poziomach warstwy ornej. Zwięzłość gleby nie zwiększała się wraz z długością okresu bez uprawy roli.

Istotnym czynnikiem decydującym o powodzeniu uproszczonych sposobów uprawy roli jest rodzaj gleby i jej zagęszczenie. Zarówno gęstość gleby, jak i zwięzłość są wielkościami zmieniającymi się w zależności od składu granulometrycznego i wilgotności gleby (18). Gęstość i zwięzłość gleby skorelowana jest ujemnie z ilością części spławialnych, a dodatnio z wilgotnością. Nugis (17) zauważa, że im gleba lżejsza tym optymalna jej gęstość jest wyższa. Ważne jest utrzymywanie gleby w takim stanie fizycznym, który by umożliwiał korzeniom penetrację oraz wykorzystanie składników pokarmowych i wody. Przy wzroście zagęszczenia gleby mogą występować gorsze wschody roślin i obniżenie ich plonowania. Radcki i Opic (20) podają, że sposób uprawy roli wpływa na gęstość gleby (ciężar objętościowy). Porównując obiekty z siewem bezpośrednim i z uprawą pluźną stwierdzono większą gęstość na obiektach bez uprawy i różnice te dochodziły do $0,3\text{--}0,4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Także Dzienia i Sosnowski (5) stwierdzili większą gęstość gleby o 2–16% w stosunku do obserwowanej w uprawie tradycyjnej. Wyraźne zwiększenie zagęszczenia gleby odbijało się na układzie porowatości; następowało zmniejszenie porowatości ogólnej na obiektach z siewem bezpośrednim (20).

Wyniki prezentowane w literaturze dotyczące zawartości wody w glebie w zależności od sposobu uprawy roli nie są jednoznaczne. Szymankiewicz (23) stwierdził, że uwilgotnienie profilu glebowego pod kukurydzą, wyrażone zapasem wody w poszczególnych latach, zależało przede wszystkim od ilości i rozkładu opadów oraz fazy rozwojowej roślin kukurydzy. Mało wyraźny był wpływ zróżnicowanej uprawy roli na zmiany zapasu wody w glebie. Średnio za 4 lata uprawa bezorkowa i uproszczona istotnie podnosiły zapas wody w warstwie gleby 0–60 cm w stosunku do jej stanu na obiekcie kontrolnym. W badaniach Radckiego (21) zaniechanie uprawy roli w zmianowaniu nie powodowało wyraźnych zmian w aktualnej zawartości wody i powietrza w glebie. Wystąpiła jednak tendencja obniżania się wilgotności gleby na obiekcie z czteroletnim stosowaniem siewu bezpośredniego, zwłaszcza w warstwie 10–20 cm.

Wzrost wilgotności gleby przy stosowaniu ograniczonej lub zerowej uprawy roli wykazali natomiast C z y ż (2), D a n i e l, D i l l a h a i i n., G o l a b i i n. oraz S o m e i i n. (cyt. za 19). Wzrost ten następuje wskutek zwiększenia ilości makroporów w glebie, wzrostu zawartości substancji organicznej i mniejszego przewietrzania gleby. W rejonach suchych największą rolę w zatrzymywaniu wody na glebach nieuprawianych przypisuje się pozostawionej po zbiorze słomie i tworzeniu się mulczu na powierzchni. Różnice wyraźniej występują w latach lub regionach suchych. W latach wilgotnych, o dużej ilości opadów nie stwierdza się na ogół różnic w zawartości wody w glebie. Natomiast M a l i c k i i i n. (13) zwracają uwagę na rolę, jaką w kształtowaniu uwilgotnienia gleby odgrywa roślina; według nich stosunki wodne układają się różnie w zależności od uprawianych gatunków roślin.

Badania dotyczące oddziaływania sposobu uprawy roli na strukturę gleby wykazały, że kilkakrotne wykonanie siewu bezpośredniego nie pogarszało stanu agregatowego. Zaniechanie uprawy mechanicznej powodowało wyraźne zwiększenie ilości dużych agregatów i ich trwałości w górnych warstwach gleby (18-20). R a d e c k i i O p i c (20) podają, że po 11 latach siewu bezpośredniego w warstwie gleby 0-5 cm średnica gruzelka wynosiła 1,52 mm, podczas gdy na obiekcie z orką zaledwie 0,98 mm.

Zmiany właściwości fizycznych i chemicznych gleby, jakie zachodzą pod wpływem uprawy uproszczonej wymagają od rolnika takiego postępowania, które umożliwiłoby ograniczenie ujemnych skutków tych uproszczeń i pozwalałoby w pełni wykorzystać ich zalety.

Uproszczenia w uprawie roli a zachwaszczenie i porażenie przez choroby grzybowe

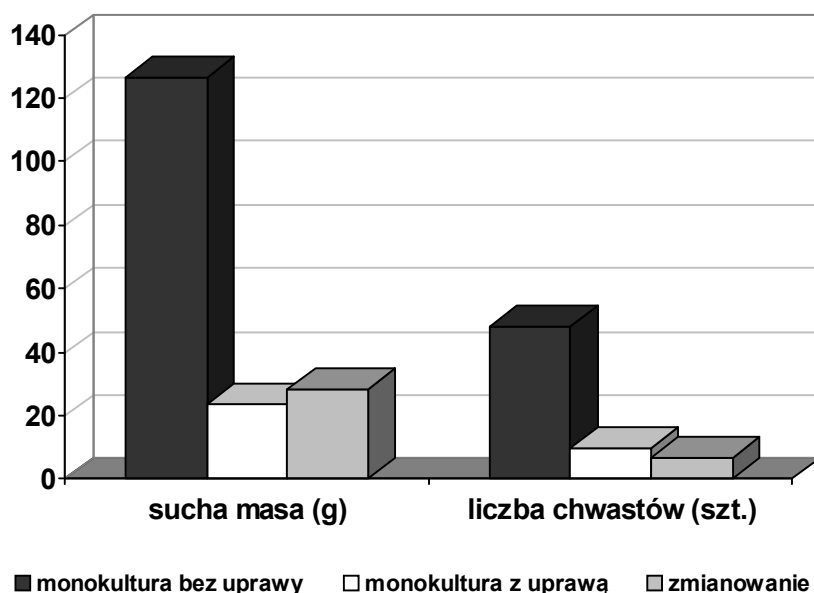
W literaturze przeważa stwierdzenie, iż stosowanie uproszczeń w uprawie roli, a zwłaszcza całkowite zaniechanie uprawy mechanicznej, powoduje wzrost zachwaszczenia; zwiększenie liczby i masy chwastów (3, 4, 11, 12, 20, 21, 23). D u b a s (3) podaje, że uprawa kukurydzy w monokulturze powoduje wzrost ogólnej liczby chwastów i udziału w niej chwastów prosowatych; z 41% w dwuletniej, do 90% w pięcioletniej monokulturze. Natomiast przy uprawie kukurydzy po różnych przedplonach udział chwastów prosowatych był podobny i wynosił około 30%. W badaniach S z y m a n k i e w i c z a (23) wzrost liczby chwastów na obiekcie bezorkowym w stosunku do ich liczby w uprawie typowej wyniósł: 96% jednoliściennych, zaś 15% dwuliściennych, na obiekcie uprawianym glebogryzarką liczba wszystkich chwastów zwiększyła się o 43,1%. Natomiast nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli na skład gatunkowy dominujących chwastów jednoliściennych i dwuliściennych oraz wieloletnich i krótkotrwałych. Brak oddziaływania zróżnicowanej uprawy roli na skład gatunkowy chwastów w kukurydzy tłumaczy się zbyt krótkim okresem badań, w którym mógłby się zmienić ich skład. R a d e c k i (21) podaje, że skład gatunkowy chwastów zmieniał się w zależności od sposobu uprawy roli. Brak orki wyraźnie zwiększał zachwaszczenie chwastami rocznymi jednoliściennymi, a zastąpienie orki gryzowaniem powodo-

wało zwiększenie masy chwastów rocznych dwuliściennych, pomimo stosowania dostępnych herbicydów. Prawie czterokrotny wzrost masy chwastów na obiekcie z dwukrotnie wykonanym siewem bezpośrednim (21) spowodowany był praktycznie przez jeden gatunek – chwastnicę jednostronną (*Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. P.B.). W innych badaniach (11) na obiektach bez uprawy, jak i z uproszczoną uprawą najliczniej reprezentowane były takie gatunki chwastów, jak: ostrożeń polny – *Cirsium arvense* (L.), perz właściwy – *Agropyron repens* (L.) P.B., gwiazdnica pospolita – *Stellaria media* (L.) Vill., szarłat szorstki – *Amaranthus retroflexus* (L.), psianka czarna – *Solanum nigrum* (L.) Vill. oraz skrzyp polny – *Equisetum arvense* (L.).

W literaturze znane są też wyniki badań J o h n s o n' a (cyt. za 19) wskazujące, że nawet po 10 latach nieuprawiania roli nie stwierdzono różnic w zachwaszczeniu w porównaniu do jego stanu na glebie uprawianej tradycyjnie.

W badaniach IUNG w latach 2004–2006 stwierdzono, że już w drugim roku trwania monokultury (w 2005 r.), pomimo stosowania herbicydu Primextra Gold 720, na obiekcie z uprawą zerową ogólna liczba chwastów, jak i masa chwastów była kilkakrotnie większa niż na obiekcie z pełną uprawą roli w monokulturze i zmianowaniu (rys. 3). Na obiekcie bez uprawy wystąpiły w dużym nasileniu przymiotno kanadyjskie – *Erigeron canadensis* (L.) i skrzyp polny – *Equisetum arvense* (L.). Konieczne było zastosowanie ponownego oprysku preparatem Callisto 100 SC.

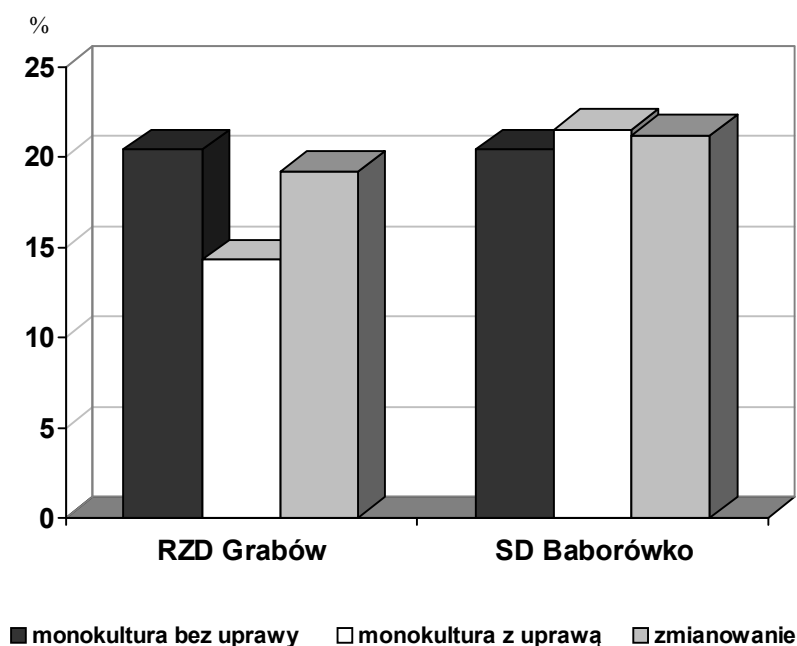
Czynnikiem warunkującym uzyskanie dobrych plonów kukurydzy przy stosowaniu uproszczeń uprawowych jest prowadzenie skutecznej walki z zachwaszczeniem. Jest



Rys. 3. Zachwaszczenie kukurydzy na powierzchni 1 m² w zależności od sposobu uprawy
Źródło: Badania własne.

to możliwe, gdyż firmy chemiczne wprowadzają na rynek nowe herbicydy, których umiejętne zastosowanie pozwala utrzymać pole w stanie wolnym od chwastów, nawet przez kilkuletni okres wykonywania siewu bezpośredniego. W o r s h a m i L e w i s (cyt. za 19) uważają, że rozwiązanie problemu zachwaszczenia miało podstawowe znaczenie w rozpowszechnianiu się uproszczeń w uprawie roli.

Uproszczenia uprawowe uważane są za czynnik sprzyjający pojawianiu i rozprzestrzenianiu się chorób grzybowych. Badania D u b a s a (3) wskazują na wyraźny wzrost udziału roślin porażonych przez głównię guzową kukurydzy uprawianej w monokulturze wraz z wydłużaniem się okresu trwania monokultury – z 7,3% w dwuletniej do 24,6% w pięcioletniej monokulturze. Natomiast porażenie przez tę chorobę kukurydzy uprawianej po różnych przedplonach wynosiło około 7-8%. W badaniach własnych niezależnie od sposobu uprawy roli odnotowano podobne porażenie roślin przez głównię guzową kukurydzy. W warunkach sprzyjających rozwojowi chorób grzybowych stopień porażenia roślin wynosił średnio 20-21%. W badaniach tych na porażenie głównią guzową kukurydzy większy wpływ miały warunki pogodowe niż uprawa w monokulturze i sposób przedsięwzięcia przygotowania roli.



Rys. 4. Porażenie roślin kukurydzy przez głównię guzową (*Ustilago zeae* Unger) w 2006 r.
Źródło: Badania własne.

Życie biologiczne gleby

Uproszczenia w uprawie roli wpływają także na życie biologiczne gleby. Zachodzące zmiany dotyczą makro- i mikroorganizmów glebowych, ich aktywności i rozmieszczenia w środowisku glebowym. Mikroflora i mikrofauna gleby mogą niwelować lub znacznie ograniczać ujemne skutki we właściwościach fizycznych gleby (20). W większości prac stwierdza się, że w obiektach z siewem bezpośrednim występuje większa liczebność takich organizmów glebowych, jak *Acarina* sp. i *Lumbricus* sp. Zjawisko to najczęściej jest obserwowane w warstwie gleby 1-15 cm. Powszechnie znana i potwierdzona jest wzmożona aktywność dżdżownic na polach nieoranych i ich działanie fitomelioracyjne (24). Na 1 ha powierzchni rolniczej żyje około 9,5 milionów dżdżownic (24), a uprawa zachowawcza (siew w mulcz) w porównaniu z tradycyjnymi metodami powoduje wzrost populacji dżdżownic w warstwie uprawnej gleby. E h l e r s (cyt. za 20) wykazał wielokrotnie więcej makroporów o średnicy 2-11 mm pozostawionych w glebie przez dżdżownice w warunkach siewu bezpośredniego. Spulchniające działanie fauny glebowej w warunkach stosowania siewu bezpośredniego zapewnia utrzymanie przepuszczalności gleby i jej napowietrzenia na poziomie zbliżonym do naturalnego. Obserwuje się i niekorzystne zjawiska związane z fauną żerującą na roślinach uprawnych, a zwłaszcza wyraźne nasilenie występowania ślimaków na obiektach z siewem bezpośrednim (20).

Sposób uprawy różnicuje nie tylko ilość makro-, ale i mikroorganizmów w środowisku glebowym. Jeden gram gleby czynnej biologicznie może zawierać 3 miliardy bakterii (24). Intensywna uprawa roli powoduje zachwianie równowagi biologicznej. Natomiast konserwująca uprawa uaktywnia życie biologiczne górnych warstw gleby, zwiększając znacznie liczebność mikroorganizmów i nematod.

Wieloletnia uprawa uproszczona wpływa także na populację grzybów w środowisku glebowym; flora grzybowa powoduje wzrost stabilności agregatów glebowych. Sposób uprawy wpływa na aktywność grzybów współżyjących z korzeniami roślin i grzybów patogenicznych znajdujących się w glebie. Uproszczona uprawa roli powoduje wzrost zasiedlania korzeni roślin przez grzyby mikoryzowe. Także korzenie kukurydzy, jak podaje M o z a f a r i in. (15), w warunkach uprawy zerowej są bardziej kolonizowane przez grzyby mikoryzowe, a w mniejszym stopniu przez grzyby nie żyjące w mikoryzie. Ponadto na korzeniach roślin w warunkach bez uprawy stwierdzono istotnie więcej grzybów niż w przypadku obiektów z uprawą płużną.

Intensywność uprawy roli wpływa na koncentrację niektórych składników pokarmowych w roślinach. W warunkach zredukowanej uprawy, przy wzroście zasiedlania korzeni przez grzyby, większe jest pobranie składników pokarmowych przez rośliny. W roślinach kukurydzy pochodzących z obiektów bez uprawy zawartość P, Zn i Cu była wyższa niż stwierdzona w warunkach uprawy konwencjonalnej (15). Natomiast we wczesnych fazach wzrostu koncentracja Ca i Mn w kukurydzy była większa, gdy stosowano uprawę tradycyjną. Zmiany zawartości składników w kukurydzy stwierdzone przez M o z a f a r a i in. (15) w warunkach uproszczonej uprawy były spowodowane zmianą aktywności różnych grzybów zasiedlających korzenie roślin.

Plonowanie kukurydzy w warunkach uproszczonej uprawy roli

Wyniki licznych badań (2-5, 10, 11, 22) wskazują, że sposób uprawy roli ma istotny wpływ na plony kukurydzy. W piśmiennictwie przeważa stwierdzenie, że stosowanie uprawy uproszczonej, a zwłaszcza uprawy zerowej (2-4, 10, 11, 22), prowadzi do obniżenia plonów ziarna i słomy kukurydzy. Na wielkość plonów kukurydzy duży wpływ mają panujące w poszczególnych latach warunki meteorologiczne, głównie termiczne i wilgotnościowe. Jak podają D z i e n i a i S o s n o w s k i (5) kukurydza lepiej plonowała w latach ciepłych po zastosowaniu siewu bezpośredniego, zaś w latach chłodnych i wilgotnych po uprawie płuźnej.

Według G r i f f i t h a i in. (7) oraz M a c h u l a (12) obniżka plonu ziarna w warunkach siewu bezpośredniego sięgała odpowiednio 9,2 i 9,4% w stosunku do wydajności uzyskanej przy pełnej uprawie płuźnej. Natomiast w badaniach M e n z e l a i D u b a s a (14) pominięcie orki przez pięć kolejnych lat obniżało plon aż o 15,8%. Również uproszczenie uprawy roli polegające na zastosowaniu talerzówki i glebogryzarki zamiast orki powodowało obniżkę plonu ziarna o ponad 6% (12, 23). Przyczyną spadku plonu ziarna zarówno w warunkach bez orki, jak i z uprawą uproszczoną była mniejsza obsada roślin, a w konsekwencji mniejsza liczba kolb uzyskanych z jednostki powierzchni (3, 9, 12, 14). Na słabszą obsadę roślin prawdopodobnie mogły wpłynąć pogarszające się właściwości gleby: zwiększenie się zwięzłości gleby, a zmniejszenie pojemności kapilarnej objętościowej, na co zwracają uwagę M e n z e l i D u b a s (14), S z y m a n k i e w i c z (23) oraz gorsze warunki wzrostu młodych siewek z powodu niższej temperatury gleby i obecności fitotoksyn. Odmienny w tym względzie wynik uzyskali G r i f f i t h i in. (7), bowiem po 3 lub 4 latach w siewie bezpośrednim plon kukurydzy stabilizował się na poziomie zbliżonym do osiąganego w uprawie tradycyjnej.

Również przeprowadzone ostatnio badania własne autora nie wykazały istotnego wpływu sposobu uprawy roli na plon ziarna kukurydzy (tab. 1). Podobne plony odnoszono uprawiając kukurydzę w zmianowaniu i w monokulturze niezależnie od sposobu przedsięwziętego przygotowania roli; były one wynikiem uzyskania pełnej obsady roślin na wszystkich obiektach uprawowych oraz brakiem różnic w masie 1000 ziaren i liczbie ziaren w kolbie (tab. 2). Brak różnic w plonach tłumaczy się także większą wilgotnością gleby nieuprawianej w okresie wegetacji w porównaniu z uprawianą tradycyjnie.

Obniżka plonów może być również wynikiem uprawy kukurydzy w monokulturze i to niezależnie od sposobu uprawy roli, a ujemny wpływ uprawy w monokulturze na plonowanie kukurydzy uwidacznia się najczęściej w pierwszych trzech latach (4, 12, 14).

Wyniki badań wskazują, że i w naszych warunkach, na glebach będących w dobrej kulturze istnieje możliwość stosowania pod kukurydzę uproszczonej uprawy roli aż do uprawy zerowej włącznie. Czynnikiem decydującym o osiąganiu plonów kukurydzy porównywalnych z uzyskiwanymi w uprawie tradycyjnej jest poprawne wykonanie siewu i zapewnienie pełnej obsady roślin.

Tabela 1

Plony kukurydzy (średnie z lat 2004–2006)

Wyszczególnienie	RZD Grabów		SD Baborówko	
	ziarno	słoma	ziarno	słoma
Monokultura, bez uprawy	7,77	7,74	5,36	6,37
Monokultura, pełna uprawa roli	7,95	8,86	5,48	6,61
Zmianowanie, pełna uprawa roli	7,51	8,07	5,43	6,66
NIR $\alpha = 0,05$	r.n.	–	r.n.	–

Źródło: Badania własne.

Tabela 2

Zależność niektórych elementów struktury plonu kukurydzy od sposobu uprawy roli

Wyszczególnienie	Monokultura		Kukurydza w zmianowaniu	NIR $\alpha = 0,05$
	bez uprawy	pełna uprawa		
Liczba roślin (tys. · ha ⁻¹)	90,8	89,7	88,9	r.n.
Masa 1000 ziaren (g)	265,6	253,1	258,6	r.n.
Liczba ziaren w kolbie	433,4	434,1	427,6	r.n.
Wilgotność ziarna podczas zbioru (%)	38,3 b	37,8 b	36,2 a	r.i.

a, b – wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie między sobą dla $\alpha = 0,05$

Źródło: Badania własne.

Wyniki oceny ekonomicznej stosowania uproszczonej uprawy roli w porównaniu z uprawą tradycyjną są rozbieżne, podobnie jak plonowanie roślin; efekty ekonomiczne są uzależnione od poziomu plonów. Notowano zarówno dodatni, jak i ujemny wynik ekonomiczny stosowania siewów bezpośrednich (19). Stosunkowo szybkie odchodzenie od tradycyjnej uprawy w Stanach Zjednoczonych wskazuje, że w tych warunkach przyrodniczo-ekonomicznych, przy posiadanych środkach produkcji i relacji ich cen do cen produktów rolnych, ograniczenie uprawy roli jest celowe i korzystne. Natomiast w warunkach naszego rolnictwa, jak podają J a n k o w i a k i K r a s o w i c z (8) oraz M a c h u l i i n. (10), stosowanie uproszczeń w uprawie roli aż do siewu bezpośredniego włącznie zmieniało poziom i strukturę kosztów bezpośrednich, nie wpływając w sposób wyraźny na koszt jednostkowy produkcji ziarna kukurydzy. Można przypuszczać, że zmiany cen środków produkcji i nośników energii przyczynią się także w naszych warunkach do wzrostu opłacalności stosowania uproszczonej uprawy roli i siewu bezpośredniego kukurydzy. Przy siewach bez uprawy roli większe są nakłady na herbicydy, nasiona i nawozy, natomiast przy uprawie tradycyjnej – na energię, robociznę i maszyny. M e n z e l i D u b a s (14) na podstawie pięcioletnich wyników uprawy kukurydzy w monokulturze wykazali mniejszą efektywność energetyczną upraw uproszczonych, zwłaszcza siewu bezpośredniego. Mniejsze nakłady energetyczne w uprawie bezorkowej nie rekompensowały uzyskiwanych niższych plonów ziarna kukurydzy.

Podsumowanie

Sposób uprawy roli wpływa na poziom plonów kukurydzy. Najczęściej uproszczona uprawa powoduje obniżkę plonów, której przyczyną jest mniejsza obsada roślin, a w konsekwencji mniejsza liczba kolb z jednostki powierzchni. Wieloletnie stosowanie uproszczonej uprawy roli, a szczególnie siewu bezpośredniego, powoduje niekorzystne zmiany właściwości chemicznych i fizycznych gleb. Następuje wówczas obniżenie pH górnej warstwy gleby oraz nagromadzenie się w niej fosforu, potasu i magnezu. Pozytywną zmianą jest natomiast wzrost zawartości próchnicy, lecz dotyczy on także powierzchniowej warstwy gleby. Wyeliminowanie mechanicznej uprawy roli powoduje najczęściej zwiększenie zwięzłości i gęstości gleby oraz zmniejszenie porowatości ogólnej i pojemności kapilarnej objętościowej w porównaniu z wartością tych cech w warunkach uprawy typowej. Ograniczona uprawa, a zwłaszcza zaniechanie uprawy mechanicznej, powoduje wzrost zachwaszczenia kukurydzy, głównie przez gatunki jednoliścienne i wieloletnie. Uproszczenia w uprawie roli wpływają także na życie biologiczne gleby. Powodują zmiany w liczebności, aktywności i rozmieszczeniu organizmów żywych w środowisku glebowym.

W warunkach Polski istnieje możliwość stosowania pod kukurydzą uproszczonej uprawy roli aż do uprawy zerowej włącznie, głównie na glebach będących w dobrej kulturze. Czynnikiem decydującym o jej stosowaniu jest poprawne wykonanie siewu, zapewniające uzyskanie dobrej obsady roślin oraz pełna kontrola zachwaszczenia. Niewiele niższe koszty produkcji, jak w warunkach uprawy tradycyjnej i mniejsza efektywność energetyczna uprawy uproszczonej, a zwłaszcza siewu bezpośredniego, nie są czynnikami stymulującymi stosowanie uproszczonej uprawy roli w produkcji kukurydzy. Zastosowanie uproszczeń w uprawie roli wymaga od rolnika rozsądnego postępowania, które pozwoliłoby w jak największym stopniu zmniejszyć ich ujemne skutki i w pełni umożliwić wykorzystanie ich zalet.

Literatura

1. Cox W.J., Zobel R.W., van Es H.M., Otis D.J.: Growth development and yield of maize under three tillage systems in the northeastern USA. *Soil Till. Res.*, 1990, **18**: 295-310.
2. Czyż E.: Wpływ systemów uprawy roli na wybrane właściwości fizyczne gleby i plonowanie kukurydzy w monokulturze. *Pam. Puł.*, 2005, **140**: 35-47.
3. Dubas A.: Uprawa kukurydzy w monokulturze i zmianowaniu. *Prace Kom. Nauk Rol. Kom. Nauk Leśn. PTPN*, 1980, **49**: 51-58.
4. Dubas A., Szulc P.: Przyrodnicze efekty stosowania przez kilka lat siewu bezpośredniego kukurydzy uprawianej w monokulturze. *Fragm. Agron.*, 2006, **3**: 27-35.
5. Dzienia S., Sosnowski A.: Możliwości zastosowania siewu bezpośredniego na glebie kompleksu żyniego dobrego w warunkach klimatycznych Pomorza Zachodniego. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 1991, **109(2)**: 157-173.
6. Gonet Z., Zaorski T.: Energochłonność orki w różnych warunkach glebowych. *Pam. Puł.*, 1988, **91**: 137-152.

7. Griffith D. R., Kladivko E. J., Manner J. V.: Long-term tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter, poorly drained soil. *Agron. J.*, 1988, **80(4)**: 599-605.
8. Jankowski J., Krasowicz S.: Ekonomiczne i organizacyjne aspekty uprawy kukurydzy w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1997, **450**: 163-183.
9. Kapusta G., Krausz R. F., Matthews J. L.: Corn yield is equal in conventional, reduced, and no-tillage after 20 years. *Agron. J.*, 1996, **88**: 812-816.
10. Machul M., Krasowicz S., Szeleźniak E.: Effect of tillage methods on the economics of grain production of maize grown in monoculture. *Bibl. Fragm. Agron.*, 1997, **2B**: 435-438.
11. Machul M.: Możliwości zastosowania uproszczonych metod uprawy roli pod kukurydzą na ziarno w trzyletniej monokulturze. *Pam. Puł.*, 1993, **102**: 191-199.
12. Machul M.: Wpływ przedsiewnego przygotowania roli na plonowanie kukurydzy uprawianej w pięcioletniej monokulturze. *Pam. Puł.*, 1995, **106**: 47-62.
13. Malicki L., Podstawka-Chmielewska E.: Wpływ systemu uprawy roli na wilgotność wierzchniej warstwy rędziny. *Zesz. Nauk. AR Szczecin, Agricultura*, 1999, **74**: 15-23.
14. Menzel L., Dubas A.: Reakcja kukurydzy uprawianej w monokulturze na uproszczenia w uprawie roli. *Pam. Puł.*, 2003, **133**: 123-134.
15. Mozafar A., Anken T., Ruh R., Frossard E.: Tillage intensity, mycorrhizal and nonmycorrhizal fungi, and nutrient concentrations in maize, wheat, and canola. *Agron. J.*, 2000, **92(6)**: 1117-1124.
16. Nowicki J., Orzech K.: Wpływ zróżnicowanej uprawy gleby średniej na niektóre jej właściwości fizyczne. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 2002, **116(1-4)**: 143-156.
17. Nugis E.: Ocena granicy pożyźnienia pri raznogłubinoi predposievnoi počvoobrabotkie. V Międzyn. Symp. „Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia, ochrony roślin i uprawy gleb”, Warszawa, 1998, 148-154.
18. Pabian J.: Przyczyny powstania i sposoby zapobiegania fizycznej degradacji gleb. *Post. Nauk Rol.*, 2004, **4**: 17-32.
19. Pudełko J., Wright D. L., Wiatrak P.: Stosowanie ograniczeń w uprawie roli w Stanach Zjednoczonych AP. *Post. Nauk Rol.*, 1994, **1**: 153-162.
20. Radeccki A., Opic J.: Metoda siewu bezpośredniego w świetle literatury krajowej i zagranicznej. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 1991, **109(2)**: 119-141.
21. Radeccki A.: Studia nad możliwością siewu bezpośredniego na czarnych ziemiach właściwych. *Rozpr. Nauk. i Monogr., SGGW-AR Warszawa*, 1986, ss. 87.
22. Roszkowski A.: Możliwości obniżenia nakładów energetycznych w technologiach kukurydzy i jęczmienia. *IBMER Warszawa*, 1984, ss. 145.
23. Szymankiewicz K.: Badania nad sposobami uprawy roli pod kukurydzą w krótkotrwałej monokulturze. *Rozpr. Nauk., AR Lublin*, 1987, **101**: ss. 69.
24. Weber R.: Wpływ uprawy zachowawczej na ochronę środowiska. *Post. Nauk Rol.*, 2002, **1**: 57-67.

Adres do korespondencji:

dr Marian Machul
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 081 886 34 21 w. 355
e-mail: mmachul@iung.pulawy.pl

Jerzy Książak

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

WYBRANE ELEMENTY AGROTECHNIKI MIESZANEK ROŚLIN STRĄCZKOWYCH ZE ZBOŻAMI UPRAWIANYCH NA NASIONA*

Wstęp

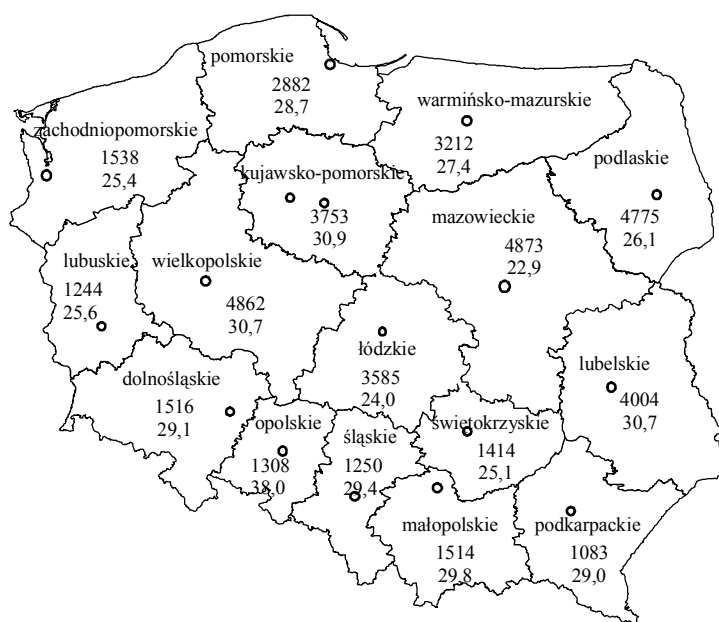
Jedną z cech charakterystycznych polskiego rolnictwa jest bardzo duży udział mieszanek zbożowych i strączkowo-zbożowych w strukturze zasiewów. Dane statystyczne nie pozwalają na dokonanie podziału mieszanek w zależności od składu gatunkowego, jednak obserwacje wskazują na większe znaczenie mieszanek jęczmienia i owsa niż roślin strączkowych ze zbożami. Te ostatnie są uprawiane w celu uzyskania nasion, wyprodukowania paszy treściwej o większej zawartości białka niż ziarno zbóż, pozyskania zielonki na paszę lub mogą być wykorzystane na przyoranie. Zainteresowanie mieszanekami roślin strączkowych ze zbożami od kilku lat jest stałe. W latach 2001–2005 uprawiano je na powierzchni około 43 tys. ha (rys. 1). Przy czym w roku 2001 było to około 52 tys. ha, a w roku 2002 tylko 34,5 tys. ha, głównie w województwach mazowieckim, podlaskim i wielkopolskim, natomiast najmniej w podkarpackim. Średnie plony nasion w tym okresie wynosiły $28 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$, najwyższe uzyskano w roku 2004 (wyższe o 2,5 dt).

Uprawa mieszanek jest zasadna ze względu na walory produkcyjne i agrotechniczne. Cechuje je szereg korzystnych oddziaływań natury strukturalnej, fizjologicznej i konkurencji między roślinami. Na skutek zróżnicowania gatunkowego komplementarnie wykorzystywane są zasoby siedliska i następuje kompensacyjny wzrost i rozwój uprawianych gatunków. Ich uprawa jest uzasadniona wówczas, gdy plon mieszanek jest większy, bardziej stabilny, a koszty produkcji mniejsze niż w siewach czystych zbóż, albo gdy ujawni się choćby jedna z tych cech. Ponadto istotne znaczenie stanowią walory paszowe plonu oraz wartość stanowiska dla roślin następnych.

Jako początek badań nad uprawą mieszanek zbóż z roślinami strączkowymi można uznać lata 1924–1926, gdy G ó r s k i w Dublinach przeprowadził doświadczenia polowe z mieszanekami owsa z jęczmieniem i owsa z wyką (4). Stwierdził on, że 40% udział wyki w normie wysiewu, w latach niekorzystnych dla owsa, wpłynął na znaczną zwiększoną plonu tego zboża. O korzyściach płynących ze współrzędnej uprawy zbóż

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

z roślinami strączkowymi już znacznie wcześniej pisał O c z a p o w s k i (37). N o w o t n ó w n a (36) w badaniach nad wpływem roślin motylkowatych na rozwój traw i roślin zbożowych w zasiewach mieszanych stwierdziła w doświadczeniach wazonowych m.in., że plon ziarna jęczmienia zwiększył się o około 50%, a plon białka podwoił się. G ó r s k i i K o t e r (4) w doświadczeniach wazonowych z owsem i jęczmieniem oraz z łubinem, bobikiem, peluszką i wyką stwierdzili, że mieszanki cechuje wyższy poziom plonowania niż zasiewy oddzielne tych gatunków, a pod wpływem rośliny motylkowatej wzrasta procentowa zawartość azotu w całej roślinie zbożowej. O f a r i i S t e r n (38) podają, że mieszanki zboża (jęczmień i owies) z rośliną strączkową (groch) plonują lepiej niż te same gatunki uprawiane oddzielnie w warunkach niskiego poziomu nawożenia azotem. Roślina strączkowa w większym stopniu wykorzystuje wówczas azot atmosferyczny, a konkurencja zbożowego komponenta mieszanki jest nieduża. Na korzystne efekty współwystępowania w mieszankach pszenżyta jarego i łubinu żółtego wskazują wyniki badań R u d n i c k i e g o i K o t w i c y (47). W mieszankach roślin strączkowych ze zbożami stwarzane są warunki do powstawania i ujawniania się oddziaływań, które w konsekwencji mają znaczący wpływ na kształtowanie się struktury ładu, jak również udział poszczególnych komponentów w tworzeniu plonu nasion (18). Z pracy F o r d o ņ s k i e g o i R u t k o w s k i e g o (2) wynika, że rośliny owsa w siewie współrzędnym z pastewnymi odmianami grochu wykształcają nieco dłuższe wiechy, mają większą liczbę ziarna w wiesze, większą



Rys. 1. Powierzchnia uprawy (ha) i plon nasion (dt · ha⁻¹) mieszanek roślin strączkowych ze zbożami (średnie z lat 2001–2005)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

masę 1000 ziaren. Zwiększenie udziału grochu z 30 do 70% w mieszankach z jęczmieniem jarym, niezależnie od typu ulistnienia grochu, wpływa na wyższe osadzenie pierwszego i ostatniego strąka, wydłużenie części owocującej pędu, natomiast małemu zróżnicowaniu ulega liczba węzłów owocujących i strąków z węzła, liczba nasion w strąku oraz liczba strąków i nasion na roślinie (18).

Wzajemne oddziaływanie na siebie nasion roślin strączkowych i zbóż będących w bezpośrednim sąsiedztwie jest silniejsze niż podłoża pozostałych po ich kiełkowaniu (tab. 1). Ujawnia się także stymulujący wpływ podłoża spod kiełkujących ziarniaków zbóż (4 gatunki) na wzrost korzenia zarodkowego grochu i wyki oraz hamujący wpływ podłoża spod pszenżyta na masę korzeni łubinu żółtego i wąskolistnego. Ponadto podłoże spod nasion roślin strączkowych działa inhibicyjnie na wzrost korzenia zarodkowego jęczmienia, owsa, pszenicy i pszenżyta, jak również na koleoptyl jęczmienia. W innej pracy K s i ę ż a k (20) podaje, że po 4 dniach wydzieliny korzeniowe siewek owsa o większym stężeniu oddziałują hamująco na rozwój korzenia zarodkowego roślin strączkowych. Natomiast wyciągi z pęczniejących przez 24 godziny ziarniaków owsa stymulują kiełkowanie nasion grochu, nie obserwowano natomiast takiego wpływu eksudatów z ziarna jęczmienia. Eksudaty z nasion grochu moczonych przez 48 i 72 godziny wpłynęły inhibicyjnie na kiełkowanie ziarniaków jęczmienia.

Badania wzajemnego oddziaływania komponentów mieszanki dotyczą głównie nadziemnej części roślin. Ważnym elementem tego zagadnienia jest konkurencja komponentów mieszanki w dostępie do światła. Właśnie światło i azot są, zdaniem O f a r i i S t e r n a (38), najważniejszymi czynnikami wpływającymi na plonowanie mieszan-

Tabela 1

Wpływ wydzielin kiełkujących ziarniaków zbóż na zdolność kiełkowania nasion roślin strączkowych (%)

Wyszczególnienie	Warunki optymalne							
	po 4 dniach				po 8 dniach			
	łubin żółty	łubin wąskolistny	groch	wyka	łubin żółty	łubin wąskolistny	groch	wyka
Kontrola	71,5 a	93,5 a	89,3 a	77,0 a	87,7 a	94,3 a	95,1 a	88,0 a
Jęczmień	75,4 b	94,4 a	93,9 a	49,0 b	91,4 b	95,0 a	98,8 a	68,0 b
Owies	68,4 a	95,0 a	92,6 a	72,4 a	89,4 a	95,0 a	98,6 a	80,4 c
Pszenica	75,4 b	91,4 a	87,0 a	70,4 c	92,0 b	93,4 ab	94,0 a	82,9 a
Pszenżyto	67,0 c	89,2 b	95,6 b	73,4 a	90,0 a	90,0 b	98,9 a	76,0 c
	warunki stresowe							
	po 10 dniach				po 14 dniach			
	łubin żółty	łubin wąskolistny	groch	wyka	łubin żółty	łubin wąskolistny	groch	wyka
Kontrola	84,2 a	95,2 a	96,0 a	77,5 a	90,4 a	95,7 a	100,0 a	86,0 a
Jęczmień	80,0 b	94,4 a	96,0 a	82,4 a	89,4 a	94,9 a	97,0 a	84,4 a
Owies	78,4 b	96,4 a	91,4 a	80,0 a	87,4 a	96,4 a	94,4 b	84,7 a
Pszenica	83,0 a	94,0 a	96,0 a	96,4 b	89,0 a	95,4 a	97,0 a	87,4 a
Pszenżyto	81,0 a	95,0 a	95,0 a	81,4 a	89,0 a	96,0 a	96,4 a	85,1 a

Objaśnienia: liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie

Źródło: Książak J., 2004 (19).

ki. Wyższy, zbożowy komponent, powoduje ograniczenie warunków wzrostu towarzyszącej roślinie strączkowej poprzez zacienianie, co nasila się w warunkach zwiększonego poziomu nawożenia mieszanek azotem. H e r p e r (cyt. za 38) uważa, że jeśli komponenty mieszanki konkurują ze sobą pod względem wysokości roślin, to o plonie mieszanki decyduje słabszy komponent. W rozważaniach na temat konkurencji między gatunkami wchodzącymi w skład mieszanki mało miejsca zajmują badania systemu korzeniowego. W i l s o n (59) twierdzi, że lepsze plonowanie mieszanek roślin strączkowych ze zbożami związane jest z niewielką zależnością systemów korzeniowych obu komponentów. Badania na ten temat prowadzili również T o f i n g a i S n a y d o n (54), porównując system korzeniowy mieszanek pszenicy i jęczmienia z grochem wysiewanych łącznie w rzędy naprzemianległe i krzyżujące się. Najmniej korzystny okazał się siew w rzędy naprzemianległe.

W ostatnim okresie dużą uwagę zwraca się na możliwość wymywania azotanów z gleby pól po roślinach strączkowych obsiewanych oziminami. W strefach ochronnych ujęć wody pitnej zaleca się wysiew strączkowych w mieszankach ze zbożami (13, 29). Natomiast w rolnictwie ekologicznym uprawa zbóż jarych ze strączkowymi znacząco wzbogaca paszę w białko (14).

Wiązanie azotu symbiotycznego

Przyswajanie azotu cząsteczkowego zależy od gatunku rośliny strączkowej jako komponenta i jego udziału w mieszance, morfologii roślin, ich konkurencyjności wobec drugiego gatunku, a także od poziomu nawożenia azotem. W roślinie strączkowej zacienianej przez zboże fotosynteza jest ograniczona, a przyswajanie azotu zmniejszone. Również typ rośliny strączkowej odgrywa tu pewną rolę; samokończące odmiany w porównaniu z tradycyjnymi asymilują mniej wolnego azotu z powietrza (3). Występuje również zależność – im większa dawka N mineralnego pod mieszanki, tym mniejsze jest przyswajanie azotu atmosferycznego. Znany jest bowiem pogląd, że jeśli roślina strączkowa ma możliwość korzystania z azotu glebowego lub z nawozowego, wówczas przyswajalność N_2 maleje. Zwiększenie poziomu nawożenia azotem mineralnym mieszanek od 0 do 90 kg powoduje istotne ograniczenie wiązania azotu atmosferycznego przez rośliny grochu (20, 22). Na każde 10 kg azotu zastosowanego w dawkach 30 i 60 kg w uprawie mieszanki grochu z pszenicą lub grochu z jęczmieniem następuje zmniejszenie wiązania o ok. 7-8 kg, natomiast przy dawce 90 kg ograniczenie jest silniejsze bo wynosi około 9 kg N. Biologiczne wiązanie azotu zależy także w dużym stopniu od warunków glebowych (zawartości azotu, wilgotności, pH) oraz od nasilenia chorób i występowania szkodników (28). Produktywność mieszanek można zwiększyć m.in. poprzez wprowadzanie efektywniejszych szczepów *Rhizobium* (38).

Wyniki badań dostarczyły licznych dowodów, że rośliny niemotylkowate rosnące w sąsiedztwie roślin motylkowatych korzystają z azotu zasymilowanego przez bakterie brodawkowe. Według V i r t a n e n a (cyt. za 4) azot z brodawek korzeniowych rośliny motylkowatej przechodzi do podłoża w postaci kwasu asparaginowego i β -

alaniny, z których może korzystać zbożowy komponent mieszanki. T r i b o i (55) w badaniach lizymetrycznych z użyciem ^{15}N stwierdził, że wyka wysiana z owsem pobiera około 53 kg azotu pochodzącego z symbiozy (w przeliczeniu na 1 ha), tj. 90% całej ilości pobranego azotu. Owies natomiast wykorzystuje około 28 kg N mineralnego, to znaczy 1/3 azotu łącznie pobranego przez rośliny mieszanki. Roślina zbożowa zużywa jednak niewielką ilość azotu symbiotycznego, pochodzącego z rozkładu brodawek korzeniowych i korzeni. W mieszance soi z sorgiem transfer azotu z rośliny strączkowej do zbożowej zwiększa plon mieszanki i efektywność wykorzystania azotu, co podkreślają F u j i t a i in. (3). Autorzy ci szeroko omawiają proces biologicznego przyswajania azotu i jego przemieszczanie się z rośliny strączkowej do zbożowej jako komponenta mieszanki. W a c q u a n t i in. (57) przeprowadzili badania z trzema mieszankami: życicy wielokwiatowej z koniczyną czerwoną, kukurydzy z soją i owsa z wyką siewną, wyniki których wskazują, że wydzieliny z aktywnych brodawek korzeniowych roślin motylkowatych zawierają jony NO_3^- . Jony te wpływają na zwiększenie biomasy i zawartości azotu niemotylkowatych komponentów tych mieszanek. Przenikanie jonów azotanowych odbywało się nocą – od późnego wieczoru do wczesnego rana.

Uwarunkowania agrotechniczne

Poziom plonowania mieszanek roślin strączkowych ze zbożami w znacznym stopniu zależy od typu gleby. Na glebach dobrych nie występują bowiem istotne ograniczenia doboru gatunków roślin uprawnych, w tym także komponentów do mieszanek strączkowo-zbożowych. Jednak różne wymagania roślin względem gleby, a także zachodzące między nimi konkurencje w łanie sprawiają, iż efekty produkcyjne uprawy mieszanek mogą być niejednakowe, zależne od ich składu gatunkowego (45, 46). Zdaniem S y p n i e w s k i e g o (53) rośliny strączkowe w mieszankach ze zbożami mogą być uprawiane na glebach gorszych o jedną klasę bonitacyjną niż w siewach czystych. W badaniach własnych (24) mieszanki grochu z jęczmieniem i grochu z pszenicą najlepiej plonowały na czarnej ziemi, madzie brunatnej i glebie brunatnej wytworzonej z lessu, natomiast najmniej przydatna jest gleba wytworzona z piasku całkowitego. Na glebach kompleksu żyniego dobrego wyróżniającą wydajność wykazuje mieszanka pszenżyta jarego z łubinem żółtym, a następnie mieszanki pszenżyta z grochem i pszenżyta z wyką (58). Natomiast według R u d n i c k i e g o i K o t w i c y (46) największą wydajność na tej glebie wykazują mieszanki owsa z łubinem żółtym i pszenżyta z łubinem. Zdaniem K o t w i c y i R u d n i c k i e g o (12) w warunkach gleb kompleksu żyniego dobrego wielkość plonu mieszanek zależy głównie od plonu komponentu zbożowego; gatunek łubinu (żółty, wąskolistny) oraz gęstość siewu łubinu nie mają znaczącego wpływu na całkowity plon mieszanek. Na glebach kompleksu pszennego dobrego mieszanki zbóż jarych ze strączkowymi różnią się zdecydowanie wielkością i stabilnością plonów, składem gatunkowym i innymi cechami (45). W warunkach gleb dobrych zdaniem tych autorów nie znajduje uzasadnienia uprawa

mieszanek ziół jarych z łubinami białym i żółtym, a najczęściej walorów wykazują mieszanki ziół jarych z bobikiem, jęczmienia z grochem i owsa z łubinem wąskolistnym. Szeroko zakrojone badania Rudnickiego i in. (49) wykazują, że na glebach kompleksu żytanego dobrego plony owsa z grochem były większe niż pszenżyta z grochem i jęczmienia z grochem. Natomiast najlepsze plony nasion mieszanek uzyskuje się na glebach o odczynie obojętnym, a najmniejsze, gdy jest on bardzo kwaśny (tab. 2).

Plonowanie mieszanek w największym stopniu zależy od umiejętnego doboru gatunków, dlatego też znaczenia nabiera technologia zbioru kombajnowego. Dla wysokich odmian grochu pastewnego lepszym komponentem dla siewu współrzędnego jest owies niż jęczmień (62). Dla samokończącej odmiany wyki jarej (Ina) lepszym komponentem okazuje się jęczmień jary, gdyż gatunek ten w znacznie mniejszym stopniu ogranicza jej rozwój generatywny niż owies, a udział nasion wyki w mieszance z tym gatunkiem jest około sześciokrotnie większy niż w mieszance z owsem (17). Na glebie dobrej uzyskuje się większe plony mieszanek grochu z pszenicą niż grochu z jęczmieniem (26). Owies jest wyraźnie gorszym współkomponentem mieszanek z łubinami niż pszenżyta jare (12). W obecności owsa plony nasion łubinów są niskie i zmienne w latach, a udział ich nasion w plonie tych mieszanek z reguły nie przekracza 10%. W innej pracy Książak i Magnuszewska (27) podają, że łączny plon nasion grochu i ziół nie jest różnicowany przez gatunek komponenta zbożowego oraz formę ulistnienia odmiany grochu. Na glebie kompleksu żytanego bardzo dobrego łubin żółty wykazuje większą przydatność do mieszanek ze zbożami jarymi niż łubin wąskolistny (48). Potencjał konkurencyjny pojedynczej rośliny łubinu żółtego jest większy niż pojedynczej rośliny pszenżyta (11) i owsa (43), jednak wskutek większej liczebności ziół w mieszankach ich łączna presja konkurencyjna na łubin jest silniejsza niż łubinu na zboże. Siła konkurencji międzygatunkowej jest zależna od nasilenia rywalizacji wewnątrzgatunkowej i proporcji wysiewu gatunków w mieszankach. Oplewione formy jęczmienia i owsa wykazują większą przydatność do mieszanek z grochem niż nagoziarniste formy tych ziół (tab. 4). Natomiast zdaniem Rudnickiego i Wendy-Piesik (50) na glebie kompleksu żytanego bardzo dobrego produkcyjność mieszanek owsa nagoziarnistego z grochem okazuje się wyraźnie mniejsza niż mieszanek z udziałem jęczmienia lub pszenżyta na skutek niskiego i zmiennego

Tabela 2

Plon nasion mieszanek ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od pH gleby i rejonu uprawy

pH gleby	Rejon uprawy	
	północno-wschodni południowo-zachodni	południowo-wschodni
do 4,5	3,4a	3,1a
4,6-5,5	3,8ab	-
5,6-6,5	4,2b	3,9b
6,6-7,2	5,0c	-

Źródło: Książak J., Magnuszewska K., 1999 (27).

Tabela 3

Plony owsa i grochu w mieszankach oraz mieszanek w zależności od gęstości siewu komponentów

Składniki mieszanki		Gęstość siewu grochu (szt. · m ⁻²)	Plon					
owies (szt. · m ⁻²)	odmiana grochu		ziarna owsa		nasion grochu		razem mieszanki	
			t · ha ⁻¹	% średniej	t · ha ⁻¹	% średniej	t · ha ⁻¹	% średniej
412	Dawo	30	3,57	118	0,68	73	4,25	108
		45	3,08	102	1,06	115	4,14	105
		60	2,59	86	1,27	137	3,85	98
	Ramrod	30	3,64	121	0,46	49	4,10	104
		45	3,26	108	0,72	77	3,98	101
		60	2,93	97	1,06	115	3,99	101
	Turkan	30	3,46	115	0,63	68	4,09	104
		45	2,94	98	0,95	103	3,90	99
		60	2,20	73	1,26	136	3,47	88
275	Dawo	30	3,38	112	0,81	88	4,19	106
		45	2,90	96	1,07	116	3,97	101
		60	2,43	81	1,52	164	3,95	100
	Ramrod	30	3,48	116	0,60	65	4,08	104
		45	3,24	108	0,69	75	3,93	100
		60	3,00	100	0,97	105	3,98	101
	Turkan	30	3,30	110	0,63	68	3,93	100
		45	2,74	91	0,95	103	3,69	94
		60	2,06	68	1,34	144	3,39	86

Źródło: Rudnicki F. i in., 2006 (49).

Tabela 4

Plon nasion mieszanek oplewionych i nieoplewionych zbóż jarych z grochem

Skład mieszanki (wysiew: liczba nasion/m ²)	Plon nasion (t · ha ⁻¹)		
	mieszanka	zboże	groch
Rastik* (240) + Piast (28)	6,35	5,70	0,65
Rastik* (205) + Piast (35)	6,46	5,75	0,71
Rodion* (240) + Piast (28)	7,20	6,49	0,71
Rodion* (205) + Piast (35)	7,51	6,66	0,85
Akt* (390) + Piast (28)	4,20	3,61	0,59
Akt* (335) + Piast (35)	4,19	3,54	0,65
Chwat* (390) + Piast (28)	6,19	5,53	0,66
Chwat* (335) + Piast (35)	5,97	5,31	0,67
NIR _{0,05}	0,71	-	-

* Rastik – jęczmień nagi

Rodion – jęczmień oplewiony

Akt – owies nagi

Chwat – owies oplewiony

Źródło: Noworolnik K., 2006 (34).

w latach plonowania tej formy owsa. W korzystnych warunkach wilgotnościowych i glebowych w okresie zawiązywania i wypełniania nasion mieszanki grochu z samo-kończącą odmianą bobiku przewyższają plonem te gatunki uprawiane w czystym siewie (25).

Znaczący wpływ na plonowanie mieszanki ma udział komponentów (8). Według wielu autorów plony nasion mieszanek maleją w miarę zwiększenia udziału nasion roślin strączkowej w normie wysiewu (tab. 5). Zależność taką obserwowano dla mieszanek zbóż z grochem (16, 18, 40, 49), jak również mieszanki zbóż z łubinem żółtym i wąskolistnym (33). Z innych badań nad gęstością siewu i składem mieszanek wynika, że udział roślin strączkowych może wynosić od 30 do 50% (13, 15, 18), przy czym – ze względu na możliwość silniejszego wylegania – dla mieszanek z udziałem odmian wysokołodygowych korzystniejszy jest udział grochu stanowiący około 30%. Zwiększenie udziału nasion roślin strączkowych w siewach mieszanych powoduje wzrost udziału ich nasion w plonie mieszanek (12, 16, 43); (tab. 6 i 7). Według K s i ę ż a k a i M a g n u s z e w s k i e j (27) w rejonie południowo-wschodnim Polski owies jest gatunkiem bardziej konkurencyjnym dla grochu niż pszenica i jęczmień, w wyniku czego udział jego nasion w plonie mieszanki jest mniejszy, natomiast w rejonach północno-wschodnim i południowo-zachodnim udział nasion grochu w plonie mieszanki jest podobny (tab. 8).

W agrotechnice mieszanek istotne znaczenie ma również odmiana zbóż, a zwłaszcza roślin strączkowych (tab. 3 i 5). Należy dobierać odmiany najlepiej plonujące w danych warunkach siedliskowych. Wysokość roślin wchodzących w skład mieszanek i ich zróżnicowany pokrój decydują o architekturze ładu. Duża różnica w wysokości roślin powoduje, że wytwarza się piętrowość ładu, która stwarza mniej korzystne warunki świetlne dla gatunku o krótszej łodydze. Szczególnie niekorzystne warunki występują, gdy rośliny strączkowe dominują nad zbożami, co prowadzi do wylegania

Tabela 5

Plon nasion mieszanki grochu z jęczmieniem w zależności od udziału grochu w normie wysiewu i odmiany grochu

Wyszczególnienie	Plon nasion (t · ha ⁻¹)
Udział grochu (%):	
30	4,80 a*
50	4,48 b
70	4,12 c
Odmiana grochu:	
Kwestor	4,52 d
Miko	4,51 d
Jaran	4,20 e
Grapis	4,62 d

* liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie

Źródło: Książak J., Borowiecki J., 1997 (25).

Tabela 6

Udział nasion łubinu żółtego w plonie mieszanek z owsem (%)

Gęstość siewu łubinu w mieszankach (szt. · m ⁻²)	Gęstość siewu owsa (szt. · m ⁻²)				Średnia
	140	280	420	560	
25	8,4	4,4	3,4	2,6	4,7
50	9,4	7,7	6,2	4,7	7,0
75	12,9	8,0	6,6	6,1	8,4
100	18,4	8,7	6,8	6,8	10,2
Średnia	12,3	7,2	5,8	5,03	7,6

Źródło: Rudnicki F., Gałęzewski L., 2006 (43).

Tabela 7

Udział nasion grochu w plonie mieszanki z pszenicą jara w zależności od dawki azotu i udziału komponentów w zasiewie (%)

Dawka N (kg · ha ⁻¹)	Udział grochu (%)	Lata		
		1998	1999	2000
0	30	20,0	43,5	9,0
	40	26,0	47,5	11,3
	50	31,0	55,0	13,5
30	30	18,8	44,2	8,6
	40	24,8	47,5	9,6
	50	27,5	49,3	12,5
60	30	18,5	42,8	7,1
	40	20,0	46,5	8,6
	50	27,3	48,3	12,1
90	30	16,0	41,0	6,9
	40	19,8	45,3	8,6
	50	26,8	47,2	12,4

Źródło: Książak J., 2006 (21).

Tabela 8

Udział nasion grochu w plonie mieszanki w rejonie południowo-wschodnim w zależności od komponenta zbożowego

Gatunek zboża	Udział grochu (%)
Pszenica jara	39a
Jęczmień jary	44a
Owies	30

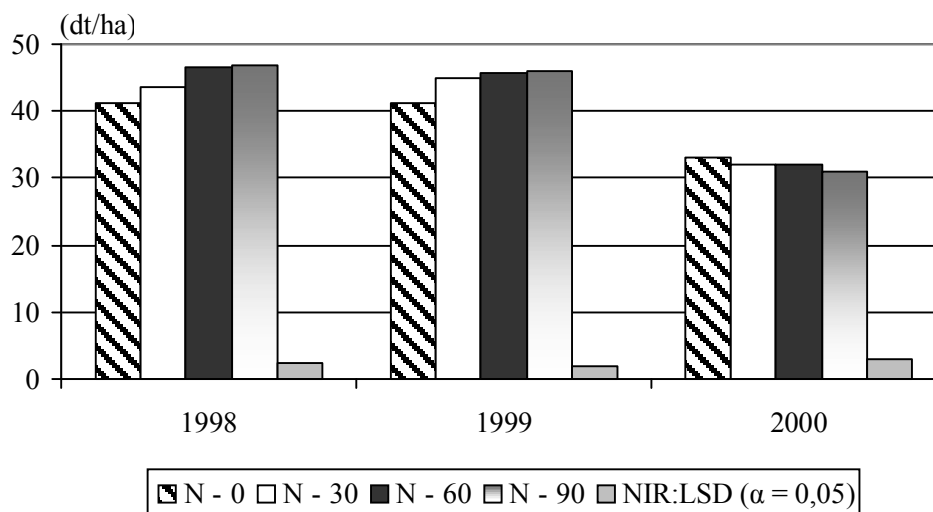
Źródło: Książak J., Magnuszewska K., 1999 (27).

łanu, a w konsekwencji do obniżki plonu. Potwierdziły to badania własne (18) oraz R u d n i c k i e g o i in. (49) przeprowadzone z wysokimi pastewnymi odmianami grochu. Dobrze dobrane odmiany grochu nie powodują obniżenia poziomu plonowania mieszanek z jęczmieniem, pszenżytem i owsem (49, 50). Wąsolistne odmiany grochu mają wysoki potencjał plenności, a z uwagi na dużą ilość wąsów czepnych niższy współczynnik transpiracji, stwarzają lepsze oświetlenie w łanie, są interesującymi komponentami do mieszanek ze zbożami uprawianymi na nasiona (24). Ważna jest także tolerancja odmiany na sąsiedztwo innych roślin, a u gatunków strączkowych mała skłonność do osypywania się nasion. R u d n i c k i (41, 42) opracował metodę oceny przydatności odmian grochu siewnego oraz łubinu żółtego i wąsolistnego do mieszanek ze zbożami jarymi i podał wzory do określania składu takich mieszanek, uwzględniając takie cechy, jak: termin dojrzewania, wysokość roślin, odporność na wyleganie, MTN i zawartość białka w nasionach.

Zagadnienie nawożenia azotem mieszanek roślin strączkowych ze zbożami nie jest dostatecznie rozpracowane. P i s u l e w s k a (39) podaje, że nawożenie tym składnikiem stymuluje plon nasion mieszanek żyta z wyką i pszenżyta z wyką. Na 1 kg N przy nawożeniu 30 kg N · ha⁻¹ plon mieszanek wzrasta o około 9,5 kg, a przy dawce 60 kg N · ha⁻¹ o około 7 kg. N o w o r o l n i k (32) stwierdził istotny wzrost plonu mieszanek po zastosowaniu 20 kg · ha⁻¹ w stosunku do kontroli (bez nawożenia tym składnikiem) oraz tendencję do dalszego wzrostu przy dawce 40 kg · ha⁻¹. Ten sam autor w innych pracach (31, 33) podaje, że reakcja mieszanek na poziom nawożenia azotem zależy od jakości gleby i udziału komponentów w mieszance. Silniejszy dodatni wpływ poziomu nawożenia obserwuje się na słabszej glebie, szczególnie w przypadku mieszanek z większym udziałem zboża. Natomiast dla mieszanek grochu z nieoplewionymi formami jęczmienia i owsa autor ten zaleca dawkę około 25 kg N · ha⁻¹ (34, 35). Badania Z i e l i Ń s k i e j i in. (61) nad mieszkami owsa z peluszką wskazują, że dawka azotu wynosząca 50 kg N · ha⁻¹ (podzielona na dwie równe części) przyczynia się do istotnego wzrostu plonu nasion w porównaniu z dawką jednorazową 25 kg N · ha⁻¹. Natomiast zastosowanie dawki 75 kg N · ha⁻¹ umożliwia uzyskanie podobnych plonów, ale powoduje silniejsze wyleganie mieszanek.

Zwiększanie dawki azotu pod mieszkami roślin strączkowych ze zbożami prowadzi zwykle do wzrostu plonu komponenta zbożowego, bez większego wpływu na plon rośliny strączkowej. Prowadzone na ten temat badania przez K s i ę ż a k a (20, 22) wskazują, że mieszkami grochu z jęczmieniem i grochu z pszenicą dają istotnie większe plony pod wpływem nawożenia dawką 30 kg N · ha⁻¹ w porównaniu z nienawożonymi tym składnikiem (rys. 2). W miarę zwiększania dawki azotu zmniejszeniu ulega udział nasion grochu w plonie mieszanek, przy czym jest on silniejszy w roku o korzystnym rozkładzie opadów niż w warunkach ograniczonej wilgotności. Zastosowanie azotu ogranicza wytwarzanie węzłów ze strąkami, strąków i nasion na roślinie grochu, powoduje skrócenie części owocującej pędu oraz wyższe osadzenie pierwszego strąka na łodydze.

Mieszanki roślin strączkowych ze zbożami silniej konkurują z chwastami i słabiej się zachwaszczają. Według K r a w c z y k a i J a k u b i a k (15) bezpieczne dla



Rys. 2. Plon nasion mieszanki grochu z jęczmieniem w zależności od dawki azotu ($\text{dt} \cdot \text{ha}^{-1}$)
 Źródło: Książak J., 2007 (22).

mieszanek zbóż z grochem są takie substancje aktywne, jak: pendimetalina, bentazon, pirydat oraz mieszanina bentazonu + MCPA. Natomiast ujemny wpływ na poszczególne składniki mieszanek wywierają cyjanazyna oraz amidosulfuron i chlopyralid. W warunkach mniejszej wilgotności gleby mieszanki grochu ze zbożami plonują na wyższym poziomie niż czyste zasiewy tych gatunków (23). Zastosowanie deszczowania umożliwia uprawę mieszanek zbóż ze strączkowymi na zieloną masę na glebie bardzo lekkiej, zapewniając wysokie (o 163%) i wierniejsze plonowanie (1). Opłacalność uprawy mieszanek roślin strączkowych ze zbożami związana jest ściśle z wielkością plonów, a ze względów ekonomicznych najbardziej uzasadniona jest uprawa mieszanek grochu z jęczmieniem (56).

Największą wydajnością białka charakteryzuje się mieszanka składająca się z 80 nasion grochu pastewnego i 80 ziaren owsa na 1 m^2 . Również w innych doświadczeniach wysoka wydajność białka cechuje mieszankę grochu z owsem (2, 62), chociaż według niektórych autorów lepsza pod tym względem jest mieszanka grochu pastewnego z jęczmieniem (61), albo z pszenżytem (52). J o h n s t o n i in. (7) na podstawie doświadczeń z mieszkankami grochu z jęczmieniem, owsem i pszenicą stwierdzili, że w miarę wzrostu udziału rośliny strączkowej zwiększa się koncentracja białka w ziarnie zbóż i jej udział w plonie mieszanki. W tych warunkach nasila się stopień porażenia grochu chorobami (*Ascochyta*) i wyleganie roślin, w wyniku czego nasiona są drobniejsze. Największe plony białka otrzymano wówczas, gdy udział grochu w mieszkankach z jęczmieniem i z pszenicą wynosił 75%, a z owsem – 50%. Zróżnicowany udział zbóż i roślin strączkowych w normie wysiewu nasion nie wywiera istotnego wpływu na plon białka, ale zwiększenie udziału strączkowych powoduje wzrost zawartości

białka w mieszance nasion, a największą jego koncentrację zanotowano w mieszance pszenżyta z pastewną odmianą grochu (tab. 9).

Dodatkową korzyścią z uprawy mieszanek jest ich wpływ na urodzajność gleby i jej stan sanitarny. Łagodzą one także ujemne skutki związane z siewami zbóż po sobie, gdyż stanowią element przerywający ciągłość ich uprawy (30). Wartość stanowiska po mieszkach zależy od doboru komponentów, ich udziału w łanie, odmiany, poziomu plonowania oraz warunków glebowych (5, 10, 44, 51); (tab. 10 i 11). Mieszanki pszenżyta jarego z łubinem żółtym są zdecydowanie lepszym przedplonem dla pszenicy jarej niż pszenżyto jare (10). S i u t a i in. (51) omawiając wartość przedplonową mieszanek zbóż jarych dla pszenicy ozimej stwierdzili, że gatunek zboża nie różnicował jej plonu. Większy udział grochu w mieszance korzystnie wpływa na plon pszenicy, przy czym silniej się to uwidacznia w korzystniejszych warunkach glebowych. Podobne zależności odnotowali także R u d n i c k i i K o t w i c a (44) przy ocenie wartości przedplonowej mieszanki pszenżyta jarego z łubinem żółtym. Nieco inna jest wartość przedplonowa mieszanek z owsem. S i u t a i in. (51) podają, że pszenżyto ozime uprawiane po mieszkach owsa z grochem lub łubinem żółtym zareagowało tylko minimalnym wzrostem plonowania w stosunku do uprawianego po owsie w czystym siewie. Autorzy ci podkreślają, że wynika to z właściwości samego owsa, który zaliczany jest do dobrych przedplonów dla zbóż ozimych. Wartość stanowiska po mieszkach zależy w znacznym stopniu od odmiany rośliny strączkowej. Potwierdzają to badania H a r a s i m o w i c z - H e r m a n n (5), w których korzystniejszym przedplonem dla pszenicy, ze względu na większą ilość resztek pożywnych, okazała się mieszanka pszenżyta jarego z bobikiem Nadwiślańskim niż z odmianą Dino. Plony pszenicy ozimej uprawianej po mieszance jęczmienia z grochem lub owsa z grochem w porównaniu z uzyskanymi w stanowisku po pszenżycie charakteryzują się bardzo małą zmiennością w latach (46). Resztki pożywnie mieszanki łubinu z pszenżycem (słoma, ściernie i korzenie) wzbogacają glebę w 32 kg azotu i dostarczają 55 kg potasu (9); dla porównania bobik w siewie czystym pozostawia w glebie około ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$): N – 75, P – 5-8, K – 90-140, a łubin żółty N – 65-75, P – 15-18, K – 95-120 (6).

Tabela 9

Plony mieszanek i udział w nich nasion strączkowych oraz zawartość i plony białka ogólnego

Skład mieszanki	Plon mieszanki ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Procentowo-wagowy udział roślin strączkowych (%)	Plon białka ogólnego ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Zawartość białka ogólnego (%)
Pszenica + wyka	5,67	1,24	759	13,4
Pszenica + groch	5,48	2,16	745	13,6
Pszenica + peluszką	5,39	4,03	776	14,4
Pszenżyto + wyka	5,29	2,20	788	14,9
Pszenżyto + groch	5,13	3,14	764	14,9
Pszenżyto + peluszką	4,70	5,95	728	15,5

Źródło: Pisulewska E., 1995 (40).

Tabela 10

Plony pszenicy ozimej po różnych przedplonach na glebie kompleksu żytniego dobrego

Przedplon	Plon ziarna		Zmienność plonu w latach (%)
	t · ha ⁻¹	%	
1. Łubin żółty	5,28	100	3,5
2. Groch + łubin	5,17	98	3,8
3. Owies + łubin	4,98	94	1,8
4. Owies + groch	4,94	94	3,6
5. Owies	4,79	91	4,5
6. Jęczmień + owies	3,63	69	13,6
7. Jęczmień + groch	3,47	66	16,7
8. Pszenżyto + łubin	3,34	63	17,3
9. Jęczmień + łubin	3,28	62	20,8
10. Owies + pszenżyto	3,23	61	17,4
11. Owies + pszenżyto	3,17	60	15,6

Źródło: Kotwica K., Rudnicki F., 1994 (10).

Tabela 11

Współczynniki zmienności (%) plonów pszenicy ozimej w zależności od składu mieszanek pszenżyta jarego z łubinem żółtym jako przedplonów

Gęstość siewu przedplonów – pszenżyta w siewie czystym lub w mieszance (szt. · m ⁻²)	Gęstość siewu łubinu w mieszance uprawianej jako przedplon (szt. · m ⁻²)				
	0	25	50	75	100
135	22,5	21,4	17,3	15,1	17,9
270	27,1	26,3	20,6	17,2	21,6
405	30,7	24,2	20,3	16,9	20,7
540	33,6	21,2	20,0	14,5	17,3

Źródło: Kotwica K., Rudnicki F., 1994 (10).

Podsumowanie

Uprawa mieszanek roślin strączkowych ze zbożami jest zasadna ze względu na walory produkcyjne i agrotechniczne. Na skutek zróżnicowania gatunkowego komplementarnie wykorzystywane są przez nie zasoby siedliska i następuje kompensacyjny wzrost i rozwój uprawianych gatunków. Ważnym elementem wzajemnego oddziaływania komponentów jest konkurencja o dostęp do światła, a jeśli komponenty mieszanek konkurują ze sobą pod względem wysokości roślin, to o plonie mieszanki decyduje słabszy gatunek. Zwiększanie poziomu nawożenia azotem mineralnym mieszanek od 0 do 90 kg · ha⁻¹ powoduje istotne ograniczenie wiązania azotu atmosferycznego przez rośliny grochu. Na każde 10 kg N zastosowanego w dawkach 30 i 60 kg w mieszankach grochu z pszenicą lub grochu z jęczmieniem następuje zmniejszenie jego wiązania o ok. 7-8 kg, natomiast przy dawce 90 kg ograniczenie jest silniejsze, bo

wynosi ok. 9 kg. Rośliny zbożowe rosnące w sąsiedztwie roślin motylkowatych korzystają z azotu zasymilowanego przez bakterie brodawkowe. Azot przechodzi do podłoża w postaci kwasu asparaginowego lub β -alaniny. Mieszanek mogą być uprawiane na glebach gorszych o jedną klasę bonitacyjną niż poszczególne gatunki wchodzące w ich skład w siewach czystych. Plonowanie mieszanek w znacznym stopniu zależy od doboru gatunków zbóż; dla wysokich pastewnych odmian grochu lepszym komponentem jest owies niż jęczmień, a dla wyki korzystniejszym jest jęczmień. Oplewione odmiany jęczmienia i owsa wykazują większą przydatność do mieszanek z grochem niż nagoziarniste formy tych zbóż. Wąsolistne odmiany grochu są interesującymi komponentami do mieszanek ze zbożami uprawianymi na nasiona. Plony nasion mieszanek maleją w miarę zwiększania udziału rośliny strączkowej w normie wysiewu. Udział nasion roślin strączkowych w mieszance może wynosić od 30 do 50%; dla wysokołodygowych odmian grochu korzystniejszy jest udział nasion stanowiący ok. 30% normy wysiewu. Zwiększanie dawki azotu pod mieszanki prowadzi zwykle do wzrostu plonu komponenta zbożowego, ale zmniejsza się udział nasion roślin strączkowych w plonie. W miarę wzrostu udziału rośliny strączkowej zwiększa się koncentracja białka w plonie nasion mieszanek. Mieszanki łagodzą ujemne skutki związane z siewami zbóż po sobie, a wartość pozostawianego przez nie stanowiska zależy od doboru gatunkowego komponentów, ich udziału w łanie, odmiany, poziomu plonowania, warunków glebowych. Uprawa zbóż po mieszankach roślin strączkowych ze zbożami charakteryzuje się większą stabilnością plonowania.

Literatura

1. Dudek S., Żarski J.: Wpływ deszczowania na plonowanie mieszanki strączkowo-zbożowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **442**: 389-394.
2. Fordoński G., Rutkowski M.: Plonowanie roślin strączkowych i owsa na glebie kompleksu żytznego słabego. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura, 1988, **46**: 103-111.
3. Fujita K., Ofosu-Budu K. G., Ogata S.: Biological nitrogen fixation in mixed legume-cereal cropping system. Plant Soil, 1992, **141**: 155-175.
4. Górski M., Koter M.: Korzyści siewów mieszanych roślin zbożowych z roślinami motylkowymi. Roczn. Nauk Rol., 1952, **A 66(1)**: 29-50.
5. Harasimowicz-Hermann G.: Wartość przedplonowa bobiku, zbóż i ich mieszanek dla pszenicy ozimej w warunkach regionu pomorsko-kujawskiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 369-375.
6. Jasińska Z., Kotecki A.: Szczegółowa uprawa roślin. AR Wrocław, 1999, cz. II, 1-136.
7. Johnston H. W., Sanderson J. B., Macleod J. A.: Cropping mixtures of field peas and cereals in Prince Edward Island. Can. J. Plant Sci., 1978, **58**: 421-426.
8. Kotecki A.: Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego udziału komponentów w mieszankach na plon nasion peluski uprawianej w różnych warunkach glebowych. AR Wrocław, rozpr. hab., 1990, **87**: 1-55.
9. Kotecki A., Kozak M., Malarz W.: Wpływ współrzędnej uprawy łubinu żółtego z pszenicą jarym na skład chemiczny i gromadzenie składników mineralnych w nasionach i resztkach pozbiorowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, **495**: 145-162.
10. Kowicka K., Rudnicki F.: Plonowanie pszenicy ozimej po pszenicy jarym i jego mieszankach z łubinem żółtym. Mat. konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”. AR Poznań, 1994, 23-28.

11. Kotwica K., Rudnicki F.: Konkurencja między pszenżytem jarym i łubinem żółtym w mieszankach. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 56-57.
12. Kotwica K., Rudnicki F.: Komponowanie mieszanek zbóż jarych z łubinem na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, **495**: 163-170.
13. Köpke J.: Ackerbohnen: eine Gefahr für das Trinkwasser? Lebendige Erde, 1991, 81-87.
14. Kuś J.: Rola zasiewów w różnych systemach gospodarowania. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 4-16.
15. Krawczyk R., Jakubik S.: Ocena przydatności wybranych herbicydów stosowanych w mieszance zbóż jarych z grochem. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 10-11.
16. Książak J.: Ocena przydatności wybranych odmian grochu siewnego do uprawy w mieszankach z jęczmieniem jarym. Mat. konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”, AR Poznań, 1994, 116-121.
17. Książak J.: Ocena przydatności samokończącej odmiany wyki siewnej do mieszanek ze zbożami jarymi. Mat. konf. „Hodowla roślin”, Poznań, 1997, 131-134.
18. Książak J.: Zróżnicowanie cech morfologicznych wybranych odmian grochu siewnego uprawianych w mieszankach z jęczmieniem. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1998, 463: 389-398.
19. Książak J.: Wzajemne oddziaływanie kiełkujących nasion roślin strączkowych i ziarniaków zbóż. Pam. Puł., 2004, **135**: 113-128.
20. Książak J.: Wpływ wydzielin korzeni siewek owsa i eksudatów z ziarna na kiełkowanie nasion roślin strączkowych oraz wyciągów z nasion grochu na ziarniaki owsa i jęczmienia. Biul. IHAR, 2004, **233**: 139-147.
21. Książak J.: Ocena plonowania mieszanki grochu z pszenicą jarą w zależności od poziomu nawożenia azotem. Fragm. Agron., 2006, **3**: 80-93.
22. Książak J.: Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie mieszanki grochu z jęczmieniem jarym. Ann. UMCS, 2007, E, **62(1)**: 175-188.
23. Książak J.: Struktura plonu mieszanek grochu ze zbożami w zależności od poziomu wilgotności gleby. Rocz. Nauk. AR Poznań, 2006 (w druku).
24. Książak J.: Rozwój roślin grochu i jęczmienia jarego w mieszankach na różnych typach gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2007, **516**: 83-90.
25. Książak J., Borowiecki J.: Plonowanie grochu siewnego z samokończącą odmianą bobiku. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 395-399.
26. Książak J., Borowiecki J.: Mixtures of field pea and cereals for fodder production. In: Proc. 4th European Conference on Grain Legumes „Towards the sustainable production of healthy food, feed and novel products”. Cracow, 2001, 352.
27. Książak J., Magnuszewska K.: Plonowanie mieszanek grochu ze zbożami uprawianych w wybranych rejonach kraju. Fragm. Agron., 1999, **3**: 89-96.
28. Ledgard S.F., Steele K.W.: Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. Plant Soil, 1992, **141**: 137-153.
29. Lütke Entrup N., Groblinghoff F., Stemann G.: Untersuchungen zur Effizienz von Gras-Untersaaten in Ackerbohnen. Gesunde Pflanzen, 1993, **45(5)**: 178-182.
30. Nowicki J., Wanic M.: Siewy mieszane zbóż w płodozmianie. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 17-27.
31. Noworolnik K.: Zastosowanie mieszanek jęczmienia z grochem jako element dobrej praktyki rolniczej. Mat. konf. nauk. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”. IUNG Puławy, 1998, **K(15/I)**: 399-403.
32. Noworolnik K.: Mieszanki zbożowo-strączkowe w systemie rolnictwa zrównoważonego. Pam. Puł., 2000, **120(2)**: 335-329.
33. Noworolnik K.: Plonowanie mieszanki jęczmienia z grochem w zależności od dawki azotu. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 42-43.

34. Noworolnik K.: Przydatność nagoziarnistych odmian jęczmienia jarego i owsa do mieszanek z grochem. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 46-47.
35. Noworolnik K.: Wpływ nawożenia azotem na plon nasion i białka mieszanek grochu z owsem nagoziarnistym i oplewionym. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 50-51.
36. Nowotnówna A.: Wpływ roślin motylkowych na rozwój traw i roślin zbożowych w kulturach mieszanych. Pam. Puł., 1936, **16(2)**: 101-121.
37. Oczipowski M.: O roli, jej uprawie i pielęgnowaniu roślin gospodarskich. Wilno, 1825.
38. Ofari F., Stern W. R.: Cereal-legume intercropping systems. Adv. Agron., 1987, **41**: 41-90.
39. Pisulewska E.: Porównanie plonowania żyta i pszenżyta ozimego uprawianych w siewie czystym i mieszanym z wyką piaskową w zależności od nawożenia azotowego i sezonu wegetacyjnego. Mat. konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych.” Poznań, 1994, 180-185.
40. Pisulewska E.: Wpływ składu gatunkowego jarych mieszanek zbożowo-strączkowych na plon białka i zawartość aminokwasów. Acta Agr. Silv., ser. Agraria, 1995, **33**: 107-115.
41. Rudnicki F.: Potencjalna przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami. Fragm. Agron., 1997, **1(53)**: 8-18.
42. Rudnicki F.: Potencjalna przydatność łubinu żółtego i wąskolistnego do mieszanek ze zbożami jarymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 407-413.
43. Rudnicki F., Gałęzewski L.: Reakcje owsa i łubinu żółtego na uprawę w mieszankach o różnym składzie ilościowym tych komponentów oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek. Cz. I. Plonowanie mieszanek owsa z łubinem żółtym. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 56-57.
44. Rudnicki F., Kotwica K.: Wartość przedplonowi pszenżyta jarego, łubinu żółtego i ich mieszanek dla pszenicy ozimej. Fragm. Agron., 1994, **2(420)**: 19-24.
45. Rudnicki F., Kotwica K.: Porównanie mieszanek zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu psennego dobrego. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 96-97.
46. Rudnicki F., Kotwica K.: Porównanie plonowania mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żytniego dobrego. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 98-99.
47. Rudnicki F., Kotwica K.: Porównanie efektów uprawy jarych mieszanek zbożowo-strączkowych z udziałem jęczmienia, owsa lub pszenżyta. Fol. Univ. Agric. Stetin., Agricultura, 2002, **228(91)**: 125-130.
48. Rudnicki F., Kotwica K.: Produkcyjność mieszanek zbóż jarych z łubinami na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 64-65.
49. Rudnicki F., Wenda-Piesik A., Wasilewski P.: Znaczenie gęstości siewu owsa i grochu w mieszankach na glebie kompleksu żytniego dobrego. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 64-65.
50. Rudnicki F., Wenda-Piesik A.: Produkcyjność mieszanek zbóż jarych z grochem na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Mat. konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”. AR Poznań, 2006, 68-69.
51. Siuta A., Dworakowski T., Kuźmicki J.: Plony ziarna i wartość przedplonowa mieszanek zbożowo-strączkowych dla zbóż w warunkach gospodarstw ekologicznych. Fragm. Agron., 1998, **2(58)**: 53-62.
52. Szczygielski T.: Plonowanie mieszanek strączkowo-zbożowych. Fragm. Agron., 1993, **4**: 187-188.
53. Sypniewski J.: Uprawa roślin strączkowych na paszę. PWRiL Warszawa, 1989.
54. Tofinga M. T., Snaydon R. W.: The root of cereals and peas when grown in pure stands and mixtures. Plant Soil, 1992, **142**: 281-285.

55. Tribou E.: Détermination in situ de la quantité d'azote fixée symbiotiquement par la vesce en culture associée avec l'avoine. Les Colloques de l'INRA, Paris, 1985, **37**: 265-270.
56. Ufnowska J., Książak J.: Ekonomiczna ocena uprawy mieszanek strączkowo- zbożowych. Mat. konf. nauk. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 120-121.
57. Wacquant J. P., Ouknider M., Jacquard P.: Evidence for a periodic excretion of nitrogen by roots of grass-legume associations. Plant Soil, 1989, **116**: 57-68.
58. Wasilewski P.: Wydajność mieszanek zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żytznego dobrego. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 1999, 122-123.
59. Wilson J. B.: Shoot competition and root competition. J. Appl. Ecol., 1988, **25**: 279-296.
60. Zielińska A., Paprocki S., Zieliński A.: Plonowanie mieszanek owsa z peluszką i owsa z seradłą na różnych dawkach nawożenia azotowego. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol., 1974, **9**: 103-117.
61. Zieliński A., Paprocki S., Zielińska A.: Plonowanie odmian peluszek w siewie czystym i w mieszankach z owsem i jęczmieniem uprawianych na ziarno paszowe. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol., 1980, **30**: 161-171.
62. Zielińska A., Rutkowski M.: Porównanie wydajności owsa, jęczmienia oraz czterech odmian peluszek w siewie czystym i współrzędnym. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura, 1988, **46**: 113-124.

Adres do korespondencji:

doc. dr hab. Jerzy Książak
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG- PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 081 886 34 21 w. 350
e-mail: jerzy.ksiezak@iung.pulawy.pl

Janusz Podleśny

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

DOSKONALENIE WYBRANYCH ELEMENTÓW TECHNOLOGII PRODUKCJI NASION ROŚLIN STRĄCZKOWYCH*

Wstęp

Rośliny strączkowe mają wysoki potencjał produkcyjny, ale charakteryzuje je duża zmienność plonowania w latach. Jednym z czynników ograniczających plonowanie tej grupy roślin jest niedostateczna znajomość zasad uprawy. Dowodem na to są znacznie większe niż w przypadku innych gatunków roślin różnice między wielkością plonu uzyskiwanego w warunkach doświadczalnych i produkcyjnych. Z danych COBORU (36) oraz GUS (68) dotyczących plonowania wynika, że potencjał produkcyjny roślin strączkowych wykorzystany jest jedynie w około 50%. Dlatego bardzo ważne jest doskonalenie ich agrotechniki w celu osiągania wyższych i bardziej stabilnych w latach plonów, a poprzez to zwiększanie opłacalności produkcji. Ze względu na specyfikę tej grupy roślin wykonywanie niektórych zabiegów agrotechnicznych stwarza więcej problemów niż podczas uprawy innych roślin rolniczych (26). Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika, że uzyskanie nowych odmian o zmienionym pokroju morfologicznym oraz innym rytmie wzrostu i rozwoju, a także termoneutralnych odmian łubinów powoduje, że ich wymagania względem niektórych elementów agrotechniki są inne niż odmian tradycyjnych (32, 54, 60, 67).

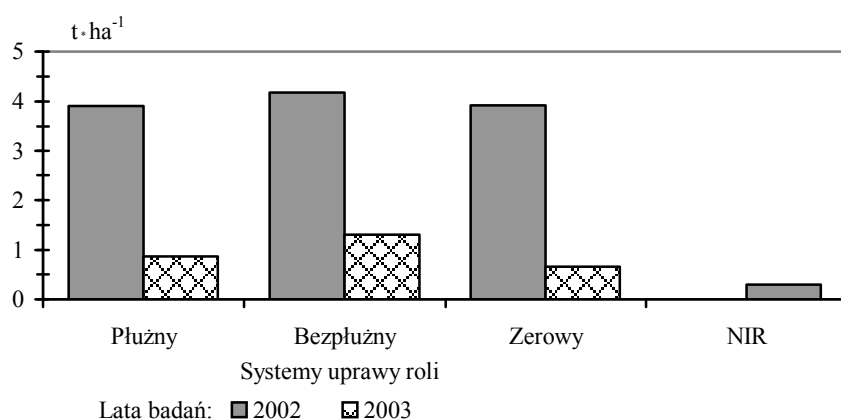
Celem opracowania jest wykazanie efektów doskonalenia niektórych ważniejszych elementów technologii produkcji nasion roślin strączkowych.

Uprawa roli

Orka jest jednym z najbardziej energochłonnych zabiegów w technologii produkcji roślinnej. Wyeliminowanie tego zbiegu znacznie zwiększyłoby opłacalność produkcji nasion roślin strączkowych. Dotychczas przeprowadzono niewiele eksperymentów związanych z upraszczaniem uprawy roli przed siewem nasion tej grupy roślin. Z badań Dzienni i Wereszczaki (15), Piekarczyka i Urbanowskiego (44) oraz Bujaka i in. (13) wynika, że rośliny strączkowe korzystnie

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

reagują na uproszczenia w uprawie roli. W badaniach V e s t e t h i in. (81) prowadzonych w warunkach amerykańskich uzyskano statystycznie podobne plony grochu siewnego uprawianego w siewie bezpośrednim i w warunkach uprawy płuźnej. Z badań krajowych prowadzonych przez M a ł e c k ą i in. (37) wynika, że siew bezpośredni niekorzystnie wpływa na plonowanie grochu siewnego. Również badania M a r k s a i N o w i c k i e g o (38) dowodzą, że bobik niekorzystnie reaguje na uproszczenia w uprawie roli, bowiem najwyższe plony nasion tego gatunku uzyskuje się na obiektach z uprawą płuźną. Zdaniem S z u k a ł y i in. (78) stosowanie uproszczeń w uprawie roli w przypadku łubinów daje zadowalające efekty (rys. 1), ale ich wielkość zależy w dużej mierze od warunków pogodowych w okresie wegetacji. W warunkach korzystnych do uprawy łubinów, stosując uproszczenia w uprawie roli, uzyskuje się plon nasion na podobnym poziomie jak na obiektach z uprawą płuźną. Natomiast w niekorzystnych warunkach pogodowych uproszczenia w uprawie roli znacznie ograniczają plonowanie łubinów. Stosowanie uproszczeń uprawowych jest opłacalne wówczas, gdy uzyskuje się plon podobny jak w warunkach tradycyjnej uprawy płuźnej. Dotychczas przeprowadzone eksperymenty znacznie poszerzają stan wiedzy dotyczący tego zagadnienia, ale nie dają jednoznacznych rozstrzygnięć co do przydatności uproszczeń w uprawie roli pod rośliny strączkowe.



Rys. 1. Plon łubinu wąskolistnego w zależności od systemu uprawy roli

Źródło: Szukała J. i in., 2003 (78).

Siew nasion

Sposób siewu

Trudności związane z wysiewem nasion roślin strączkowych wynikają z ich kształtu i wielkości. Stosowanie siewników przeznaczonych do siewu zbóż nie gwarantuje dobrej równomierności rozmieszczenia nasion na jednostce powierzchni i zapewnienia wyrosłym z nich roślinom optymalnych i jednakowych warunków wzrostu i roz-

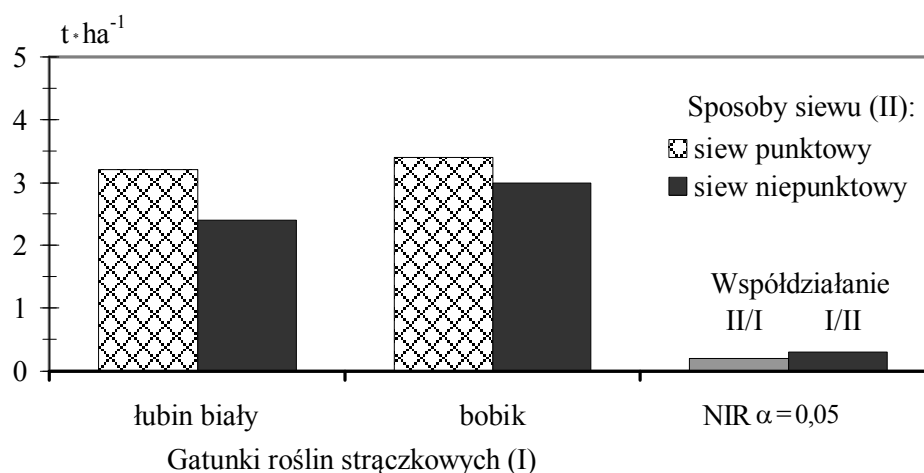
woju. Celowe zatem jest prowadzenie badań nad określeniem możliwości stosowania precyzyjnego siewu punktowego w uprawie tej grupy roślin. Taki sposób siewu może mieć szczególne uzasadnienie w przypadku wysiewu nasion o dużej MTN, takich gatunków jak: bobik, groch siewny, łubin żółty i wąskolistny (7) oraz spłaszczonych nasion łubinu białego (34), trudnych do wysiewu tradycyjnymi siewnikami z kołeczkowym zespołem wysiewającym.

W literaturze przedmiotu spotyka się niewiele badań dotyczących wpływu techniki siewu na rozwój i plonowanie roślin strączkowych (5, 31). Od dawna obserwuje się próby stosowania precyzyjnego siewu punktowego w odniesieniu do gatunków roślin wysiewanych dotychczas wyłącznie niepunktowo (19, 43, 69). Brak odpowiednich siewników do precyzyjnego siewu roślin strączkowych uniemożliwiał prowadzenie badań z tego zakresu. Zagadnienie to próbowano rozwiązywać stosując siewniki punktowe, nieprzystosowane do siewu nasion tej grupy roślin. Dopiero od niedawna pojawiły się w naszym kraju siewniki umożliwiające precyzyjny wysiew nasion różnej wielkości i kształtu, w tym także grubonasiennych gatunków roślin strączkowych.

Precyzyjny siew punktowy, w przeciwieństwie do tradycyjnego siewu rzędowego, gwarantuje bardziej równomierne rozmieszczenie nasion w rzędach oraz bardziej wyrównane dla wszystkich roślin warunki wzrostu i rozwoju. W następstwie ubytki z łanu roślin wyrosłych z nasion wysiewanych precyzyjnie są mniejsze niż roślin wyrosłych z nasion wysiewanych niepunktowo. Z badań *P o d l e ś n e g o* (53) wynika, że ubytki roślin łubinu białego w okresie od wschodów do zbioru wynosiły średnio dla siewu punktowego 10,4 i niepunktowego 16,2%, a roślin bobiku odpowiednio: 6,1 i 9,5%.

Sposób siewu wpływa także istotnie na kształtowanie cech morfologicznych roślin strączkowych. Rośliny wyrosłe z nasion wysianych punktowo są niższe niż z siewu niepunktowego. Wynika stąd, że nasiona wysiewane punktowo są rozmieszczone w rzędzie w równej odległości od siebie, dlatego konkurencja między roślinami jest mniejsza niż między roślinami rosnącymi w niejednakowej odległości w rzędzie. Nierównomierny wysiew sprzyja bowiem powstawaniu skupisk roślin w rzędzie, co powoduje zmniejszenie odległości między nimi. Zwiększenie zagęszczenia roślin w rzędzie powoduje przyrost ich wysokości określany mianem „wyciągania się roślin” (30). Sposób siewu modyfikuje wartość wskaźnika powierzchni liściowej. Rośliny wyrosłe z nasion wysiewanych punktowo, dzięki korzystniejszym warunkom wzrostu i rozwoju, wytwarzają znacznie większą powierzchnię liściową niż rośliny z siewu niepunktowego (54).

Sposób siewu wpływa także na plon nasion roślin strączkowych, przy czym zwyżka plonu zależy od gatunku rośliny. Na przykład, przyrost plonu nasion łubinu białego na skutek stosowania siewu punktowego jest większy niż nasion bobiku (rys. 2). Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika bowiem, że plon nasion bobiku wysianego punktowo był o 13,3, a łubinu białego o 33,3% większy od plonu uzyskanego z roślin wyrosłych z nasion wysianych niepunktowo (53). Wyniki szczegółowych pomiarów roślin przed zbiorem dowodzą, że zwyżka plonu roślin strączkowych w przy-



Rys. 2. Plon nasion łubinu białego i bobiku w zależności od sposobu siewu

Źródło: Podleśny J., 2006 (53).

padku stosowania siewu punktowego jest konsekwencją zwiększonej obsady strąków na roślinie i większej liczby nasion z rośliny w porównaniu z siewem niepunktowym. Wydaje się jednak, że siew punktowy może być nieuzasadniony w uprawie niektórych gatunków roślin strączkowych. Z badań B i e n i a s z e w s k i e g o (5) wynika bowiem, że siew punktowy nasion łubinu żółtego nie wpływa istotnie na plonowanie tego gatunku. Być może w uprawie łubinu żółtego, którego nasiona mają owalny kształt, wystarczy stosować nowoczesne siewniki zbożowe.

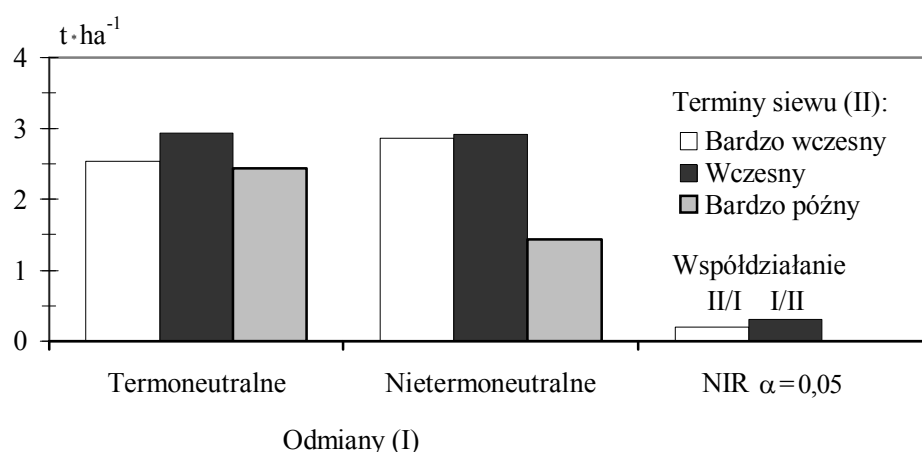
Termin siewu

Uzyskanie termoneutralnych odmian łubinów, które nie wymagają bądź wymagają krótszego niż odmiany tradycyjne okresu jarowizacji (14, 40, 42, 74), stwarza większe możliwości dotrzymania optymalnego terminu siewu – często opóźnianego z powodu niekorzystnego przebiegu warunków pogodowych w okresie wiosennym.

Z dotychczas przeprowadzonych badań własnych wynika, że termin siewu ma bardzo duży wpływ na długość okresu siew – wschody oraz modyfikuje czas trwania innych faz fenologicznych roślin łubinu żółtego (52). Wraz z opóźnianiem terminu siewu wydłuża się okres od siewu do wschodów oraz czas trwania kwitnienia. Dotyczy to przede wszystkim odmian nietermoneutralnych łubinu, bowiem reakcja odmian termoneutralnych na termin siewu jest dużo mniejsza. Czas trwania okresu kwitnienia zależy zarówno od odmiany, jak i od terminu siewu. W przypadku odmian termoneutralnych okres ten ulega skracaniu wraz z opóźnianiem terminu siewu, natomiast u odmian nietermoneutralnych wydłuża się. Znacznemu skróceniu ulega czas od kwitnienia do dojrzałości pełnej – dotyczy to przede wszystkim bardzo późnego terminu siewu. Konsekwencją tych zmian jest skrócenie okresu wegetacji roślin wyrosłych z nasion wysiewanych w terminach późniejszych.

Termin siewu wpływa na dynamikę gromadzenia masy przez poszczególne wegetatywne i generatywne organy łubinu żółtego (52). Wraz z opóźnianiem terminu siewu zwiększa się masa organów wegetatywnych. U odmian termoneutralnych przyrost ten jest zdecydowanie mniejszy niż u nietermoneutralnych. Największą różnicę w dynamice przyrostu masy organów wegetatywnych stwierdza się w odniesieniu do łodyg i liści, znacznie mniejszą w przypadku korzeni. Różnica w dynamice gromadzenia masy między odmianami termo- i nietermoneutralnymi występuje już we wczesnych fazach rozwoju roślin, ale największą jej wartość stwierdza się w okresie kwitnienie – dojrzewanie. Odwrotnie natomiast zmienia się masa organów generatywnych. Wraz z opóźnianiem terminu siewu zmniejsza się masa strączyń i nasion łubinu. Obniżka plonu spowodowana niedotrzymaniem agrotechnicznego terminu siewu w odniesieniu do tych organów jest mniejsza w przypadku odmian termoneutralnych (rys. 3). Zróżnicowaną wrażliwość na opóźnianie terminu siewu wykazał także P r u s i ń s k i (62) badając kilka starszych odmian łubinu żółtego. Najmniej wrażliwą na termin siewu okazała się odmiana termoneutralna Juno, a najbardziej nie posiadająca cechy termoneutralności odmiana Manru; dwutygodniowe opóźnienie siewu spowodowało zmniejszenie plonu nasion aż o 30%. Odmiany łubinu żółtego Polo i Parys, o tradycyjnym typie wzrostu, plonują zdecydowanie lepiej niż odmiany samokończące vegetację – Legat i Markiz. Słabsze plonowanie odmian samokończących w porównaniu z tradycyjnymi stwierdzili także S z u k a ł a i M a c i e j e w s k i (75), P o d l e ś n y (50) oraz P o d l e ś n y i P o d l e ś n a (58) w odniesieniu do łubinu białego. Na skutek opóźnionego siewu u odmian nietermoneutralnych nastąpił bardzo duży przyrost masy organów wegetatywnych kosztem plonu organów generatywnych.

Z badań B o b r e c k i e j - J a m r o i P a ł k i (6) wynika, że wpływ terminu siewu na plonowanie innej rośliny strączkowej – bobiku – zależy także od przebiegu warunków pogodowych w późniejszym okresie wzrostu i rozwoju roślin. W latach



Rys. 3. Plon nasion łubinu żółtego w zależności od terminu siewu

Źródło: Podleśny J., Strobel W., 2007 (60).

charakteryzujących się typowym przebiegiem pogody opóźnienie terminu wysiewu nasion bobiku powoduje zniżkę plonu i pogorszenie cech jego struktury. Natomiast w latach, w których warunki wilgotnościowe w okresie wypełniania nasion są korzystniejsze przy siewach opóźnionych największe plony uzyskuje się wysiewając bobik w terminach późniejszych.

Z badań Podleśnego i Strobła (60) wynika, że opóźnianie terminu siewu powoduje zmiany w składzie chemicznym nasion; wraz z opóźnianiem terminu siewu wyraźnie zmniejsza się zawartość białka, a zwiększa zawartość tłuszczu w nasionach łubinu żółtego. Opóźnienie terminu siewu powoduje zwiększenie zawartości włókna, związków bezazotowych wyciągowych i popiołu w nasionach łubinu żółtego. Nasiona pochodzące z późnych siewów zawierają znacznie większą ilość alkaloidów niż nasiona z siewów wykonanych w terminach wcześniejszych. Różnica w zawartości tych związków w nasionach pomiędzy najwcześniejszym i najpóźniejszym terminem siewu może być bardzo duża i wynosić około 30%. Spostrzeżenia te mają duże znaczenie, bowiem alkaloidy łubinowe spożyte w znacznych ilościach mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt (17). Przyrost zawartości alkaloidów w nasionach odmian termoneutralnych na skutek opóźnienia terminu siewu jest podobny jak w nasionach odmian nietermoneutralnych.

Z doniesień literatury wynika, że termin siewu ma również wpływ na poziom plonów białka innych roślin strączkowych. Na przykład w badaniach Gronowicz i in. (20) wykazano, że największe plony białka grochu siewnego, gatunku mniej wrażliwego na znaczne spadki temperatury w okresie wiosennym, uzyskuje się wysiewając nasiona w terminie najwcześniejszym.

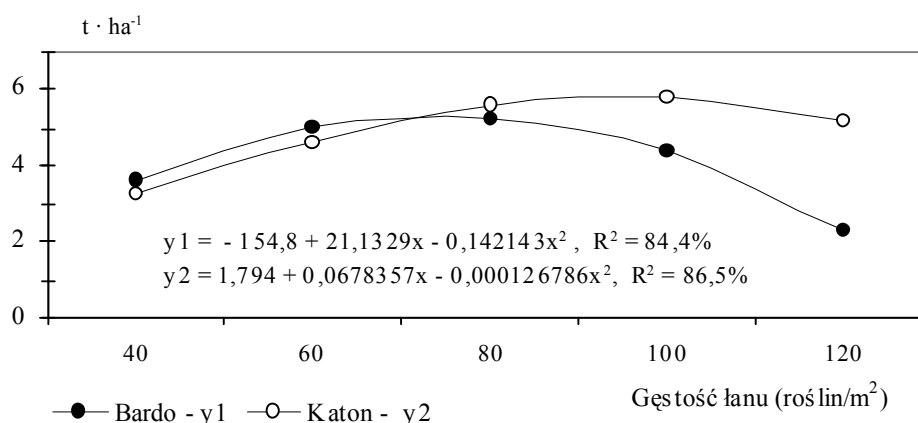
Gęstość siewu

Zmiana zagęszczenia roślin w łanie wpływa modyfikująco na wzrost, rozwój i plonowanie roślin strączkowych. Bobik i łubin biały uprawiane w warunkach mniejszego zagęszczenia mają bardziej masywny pokrój i są niższe od roślin uprawianych w większej gęstości. Z badań Jasieńskiej i Koteckiego (27), Paprockiego i in. (43) oraz Seredyńa (71) wynika, że zwiększanie obsady tradycyjnych odmian łubinu białego i żółtego powoduje znaczny przyrost ich wysokości. Ponadto rośliny rosnące w tych warunkach wytwarzają cieńsze pędy i zawiązują mniej strąków niż rośliny uprawiane w mniejszym zagęszczeniu.

Stwierdzono również wyraźny wpływ gęstości siewu na termin zakwitania i dojrzewania roślin łubinu białego. Rośliny rosnące w warunkach większego zagęszczenia zakwitają i dojrzewają o kilka dni wcześniej niż rośliny rosnące w mniejszym zagęszczeniu (54). Prawidłowość ta dotyczy także innych gatunków roślin strączkowych, bowiem badania Jasieńskiej i Koteckiego (28) wykazały, że zwiększenie zagęszczenia roślin bobiku w łanie powoduje kilkudniowe przyspieszenie ich dojrzewania.

Z badań własnych wynika, że niektóre genotypy roślin strączkowych wymagają innych gęstości siewu. W przypadku łubinu białego wykazano, że największy plon nasion uzyskuje się uprawiając łubin biały odmiany Bardo (typ tradycyjny) w zagęsz-

czeniu 60, a odmiany Katon (typ samokończący) – 100 roślin/m² (rys. 4). Łubin uprawiany w mniejszej obsadzie wytwarza znaczną część plonu na pędach bocznych, co w szczególności dotyczy odmiany tradycyjnej Bardo. Natomiast odmiana samokończąca Katon ze względu na silnie zredukowane pędy boczne wytwarza na nich mniej lub nie wytwarza w ogóle nasion. Obsada tradycyjnych odmian łubinu białego nie może być zbyt mała, bowiem rośliny łubinu uprawiane w większym zagęszczeniu tworzą mniej pędów bocznych przez co większość plonu nasion skupiona jest na pędzie głównym (25). Uzyskuje się wówczas mniej nasion, ale są one dorodniejsze, o większej MTN. Zbyt duża gęstość siewu tradycyjnych odmian łubinu prowadzi natomiast do obniżenia plonu nasion spowodowanego zmniejszoną obsadą strąków na roślinie. Również z badań francuskich wynika (34, 48), że tradycyjne odmiany łubinu białego wymagają podobnych gęstości siewu jak nasze odmiany krajowe. Wyniki te są zbliżone z rezultatami badań Szukły i Maciejewskiego (75) prowadzonych w Wielkopolsce. Wymienieni autorzy wykazali, że samokończące odmiany łubinu białego również w tych warunkach plonują najlepiej, gdy uprawiane są w zagęszczeniu 90-100 roślin na 1 m². Stosując w uprawie odmian samokończących obsadę optymalną dla odmian tradycyjnych uzyskuje się plony mniejsze nawet ponad 20%. Według Auhammera i in. (4) oraz Nalborky (41) utrzymanie odpowiedniej proporcji między przyrostem masy wegetatywnych i generatywnych organów roślin strączkowych jest bardzo ważne i decydujące w dużej mierze o ich plonowaniu. Jasinska i Kotwicki (28) wskazują na konieczność zwiększenia gęstości siewu również w przypadku uprawy bobiku w wąskich rzędach w celu ograniczenia nadmiernego rozgałęziania się roślin i przyrostu masy wegetatywnej kosztem organów generatywnych.



Rys. 4. Zależność plonu nasion łubinu białego od odmiany i zagęszczenia roślin w łanie
Źródło: Podleśny J., 2007 (54).

Głębokość siewu

Spośród wszystkich gatunków roślin strączkowych największe wymagania związane z głębokością siewu ma bobik, dlatego badania dotyczące tego parametru prowadzone są przede wszystkim w odniesieniu do tego gatunku. Wcześniejsze badania Skrockiego i Brzozowskiego (72) oraz Bochniarza i in. (8) wykazały, że największe plony uzyskuje się wysiewając nasiona „pod pług”. Stosowane wówczas siewniki zbożowe nie gwarantowały uzyskania dużej głębokości siewu, co niekorzystnie wpływało na wzrost, rozwój i plonowanie bobiku. Współczesne siewniki dzięki zastosowaniu hydraulicznego docisku redlic pozwalają na uzyskanie nie tylko dużej, ale także jednakowej głębokości siewu. Należy przypuszczać, że ich przydatność do siewu bobiku będzie zdecydowanie większa niż tradycyjnych siewników zbożowych. Ze względu na konieczność wczesnego terminu siewu, występują często trudności z wykonaniem tego zabiegu w optymalnym terminie agrotechnicznym. Badania Brzozowskiego i in. (11) uwzględniające lotniczą technologię siewu z przyoraniem nasion potwierdzają dużą jej przydatność w uprawie bobiku, zwłaszcza na glebach ciężkich i bardzo ciężkich, gdzie wykonanie siewu siewnikiem wczesną wiosną jest bardzo utrudnione.

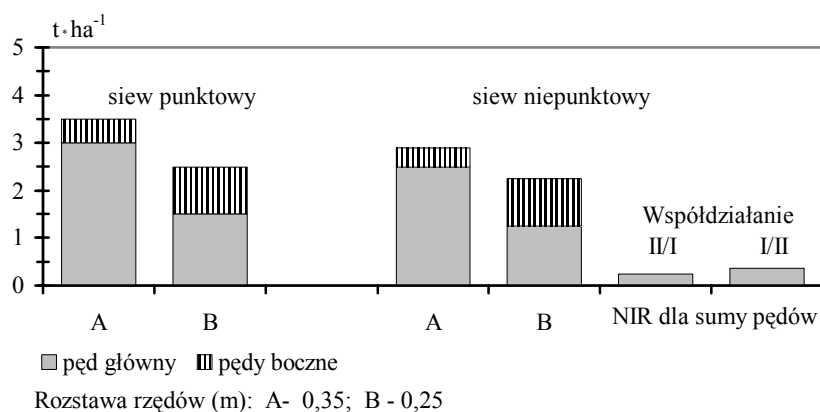
Rozstawa rzędów

Oprócz zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni oraz sposobu siewu strukturę przestrzenną łanu modyfikuje rozstawa rzędów. Przeprowadzone w ostatnich latach badania wykazały, że nowe genotypy roślin strączkowych wymagają uprawy w innych rozstawach rzędów (51, 59, 64, 75) niż odmiany starsze o tradycyjnym pokroju (10, 21, 71, 73, 79) wpisane znacznie wcześniej do Rejestru Odmian Roślin Rolniczych i Warzywnych. Na uwagę zasługuje fakt, że poszukiwania odpowiedniego rozmieszczenia nasion na jednostce powierzchni, zapewniającego uzyskanie optymalnej architektury łanu i struktury plonu, prowadzi się nie tylko z gatunkami wymagającymi rzadkich zasiewów, do których należą rośliny strączkowe, ale także w odniesieniu do innych roślin uprawnych (19, 44, 69, 70).

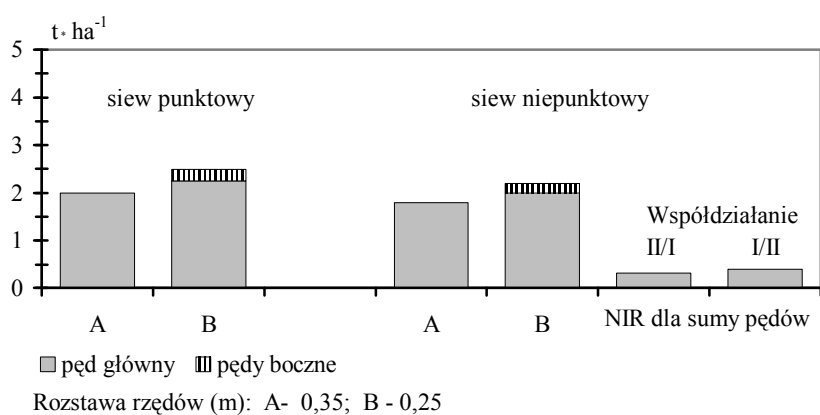
Wraz ze zwiększaniem szerokości międzyrzędzi wzrasta zagęszczenie roślin w rzędzie, co prowadzi do większego ich wypadania z łanu. Wielkość ubytków roślin jest większa u odmian tradycyjnych niż u roślin o zdeterminowanym wzroście. Zwiększone wypadanie roślin z łanu na skutek zwiększenia szerokości rozstawy rzędów przy stałej gęstości siewu w odniesieniu do soi stwierdzili także Jasieńska i in. (29). Zdaniem tych autorów ubytki te były spowodowane większym zagęszczeniem roślin w rzędzie.

Stwierdzono, że uprawa łubinu białego w węższej rozstawie rzędów powoduje zwiększone wytwarzanie pędów bocznych, konsekwencją czego jest uzyskanie większej liczby strąków i nasion z rośliny. Nasiona te są jednak słabiej wykształcone i mają mniejszą masę 1000 nasion. Zatem w przypadku uprawy łubinu białego w węższych międzyrzędziach, w celu uniknięcia nadmiernego wytwarzania masy wegetatywnej, należy stosować zwiększoną gęstość siewu.

W przeprowadzonych dotychczas badaniach wykazano, że genotypy roślin strączkowych dla optymalnego plonowania wymagają uprawy w różnych rozstawach rzędów. Większe plony nasion łubinu odmiany Butan (typ tradycyjny) uzyskuje się stosując najszerszą rozstawę rzędów (rys. 5), natomiast łubin biały odmiany Katon (typ samokończący) plonuje najlepiej, gdy uprawiany jest w węższej rozstawie rzędów (rys. 6). Z badań francuskich wynika (34, 43), że tradycyjne odmiany łubinu białego uprawiane w szerszej rozstawie rzędów plonują lepiej niż w rozstawie węższej. Również J a s i ń s k a i in. (29) wskazują na konieczność zwiększania gęstości siewu w przypadku uprawy soi w wąskich rzędach. Ma to na celu ograniczenie nadmiernego rozgałęziania się roślin i przyrostu masy wegetatywnej kosztem organów generatywnych.



Rys. 5. Plon nasion łubinu białego odmiany Bardo w zależności od sposobu siewu i rozstawy rzędów
Źródło: Podleśny J., 2005 (51).



Rys. 6. Plon nasion łubinu białego odmiany Katon w zależności od sposobu siewu i rozstawy rzędów
Źródło: Podleśny J., 2005 (51).

Ochrona roślin

Postęp w ochronie roślin strączkowych, podobnie jak w przypadku innych roślin rolniczych, polega na wprowadzaniu nowych, bardziej skutecznych pestycydów. Najwięcej badań wykonano w ostatnich latach nad zwalczaniem antraknozy w uprawie łubinów. Choroba ta ma bowiem bardzo duży wpływ na poziom uzyskiwanych plonów nasion; jest szczególnie niebezpieczna, gdy występują dobre warunki do rozwoju chorób grzybowych – wysoka temperatura i duża ilość opadów w okresie kwitnienia (16, 24). W badaniach wykazano dużą skuteczność wielu preparatów znacznie ograniczających rozwój tej choroby (tab. 1). Należy jednak stosować je niekiedy kilkakrotnie w ciągu okresu wegetacji, co znacznie zwiększa koszty produkcji nasion łubinu.

Tabela 1

Skuteczność działania fungicydów w zwalczaniu antraknozy w uprawie łubinów

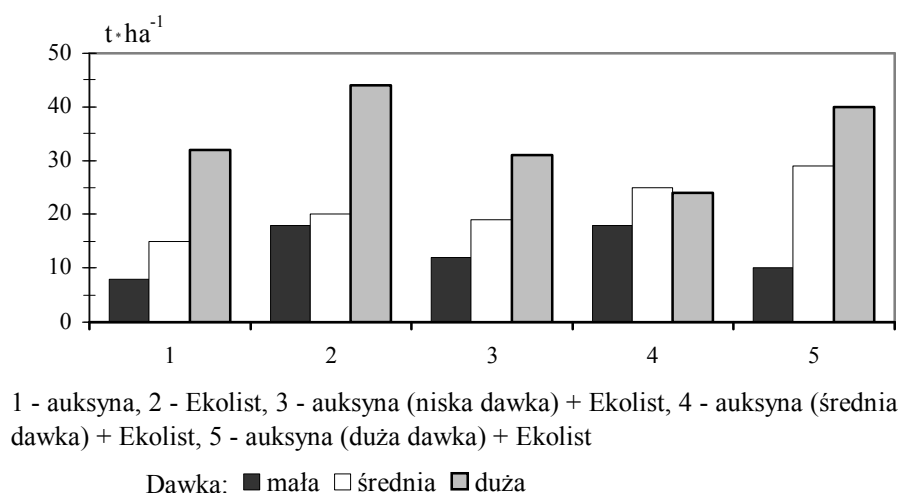
Fungicyd	Dawka $l \cdot ha^{-1}$ lub $kg \cdot ha^{-1}$	Wskaźnik porażenia roślin (%)	Skuteczność zwalczania (%)	Liczba strąków na 100 roślinach
Sarfun 500 SC	0,7	15	70	372
Gwarant 500 SC	2,0	16	68	360
Horizon 250 EW	1,0	18	64	336
Sarfun 500 SC	0,6	20	60	356
Rovral 255 SC	2,0	23	54	199
Amistar 250 SC	0,8	24	52	260
Sarfun 500 SC	0,5	24	52	160
Charisma 207 EC	1,2	26	48	175
Falcon 460 EC	0,5	37	26	233
Ronilan 500 SC	1,5	46	8	149
Sumilex 500 SC	1,5	49	2	167
Alert 375 SC	0,8	57	0	205
Benlate 50 WP	0,5	66	0	186
Kontrola	–	50	–	95

Źródło: Jańczak C., 2000 (22).

Nawożenie

Powszechnie przeważa pogląd, że nawożenie roślin strączkowych jest na ogół dobrze rozpoznane. Najwięcej badań wykonano w odniesieniu do nawożenia azotem. Z badań Szulczyńskiego i in. (77) wynika, że w uprawie bobiku, grochu siewnego i łubinu białego, uzasadnione jest jedynie przedsiewne stosowanie $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, bowiem dalsze zwiększanie dawki tego składnika nie powoduje istotnego przyrostu plonu. Zdaniem Prusinskiego i Koteckiego (67) nawożenie roślin strączkowych azotem jest dobrze rozpoznane i dalsze badania są nieuzasadnione. Z badań Andrze-

j e w s k i e j (3) oraz K u l i g i Z i ó ł e k (33) wynika jednak, że opłacalność nawożenia grochu siewnego wyższymi dawkami azotu zależy od przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji. Zabieg ten jest bardziej efektywny w latach charakteryzujących się korzystnym rozkładem opadów. Ciekawe i przydatne okazują się również badania dotyczące możliwości stosowania mikroelementów w nawożeniu roślin strączkowych. P r u s i ń s k i i B o r o w s k a (63) wykazali bardzo korzystną reakcję łubinu żółtego i białego na dokarmianie Ekolistem oraz auksynami (rys. 7). Znaczną zwiększając plonów nasion można uzyskać także stosując regulator wzrostu – flurprimidol (65) oraz aktywator fotosyntezy – tytani (66).



Rys. 7. Wpływ auksyny i Ekolistu na plonowanie łubinu białego
Źródło: Prusiński J., Kotecki A., 2006 (67).

Zbiór nasion

W technologii produkcji nasion roślin strączkowych bardzo ważny jest zbiór. Ze względu na specyficzne właściwości biologiczne i fizykomechaniczne roślin strączkowych proces ich zbioru jest znacznie trudniejszy niż ziarna zbóż. Duże nasiona oraz wrażliwość strąków na pękanie wymagają znacznych umiejętności i wiedzy kombajnistów w zakresie regulacji parametrów pracy maszyn żniwnych. Z tego względu w procesie zbioru szczególną uwagę zwraca się na takie elementy, jak: termin i metoda zbioru oraz parametry pracy maszyn żniwnych (55).

Termin zbioru

Termin zbioru ma szczególne znaczenie w uprawie gatunków podatnych na samoosypywanie nasion i wrażliwych na oddziaływanie elementów roboczych maszyn żniwnych. Gatunkiem szczególnie wrażliwym pod tym względem i wymagającym odpo-

wiedniego terminu zbioru jest łubin wąskolistny. Dzięki pracom hodowlanym prowadzonym w ostatnich latach uzyskano odmiany o zwiększonej odporności strąków na pękanie (tab. 2). Występująca często nierównomierność dojrzewania stanowi także trudność w ustaleniu optymalnego terminu zbioru. Zbyt wczesny zbiór powoduje utrudnienia związane z przemieszczaniem znacznej ilości wilgotnej masy przez zespoły robocze maszyn żniwnych, powodując ich przeciążenia i uszkodzenia. Natomiast zbyt nie opóźnienie terminu zbioru jest przyczyną większych strat powodowanych samosypywaniem nasion bądź zwiększoną wrażliwością na oddziaływanie elementów roboczych maszyn zbierających. Z badań P i s u l e w s k i e j i in. (46) wynika, że zbiór grochu można rozpoczynać wcześniej bez ryzyka zmniejszenia plonu nasion i pogorszenia ich składu chemicznego. Nie dotyczy to jednak wszystkich gatunków roślin strączkowych, bowiem z badań B o c h n i a r z a i in. (9) wynika, że bobik zebrany w fazie poczernienia 5-10% strąków wydaje niższe plony niż w późniejszych fazach dojrzewania.

Tabela 2

Odporność strąków łubinu wąskolistnego na pękanie

Odmiana	Rok wpisania do rejestru	Osypanie nasion (%)	
		po 10 dniach od daty dojrzałości technicznej	po 20 dniach od daty dojrzałości technicznej
Emir	1981	12	28
Mirela	1981	16	35
Wersal	1995	8	23
Baron	2006	0,2	2,2
Graf	2006	0,2	0,9
Sonet	2006	0,0	1,0

Źródło: COBORU, 2002, 2006 (35, 36).

Desykacja roślin

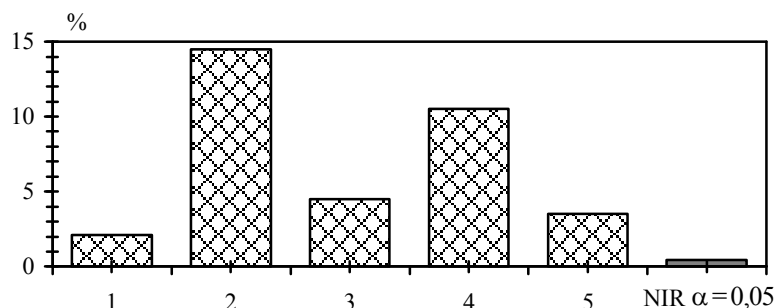
Nierównomierność dojrzewania lub znaczne zachwaszczenie plantacji powoduje konieczność stosowania desykacji roślin. Najczęściej stosowanymi preparatami są Reglone i Harvade 250 SC. Z badań B u b n i e w i c z a i A d a m c z e w s k i e g o (12) wynika, że obydwa preparaty powodują obniżenie zawartości wody w częściach wegetatywnych roślin, a na plantacjach zachwaszczonych także redukcję świeżej masy chwastów. Skuteczność działania tych preparatów zależy w dużym stopniu od przebiegu warunków pogodowych w okresie dojrzewania. Najlepszy efekt działania preparaty te wykazują w warunkach małych opadów i wyższych temperatur. Zabieg desykacji zmniejsza na ogół w mniejszym stopniu zawartość wody w nasionach niż w częściach wegetatywnych roślin (9). Bardzo ważnym zagadnieniem jest ocena wpływu desykantów na skład chemiczny i jakość siewną nasion roślin strączkowych. Z badań A d o m a s (1) wynika, że preparaty Reglone Turbo 200 SL i Harvade 250 SC nie mają wpływu na zawartość białka i na skład aminokwasowy nasion łubinu

żółtego. Podobnie P i s u l e w s k a i in. (47) nie wykazali wpływu desykacji bobiku preparatem Reglone na zawartość białka i jego wartość odżywczą. W większości przeprowadzonych dotychczas badań nie stwierdzono także obniżenia jakości siewnej nasion w wyniku stosowania desykantów (9, 12). Jedynie T w o r k o w s k i i S z c z u k o w s k i (80) stwierdzili słabsze wschody polowe nasion bobiku uzyskanych z roślin desykowanych przed zbiorem preparatem Reglone i Harvade 250 SC, chociaż ich zdolność kiełkowania w warunkach laboratoryjnych była podobna jak nasion uzyskanych z roślin niedesykowanych.

Metoda zbioru

Duże straty plonu nasion podczas zbioru niektórych gatunków roślin strączkowych, zwłaszcza tych podatnych na wyleganie (groch siewny, wyka), zmuszają do poszukiwania metod zbioru znacznie je ograniczających. Na przykład, straty plonu nasion grochu wyległego mogą sięgać 30%, a gdy zbiór przeprowadzany jest w niesprzyjających warunkach pogodowych i nieodpowiednimi metodami mogą dochodzić nawet do 80% (39). Właściwy sposób zbioru grochu jest, obok postępu biologicznego i agrotechnicznego, bardzo ważnym czynnikiem decydującym o wielkości plonu. Zbyt niskie osadzanie strąków lub silne wylegnięcie łanu jest przyczyną strat powodowanych trudnością prowadzenia zespołu tnącego w bliskiej odległości od powierzchni gleby. Powoduje to przeciążenia i uszkodzenia elementów tnących maszyn żniwnych. Efektem prac prowadzonych w IUNG Puławy było wykazanie dużej przydatności do zbioru grochu siewnego kosiarek z bezpalcowym zespołem tnącym, mało wrażliwych na nierówności powierzchni i zakamienienie pól (49). Tego typu mechanizmy tnące występują w kosiarkach przystosowanych do ścięcia roślin w trudnych warunkach. Ułożone w pokosy rośliny grochu młóci się następnie kombajnem wyposażonym w podbieracz pokosów. Zaletą zbioru dwuetapowego jest także lepsza jakość siewna zbieranych nasion. Badania P r u s i ń s k i e g o (61), S z u k a ł y (77) oraz Z i ó ł e k (82) dowodzą, że zbiór dwuetapowy wpływa korzystnie na żywotność i wigor nasion łubinu żółtego i białego oraz grochu siewnego. Większy wigor nasion pochodzących ze zbioru metodą dwuetapową jest efektem łagodnego dosychania nasion w strąkach po ścięciu roślin (18). Uzyskanie wąsolistnych odmian grochu siewnego o zwiększonej odporności na wyleganie wynikającej z wzajemnego powiązania roślin wąsami czepnymi znacznie ułatwia zbiór (3). Z badań prowadzonych w COBORU (36) wynika, że wąsolistne odmiany grochu są co najmniej o 1 stopień mniej podatne na wyleganie niż odmiany o tradycyjnym ulistnieniu.

Wyleganie grochu, utrudniające zbiór, można także ograniczyć stosując siew mieszany z roślinami podporowymi (rys. 8). Taki sposób siewu ułatwia zbiór oraz zmniejsza ilościowe i jakościowe straty plonu. Przeprowadzone dotychczas badania dotyczące doboru do grochu odpowiedniej rośliny podporowej wskazały, że spośród badanych gatunków najlepiej tę funkcję spełniają zboża, zwłaszcza gdy ich udział w zasiewie jest dostatecznie duży (55).



- 1 - siew czysty, zbiór dwuetapowy: I faza wyrywanie roślin, II faza - zbiór kombajnem zbożowym;
- 2 - siew czysty, zbiór dwuetapowy: I faza - ścinanie roślin kosiarką listwową, II faza - zbiór kombajnem zbożowym;
- 3 - siew czysty, zbiór dwuetapowy: I faza - ścinanie roślin kosiarką pokosową, II faza - zbiór kombajnem zbożowym;
- 4 - siew czysty, zbiór jednoetapowy kombajnem zbożowym;
- 5 - siew mieszany, groch - 100 nasion/m², pszenica - 100 nasion/m², zbiór jednoetapowy kombajnem zbożowym

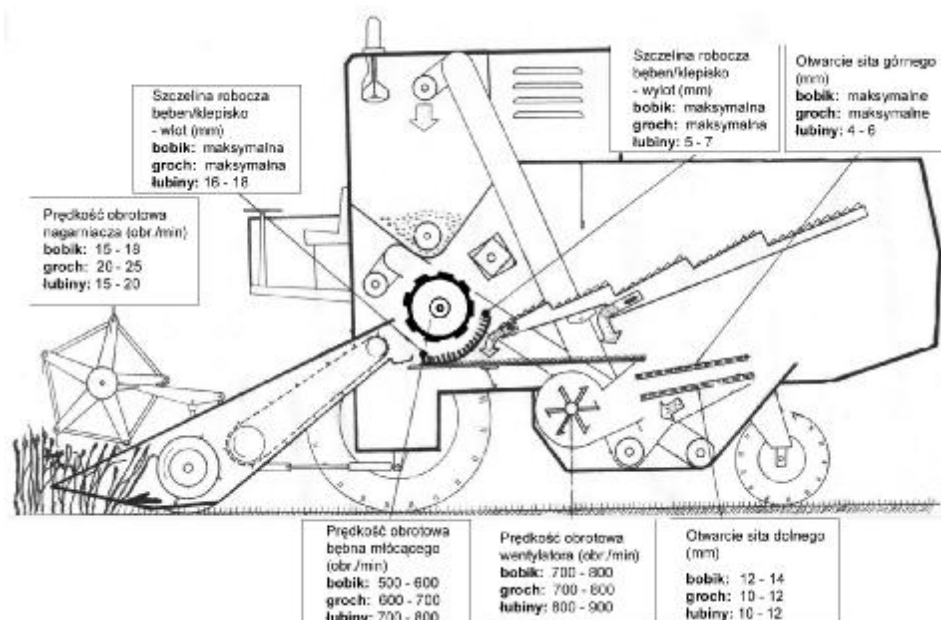
Rys. 8. Straty nasion grochu siewnego w zależności od stosowanych metod zbioru
Źródło: Podleśny J. i in., 2006 (55).

Parametry pracy zespołów żniwnych

Duże znaczenie dla zmniejszenia strat nasion ma również odpowiednie ustawienie parametrów pracy zespołów żniwnych maszyn (49, 57). W celu ograniczenia strat ilościowych i jakościowych podczas zbioru roślin strączkowych zespoły robocze kombajnu zbożowego muszą być odpowiednio ustawione i wyregulowane. Efektem prac prowadzonych w IUNG Puławy było określenie przybliżonych parametrów ustawienia zespołów roboczych kombajnu przygotowanego do zbioru nasion roślin strączkowych (rys. 9). Wielkość tych parametrów zależy od wielu czynników mających wpływ na przebieg procesu zbioru (wysokość roślin, wilgotność nasion, stopień wylegania, zachwaszczenie i inne), dlatego dla każdego zespołu roboczego określono zakres w jakim powinna mieścić się ich wartość.

Podsumowanie

Niezbyt wysokie i zmienne w latach plony nasion, obok importu dużych ilości stosunkowo taniej śruty sojowej, są głównymi przeszkodami w zwiększaniu powierzchni uprawy roślin strączkowych. Badania naukowe prowadzone w ostatnich latach zmierzają do udoskonalania poszczególnych elementów technologii w celu zmniejszenia zawodności plonowania tej grupy roślin i jednocześnie zwiększenia opłacalności ich produkcji. Zwiększenie plonu jest najskuteczniejszym sposobem poprawy opłacalno-



Rys. 9. Zakresy wartości parametrów pracy zespołów roboczych kombajnu przy zbiorze ważniejszych gatunków roślin strączkowych

Źródło: Podleśny J. i in., 2006 (55).

ści produkcji roślinnej. W tym celu prowadzone są badania nad optymalizacją procesu siewu i związanym z nim najkorzystniejszym rozmieszczeniem roślin na jednostce powierzchni, stosowaniem mikroelementów w nawożeniu, skutecznym zwalczaniem chorób i szkodników oraz ograniczaniem strat podczas zbioru. Konieczność doskonalenia technologii produkcji nasion roślin strączkowych wynika z dużego postępu hodowlanego. Uzyskano bowiem nowe odmiany bobiku i łubinów o zdeterminowanym typie wzrostu, wąsolistne odmiany grochu siewnego oraz termoneutralne odmiany łubinów. Nowe genotypy roślin strączkowych o zmienionym pokroju mają inne wymagania względem niektórych zabiegów agrotechnicznych. Wprowadzanie nowych rozwiązań w zakresie mechanizacji prac stwarza dobre możliwości oceny przydatności niektórych maszyn do uprawy roślin strączkowych. Ważnym zagadnieniem wymagającym ciągłego doskonalenia jest zbiór nasion, bowiem duże straty w wymiarze ilościowym i jakościowym powstające podczas ścinania i omłotu mają znaczący wpływ na wielkość rzeczywistych plonów i opłacalność produkcji roślin strączkowych.

Można przypuszczać, że rośliny strączkowe uprawiane obecnie w naszym kraju na niezbyt dużym areale będą odgrywały w przyszłości znaczącą rolę w produkcji roślinnej. Zwiększenie zainteresowania uprawą tej grupy roślin wymusi rozwój rolnictwa integrowanego i ekologicznego, w którym właściwe zmianowanie uwzględniające zasiewy z roślinami strączkowymi ma szczególne znaczenie.

Literatura

1. A d o m a s B.: Ocena jakości białka nasion łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) po zastosowaniu wybranych desykantów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, **495**: 315-325.
2. A n d r z e j e w s k a J.: Agrotechniczne uwarunkowania plonowania i nodulacji zróżnicowanych odmian grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Rozprawy, 2002, **105**: 5-92.
3. A n d r z e j e w s k a J.: Czy wąskolistne odmiany grochu siewnego (*Pisum sativum*) są sukcesem nauki. Post. Nauk Rol., 2004, **4**: 71-82.
4. A u f h a m m e r W., S t r z e l H., R e u t e n k r a n z A., F a l f u s J., N a l b o r c z y k E.: Lichtaufnahme und Stoffproduktion eines konventionellen und eines epigonalen Genotyps der Weisse Lupine (*Lupinus albus* L.). J. Agron. Crop Sci., 1993, **171**: 1-12.
5. B i e n i a s z e w s k i T.: Niektóre czynniki agrotechniczne warunkujące wzrost, zdrowotność i plonowanie łubinu żółtego. Rozprawy i Monografie, UWM Olsztyn, 2001, **51**.
6. B o b r e c k a - J a m r o D., P a ł k a M.: Wpływ terminu siewu na cechy morfologiczne bobiku kształtujące plon nasion. Rośliny strączkowe w hodowli i uprawie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 171-174.
7. B o c h n i a r z J.: Potrzeby i możliwości intensyfikacji produkcji nasion roślin strączkowych. IUNG Puławy, 1986.
8. B o c h n i a r z J., K a s p r z y k o w s k a M., K a w a l e c A., P l e s k a c z M.: Wpływ sposobu siewu i pielęgnacji na plonowanie bobiku uprawianego na nasiona. Pam. Puł., 1986, **88**: 114-140.
9. B o c h n i a r z J., P l e s k a c z M., D r z a s E.: Wpływ terminu i sposobu zbioru na wielkość i jakość plonu nasion bobiku (*Vicia faba minor*). Pam. Puł., 1987, **89**: 17-28.
10. B o r o w i e c k i J., L e n a r t o w i c z W., B o c h n i a r z J.: Plonowanie niektórych odmian bobiku w warunkach zróżnicowanej obsady roślin. Pam. Puł., 1992, **101**: 158-167.
11. B r z o z o w s k i J., B r z o z o w s k a I., S k r o c k i M.: Skutki różnej techniki siewu i sposobu przykrycia nasion bobiku. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 187-191.
12. B u b n i e w i c z P., A d a m c z e w s k i K.: Ocena desykantów w uprawie łubinu żółtego. Mat. XXXV sesji nauk. IOR, Poznań, 1995, 318-320.
13. B u j a k K., J ę d r u s z c z a k M., F r a n t M.: Wpływ uproszczeń w uprawie roli na plonowanie soi. Biul. IHAR, 2001, **220**: 263-272.
14. C l a p h a m W. M., S a w i c k a E. J., M u r a n y i R.: Variation and thermosensitivity in seven mutant of *Lupinus albus* cv. Hetman. Proc. 7th Inter. Lupin Conf. Evora, Portugalia, 1994, 365-367.
15. D z i e n i a S., W e r e s z c z a k a J.: Reakcja bobiku na uproszczenia w uprawie roli. Rocz. Nauk Rol., 1998, A, **113(1-2)**: 59-64.
16. F r e n c e l I., L e w a r t o w s k a E., C z e r w i ń s k a A.: Występowanie antraknozy (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) na łubinach w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1996, **446**: 467-470.
17. G l a d s t o n e s J. S., A t k i n s C., H a m b l i n J.: Lupins as crop plants. Biology, production, utilization. CAB International, 1998.
18. G ó r e c k i R. J.: Studia nad wigorem nasion roślin strączkowych. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol., 1996, **42**: 5-55.
19. G r i e p e n t r a g H. W.: Standflächenverteilung und Ertrag von Raps. Landtechnik, 1996, **51**: 258-259.
20. G r o n o w i c z Z., F o r d o ń s k i G., B i e n i a s z e w s k i T.: Wartość pokarmowa peluszek w zależności od terminu siewu i zbioru. Biul. IHAR, 1986, **160**: 99-105.
21. G r o n o w i c z Z., F o r d o ń s k i G., K l i c k a J.: Wpływ nawożenia Florovitem i rozstawy rzędów na plonowanie nowych odmian grochu siewnego. Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. Cz. II. IUNG Puławy, 1989, 116-122.

22. Jańczak C.: Badania nad ochroną łubinu przed antraknozą. Mat. konf. nauk. „Obecny stan i kierunki badań nad łubinem w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem antraknozy”. IOR Poznań, 2000, 11-19.
23. Jańczak C., Filona G., Goroszkiewicz-Janka J.: Antraknoza łubinu w Polsce w latach 1999–2002, zwalczanie i skuteczność działania środków grzybobójczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, **495**: 251-260.
24. Jańczak C., Horoszkiewicz J., Filona G.: Choroby grzybowe łubinu oraz próby ich zwalczania. Inter. Conf. Lupin in Polish and European Agriculture. Polish Lupin Association. Przysiek, 1999, 211-214.
25. Jaranowski J.: Wpływ terminu siewu i rozstawy rzędów na cechy morfologiczne i fizjologiczne różnych gatunków i odmian łubinu. Roczn. Nauk Rol., 1956, A, **73**: 499-582.
26. Jasińska Z., Kotecki A.: Rośliny strączkowe. PWN Warszawa, 1993.
27. Jasińska Z., Kotecki A.: Produktivność różnych form łubinu żółtego w zależności od obsady roślin. Mat. I ogólnopolskiej konf. nauk. „Łubin-Białko-Ekologia”. PTL, Poznań, 1994, 80-90.
28. Jasińska Z., Kotecki A.: Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na rozwój, plonowanie oraz wartość pokarmową kilku odmian bobiku. Cz. I. Rozwój i cechy morfologiczne. Roczn. Nauk Rol., 1995, A, **(111)**1: 143-153.
29. Jasińska Z., Kotecki A., Malarz W.: Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na plonowanie soi na glebie brunatnej – średniej. Biul. IHAR, 1987, **164**: 117-124.
30. Jędruszcak M., Pawłowski F.: Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na plon nasion soi (*Glycine max* L.) na glebie piaskowej. Biul. IHAR, 1987, **164**: 107-116.
31. Kowalczyk J.: Uwarunkowania techniczne i technologiczne produkcji nasion soi w Polsce. Rozpr. nauk. AR Lublin, 1992.
32. Księżak J.: Aktualny stan badań nad bobikiem. Post. Nauk Rol., 2006, **3**: 25-37.
33. Kulig B., Ziółek W.: Plonowanie zróżnicowanych odmian grochu siewnego i bobiku w zależności od nawożenia azotem. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 207-212.
34. Lenoble M.: Le lupin blanc: un nouveau proteagineux. Fourrages Actualites, 1977, **20**: 11-12.
35. Lista opisowa odmian. COBORU Słupia Wielka, 2002, 183-190.
36. Lista opisowa odmian. COBORU Słupia Wielka, 2006, 108-113.
37. Małecką I., Blecharczyk A., Pudełko J.: Reakcja jęczmienia jarego i grochu na uproszczenia w uprawie roli. Fragm. Agron., 2004, **2**: 100-114.
38. Marks M., Nowicki J.: Reakcja bobiku na różne sposoby uprawy roli. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 193-197.
39. Mikołajczyk J.: Podstawowe zagadnienia mechanizacji produkcji nasion roślin strączkowych. Nowe Rol., 1974, **10**: 4-6.
40. Mikołajczyk J., Bromberek S., Wróblewska R.: Varietes thermoneutres du Lupin bleu. Proc. 3rd Inter. Lupin Conf. La Rochelle, France, 1984, 568-569.
41. Nalborczyk E.: Biologiczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. Fragm. Agron., 1993, **4**: 147-150.
42. Nijaki J.: Termoneutralność łubinu żółtego. Mat. I ogólnop. konf. nauk.: „Łubin-Białko-Ekologia”, PTL Poznań, 1994, 370-377.
43. Paprocki S., Płodowska J., Byszewska-Wzorek A.: Wpływ gęstości siewu na plon nasion i słomy nowych odmian łubinu. Roczn. Nauk Rol., 1988, A, **107**: 141-145.
44. Pecio A.: Morfologiczny model rośliny i łanu gryki oraz jej plonowanie w zależności od rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni. Mat. konf. nauk. „Hodowla i wykorzystanie gryki”. IUNG Puławy, 1996, 63-79.
45. Piekarczyk M., Urbanowski S.: Reakcja łubinu białego na różne sposoby uprawy roli. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Rolnictwo, 1999, **220(44)**: 227-232.
46. Pisulewska E., Kulig B., Ziółek W., Antoniewicz A.: Zróżnicowanie zawartości oraz składu aminokwasowego białka nasion grochu siewnego w zależności od terminu zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 153-159.

47. Pisulewska E., Szymczyk B., Pisulewski P. M.: Effect of plant desiccation Reglone on gross chemical composition, amino acid, and nutritive value of seeds protein in determinate and indeterminate cultivars of faba bean (*Vicia faba* L. var. *Minor*). In: 4th European Conference on Grain Legumes, Towards the sustainable production of healthy food, feed and novel products. Cracow-Poland, 2001, 384.
48. Plancquaert P.: Le lupin blanc doux proteagineux. 1988, 1-24.
49. Podleśny J.: Możliwości zmniejszenia strat nasion grochu poprzez zastosowanie rośliny podporowej i różnych sposobów zbioru. IUNG Puławy, 1994, **R 318**: 1-71.
50. Podleśny J.: Growth and yields of conventional and determinate forms of white lupine. Annual Report, IUNG Puławy, 2002, 43-45.
51. Podleśny J.: Wpływ sposobu siewu i rozstawy rzędów na wzrost, rozwój i plonowanie zdeterminowanej formy łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Pam. Puł., 2005, **140**: 199-214.
52. Podleśny J.: Dynamika wzrostu, rozwoju i plonowania termoneutralnych i nietermoneutralnych odmian łubinu żółtego w zależności od terminu siewu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2006 (w druku).
53. Podleśny J.: Przydatność siewu punktowego w uprawie wybranych gatunków roślin strączkowych. Inż. Rol., 2006, **13(88)**: 377-383.
54. Podleśny J.: Przebieg dynamiki wzrostu, rozwoju i plonowania dwóch genotypów łubinu białego w zależności od zagęszczenia łanu. Fragm. Agron., 2007, **2(94)**: 261-273.
55. Podleśny J., Książak J., Brzóska E.: Uprawa grochu siewnego na nasiona i ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt. Instrukcja upowszechnieniowa, 117. IUNG-PIB Puławy, 2006.
56. Podleśny J., Książak J.: Jakość nasion grochu w zależności od odmiany i sposobu siewu. Mat. konf. nauk. „Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej”. SGGW Warszawa, 1993, 184-190.
57. Podleśny J., Lenartowicz W.: Różne sposoby zbioru i ich wpływ na jakość nasion. Mat. konf. nauk. „Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej”. SGGW Warszawa, 1993, 191-197.
58. Podleśny J., Podleśna A.: Wpływ różnych poziomów wilgotności gleby na rozwój i plonowanie dwóch różnych genotypów łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Biul. IHAR, 2003, **228**: 315-322.
59. Podleśny J., Sowiński M.: Wpływ struktury przestrzennej łanu na rozwój i plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*). Ann. UMCS, E, 2004, **59(2)**: 881-888.
60. Podleśny J., Strobela W.: Wpływ terminu siewu na kształtowanie wielkości i jakości plonu zróżnicowanych genotypów łubinu żółtego. Acta Agroph., 2007, 151, **10(1)**: 175-185.
61. Prusiński J.: Wpływ niektórych zabiegów agrotechnicznych na wartość biologiczną nasion łubinu żółtego w dojrzałości fizjologicznej i pełnej. Mat. konf., nauk. „Łubin we współczesnym rolnictwie”. ART Olsztyn, 1997, 93-101.
62. Prusiński J.: Rola kompleksu glebowego, terminu siewu, rozstawy rzędów i obsady roślin w kształtowaniu plenności łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 253-259.
63. Prusiński J., Borowska M.: Impact of selected growth regulators and Ekolist on yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) seed yield. EJPAU, Agronomy, 2001, 8(2), www.ejpau.media.pl.
64. Prusiński J., Borowska M., Kaszkowiak E.: Impact of plant density on the yielding of white lupin (*Lupinus albus* L.). In: Lupin in Polish and European Agriculture, Polish Lupin Association, Przysiek, 1999, 106-110.
65. Prusiński J., Kaszkowiak E.: Zastosowanie flurprimidolu w uprawie nasiennej łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) Acta Sci. Pol., Agric., 2005, **4(1)**: 107-117.
66. Prusiński J., Kaszkowiak E.: Effect of titanium on yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) yielding. EJPAU, Agronomy, 2005b, 8(2). www.ejpau.media.pl.

67. Prusiński J., Kotecki A.: Współczesne problemy produkcji roślin motylkowatych. *Fragm. Agron.*, 2006, **3(91)**: 94-126.
68. Rocznik Statystyczny. GUS Warszawa, 2006.
69. Ruszkowski M., Filipiak K.: Wpływ rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni na zmiany produktywności odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1990, **1**: 56-70.
70. Ruszkowski M., Jaworska K.: Zmiany w produktywności, strukturze plonu i architekturze łanu pszenicy ozimej zależnie od sposobu rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni. *Mat. konf. nauk. „Obsada a produktywność roślin uprawnych”*. IUNG Puławy, 1988, 13-22.
71. Seredyn Z.: Wpływ obsady roślin na plonowanie łubinu białego. *Fragm. Agron.*, 1993, **1(37)**: 56-62.
72. Skrocki M., Brzozowski J.: Ocena lotniczej technologii siewu nasion bobiku. *Probl. Badań Agrolot., Mat. VI sem. nauk.*, 1980, 62-69.
73. Songin H., Czyż H.: Wpływ zagęszczenia i rozmieszczenia roślin na wielkość i strukturę plonu nasion bobiku. *Fragm. Agron.*, 1993, **4**: 165-166.
74. Stawiński S., Wróblewska R., Sychała K.: Charakterystyka niektórych cech termoneutralnej formy łubinu żółtego epigonalnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1997, **446**: 133-136.
75. Szukała J., Maciejewski T.: Wpływ rozstawy rzędów i obsady roślin na plonowanie i wartość siewną samokończącej odmiany łubinu białego. *Inter. Conf. “Lupin in Polish and European Agriculture”*. Polish Lupin Association. Przysiek, 1999, 124-131.
76. Szukała J., Maciejewski T., Sobiech S.: Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na plonowanie bobiku, grochu siewnego i łubinu białego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1997, **446**: 247-252.
77. Szukała J., Maciejewski T., Sobiech S.: Wpływ terminu i sposobu zbioru na kielkowanie i wigor nasion łubinu białego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol.*, 1997, **(69)**: 93-103.
78. Szukała J., Mystek A., Kurasiek-Popowska D.: Produkcyjne i ekonomiczne skutki stosowania uproszczeń w uprawie łubinu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2003, **495**: 219-230.
79. Szukała J., Sobiech S., Maciejewski T.: Wpływ obsady roślin i rozstawy rzędów na plon nasion łubinu białego z uwzględnieniem deszczowania. *Mat. konf. nauk. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych”*. IUNG Puławy, cz. II, 1989, 188-192.
80. Tworkowski J., Szczukowski S.: Wpływ desykacji oraz warunków suszenia na wartość siewną nasion bobiku. *Mat. konf. nauk. „Znaczenie jakości nasion w produkcji roślinnej”*. SGGW Warszawa, 1993, 152-160.
81. Vesteth R., Guy S., Cox D., Thill D., Hammel J., Fiez T., Yenish J.: Direct seed system for grain legumes – pursuing improved erosion control, water storage, yields and profitability. 1999. <http://pnwsteepp.wsu.edu/Tillage-Handbook/chapter2>.
82. Ziółek W., Pisulewska E., Kulig B.: Kształtowanie się wskaźników zdolności kielkowania, wigoru oraz składu chemicznego nasion soi w zależności od sposobu i terminu zbioru. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol.*, 1997, **(69)**: 73-82.

Adres do korespondencji:

doc. dr hab. Janusz Podleśny
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG - PIB
ul. Czarotoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 081 886 34 21 w. 355
e-mail: jp@iung.pulawy.pl

Stanisław Krasowicz

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

ORGANIZACYJNE I EKONOMICZNE ASPEKTY PRODUKCJI PASZ*

Wstęp

Przeważająca część produkcji roślinnej jest wykorzystywana na paszę dla różnych gatunków i grup zwierząt. Pasze stanowią główny składnik kosztów produkcji zwierzęcej. Z badań IERiGŻ (7) wynika, że w latach 2001–2003 udział kosztów pasz w kosztach produkcji mleka wynosił około 60%, w produkcji żywca wołowego około 65%, a w kosztach produkcji żywca wieprzowego kształtował się nawet powyżej 70%.

Oprócz skali produkcji i wydajności jednostkowej zwierząt, koszty pasz decydują o opłacalności produkcji zwierzęcej. Uwzględniając fakt, że produkcja zwierzęca jest integralną częścią złożonego systemu jakim jest gospodarstwo rolne, pasze wpływają także na poziom dochodu rolniczego. Kryterium to uwzględnia całokształt powiązań w gospodarstwie; produkcję roślinną, zwierzęcą i efektywność przetwarzania pasz na produkty zwierzęce. Obok uwarunkowań wewnętrznych gospodarstwa o opłacalności produkcji zwierzęcej decydują także uwarunkowania makroekonomiczne (6).

Przeobrażenia w polskim rolnictwie związane z procesami transformacji ustrojowej i wprowadzeniem zasad gospodarki rynkowej spowodowały zmniejszenie pogłowia przeżuwaczy, pogłębiły produkcyjną specjalizację regionów i grup gospodarstw oraz doprowadziły do zmian w jakości produktów zwierzęcych i w technologiach żywienia. Wpłynęły one również na zmniejszenie udziału roślin pastewnych na gruntach ornych w strukturze zasiewów z około 14% w roku 1990, do około 7% w roku 2005 (5).

Według Ziety (8) podstawę produkcji żywca wieprzowego, drobiowego i jaj stanowią mieszanki pasz treściwych, których głównym składnikiem są zboża. Ziemiaki jako pasze dla trzody chlewnej tracą na znaczeniu. W intensywnej produkcji mleka wzrasta znaczenie mieszanek pasz treściwych. W chowie krów mlecznych w gospodarstwach małych (2-3 krowy o wydajności około 3500 l mleka) udział pasz treściwych w dawce wynosił około 16%. Natomiast w produkcji towarowej (20-40

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

krów, wydajność 5000 l) udział ten stanowił blisko 28% i wykazywał tendencję rosnącą przy wyższej wydajności (7).

Z badań nad regionalnym zróżnicowaniem rolnictwa wynika, że współcześnie o poziomie i strukturze produkcji roślinnej, w tym także o produkcji pasz, w większym stopniu decydują uwarunkowania ekonomiczno-organizacyjne niż przyrodnicze (3).

Celem opracowania było przedstawienie ważniejszych aspektów organizacyjnych i ekonomicznych produkcji pasz na podstawie wyników badań IUNG oraz opinii różnych autorów prezentowanych w literaturze.

Sposoby poprawy efektywności ekonomicznej uprawy roślin pastewnych

W świetle badań IUNG-PIB za główne sposoby poprawy efektywności uprawy roślin pastewnych (użytkowanych na paszę) uznać należy:

- rejonizację, rozumianą jako dobór gatunków roślin (odmian) do przyrodniczych i ekonomiczno-organizacyjnych warunków produkcji;
- wybór i doskonalenie technologii produkcji w kierunku obniżania kosztów.

Ważnym i względnie stałym elementem organizacji gospodarki paszowej jest powierzchnia trwałych użytków zielonych. W skali kraju stanowią one około 21% powierzchni użytków rolnych. Zmienia się natomiast udział łąk i pastwisk niewykorzystanych gospodarczo, tj. nieeksploatowanych oraz niezbiiranych (tab. 1). Zdaniem Krzywickiego (4) istotnym czynnikiem określonego modelu żywienia krów mlecznych, warunkującym intensywną i opłacalną produkcję, są dobre pasze objętościowe. Najlepszym i najtańszym źródłem takich pasz są trwałe użytki zielone, a ich uzupełnieniem trawy i rośliny motylkowate na gruntach ornych. Natomiast Ziętara (8) podkreśla, że poplony ścierniskowe, wsiewki i poplony ozime przestały być istotnym źródłem

Tabela 1

Plony wybranych roślin pastewnych uprawianych na gruntach ornych oraz łąk i pastwisk ($t \cdot ha^{-1}$)
(w latach 2002–2005)

Ziemniopłody	Lata			Średnio (2003–2005)
	2003	2004	2005	
Strączkowe pastewne (zielonka)	16,0	18,4	16,8	17,1
Motylkowate drobnonasienne (zielonka)	22,1	24,0	21,1	22,4
w tym:				
koniczyna	25,0	27,2	24,8	25,7
lucerna	25,9	30,6	27,3	27,9
trawy połowe	21,3	23,7	20,5	21,8
Kukurydza (zielonka)	40,0	41,8	39,1	40,3
Okopowe pastewne	37,9	39,9	37,3	38,4
Łąki (siano)	3,78	4,58	4,29	4,22
Pastwiska (zielonka)	14,4	16,8	15,6	15,6
Udział łąk nieeksploatowanych (%)	23,6	17,7	17,5	19,6

Źródło: Dane GUS i obliczenia własne.

pasz objętościowych. Pełnić będą funkcję ochronną gleby i będą źródłem substancji organicznej w glebie, zwłaszcza w gospodarstwach bezinwentarzowych. Podsumowując wielowątkowe rozważania o perspektywach produkcji pasz gospodarskich cytowany autor stwierdza, że podstawą produkcji pasz objętościowych dla przeżuwaczy jest i będzie główna powierzchnia paszowa. Jednocześnie podkreśla, że podstawą produkcji pasz objętościowych dla bydła jest i będzie kukurydza, jako pasza energetyczna, i motylkowate z trawami w uprawie polowej oraz trwałe użytki zielone. Województwo podlaskie jest przykładem potwierdzającym słuszność tego stwierdzenia. W województwie tym, zajmującym czołową w kraju pozycję pod względem produkcji mleka, znaczny odsetek w strukturze zasiewów stanowią rośliny pastewne na gruntach ornych (14,7%), pomimo wysokiego, przekraczającego 34% udziału trwałych użytków zielonych.

Obok wykorzystania trwałych użytków zielonych jako źródła najtańszej paszy istotne znaczenie ma także rejonizacja produkcji pasz na gruntach ornych. Oddziaływanie rejonizacji na efektywność polowej produkcji pasz może odbywać się przez:

- wzrost efektów (plonów) w przypadku produkcji właściwie dostosowanej do warunków;
- zmniejszenie zmienności i ryzyka plonowania;
- obniżkę kosztów produkcji, związaną z racjonalnym wykorzystaniem potencjału gospodarstwa, w tym również jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej.

Na podstawie doświadczeń COBORU i innych badań rejonizacyjnych określono obszary szczególnie przydatne do uprawy określonych gatunków (odmian) roślin oraz zalecane zasięgi ich uprawy. Na obszarach szczególnie przydatnych do uprawy określonej rośliny możliwe jest uzyskanie wysokich i stabilnych plonów, bez konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów (związanych np. z desykacją lub dosuszaniem ziarna).

Warunkiem racjonalnej produkcji pasz objętościowych jest właściwy dobór roślin pastewnych. Powinien on być dokonany na podstawie takich kryteriów, jak: plony zielonej i suchej masy, białka ogólnego strawnego i energii laktacji (NEL) wyrażonej w MJ (tab. 2).

Rejonizacja, uważana często za najtańszy sposób poprawy efektywności produkcji, nie jest jednak przedsięwzięciem łatwym. Wymaga bowiem dużej wiedzy fachowej i pomocy doradców. Dużej wiedzy wymaga też drugi z podanych sposobów poprawy efektywności produkcji pasz, tj. wybór i doskonalenie technologii. Technologia jest podstawową przesłanką efektywności produkcji, gdyż decyduje zarówno o wielkości i jakości uzyskiwanego plonu, a także o poziomie i strukturze kosztów bezpośrednich.

Głównymi wyznacznikami efektywności uprawy roślin pastewnych są dwa czynniki: odmianowy i agrotechniczny. Rośliny pastewne charakteryzuje znacznie słabszy postęp odmianowy, niewielki dopływ nowych odmian i powolna ich wymiana. Prace badawcze, postęp hodowlano-odmianowy i agrotechniczny mogą zasadniczo zmienić opłacalność uprawy roślin pastewnych. Postęp agrotechniczny różnicuje poziom i strukturę nakładów i kosztów. Decyzje o wyborze określonego wariantu technologii wy-

Tabela 2

Orientacyjny poziom plonów, białka ogólnego i energii netto laktacji (NEL) wybranych zielonek i okopowych pastewnych

Rodzaj paszy	Zielona masa (t · ha ⁻¹)	Sucha masa (t · ha ⁻¹)	Białko ogólne (kg · ha ⁻¹)	NEL (MJ · ha ⁻¹)
Zielonka z traw niskich (3 pokosy)	40	7,55	1289	47345
Trawy z koniczynami w kwitnieniu (2 pokosy)	35	7,55	1296	43929
Koniczyna czerwona w pączkowaniu (3 pokosy)	35	6,00	1208	38100
Lucerna z trawami (3 pokosy)	35	8,80	1441	47384
Owies w dojrzałości kiszonkowej (50% ziarna)	21	8,40	722	51156
Kukurydza w dojrzałości kiszonkowej (>55% kolb)	45	17,10	1317	130131
Burak pastewny (czyste korzenie)	60	7,20	641	54720

Źródło: Ziętara W., 2005 (8).

magają uwzględnienia realiów konkretnego gospodarstwa. W gospodarstwie należy brać pod uwagę następujące technologicznie uwarunkowane możliwości obniżania kosztów produkcji roślin pastewnych:

- zmniejszenie nakładów pracy (żywej i mechanicznej);
- zmniejszenie nakładów materiałowych, zwłaszcza środków pochodzących spoza rolnictwa;
- zmniejszenie (ograniczenie) strat przy zbiorze i konserwacji pasz;
- odpowiednia lokalizacja pól z roślinami pastewnymi w stosunku do ośrodka gospodarczego.

Możliwości zmniejszania nakładów pracy można poszukiwać poprzez wybór odpowiednich stanowisk dla roślin pastewnych, mechanizację, uproszczenie struktury zasiewów, odpowiedni dobór roślin pastewnych. Z wieloletnich badań prowadzonych w RZD IUNG w warunkach produkcyjnych wynika, że tempo wzrostu plonów roślin wykorzystywanych na paszę było wyższe niż tempo wzrostu nakładów robocizny i siły pociągowej, związane z intensyfikacją produkcji. Wskazuje to pośrednio, że jednym z warunków efektywnej produkcji jest uzyskiwanie relatywnie wysokich plonów roślin pastewnych.

Według B o r o w i e c k i e g o (2) szczególne znaczenie w oszczędnościowych technologiach produkcji pasz dla przeżuwaczy ma uprawa mieszanek roślin motylkowatych z trawami. Za uprawą mieszanek, w porównaniu z czystymi zasiewami, przemawiają takie względy, jak:

- wyższy poziom i wierność plonowania,
- lepsza efektywność paszy wynikająca z korzystniejszego dla zwierząt stosunku białka do składników energetycznych,
- wydłużony co najmniej o rok okres użytkowania mieszanek,
- łatwiejsze dosuszanie siana.

Uprawa mieszanek roślin motylkowatych z trawami pozwala też na ograniczenie dawek nawozów azotowych w porównaniu ze stosowanymi w uprawie traw w czystym siewie. Czynnikiem, który zmusza do ograniczania nakładów materiałowych (nasiona, nawozy mineralne, środki ochrony roślin) jest często sytuacja ekonomiczna gospodarstwa.

Za główne sposoby zmniejszania nakładów materiałowych można uznać:

- uproszczenie produkcji pasz, np. uprawa wieloletnich roślin motylkowatych lub wieloletnich motylkowatych z trawami zamiast roślin jednorocznych (uprawa mieszanek strączkowo-zbożowych na paszę);
- zastępowanie droższych środków produkcji tańszymi (środki ochrony roślin, nawozy mineralne), co wymaga jednak dostępu do informacji, kontaktów z rynkiem i służbami doradczymi, a zarazem powoduje dodatkowe straty czasu rolnika;
- poprawę jakości prac uprawowych i pielęgnacyjnych (m.in. zwrócenie uwagi na pielęgnację mechaniczną).

Możliwości obniżenia kosztów produkcji pasz trzeba szukać w doskonaleniu elementów agrotechniki roślin pastewnych. Zbiór niektórych roślin pastewnych (np. łubin, bobik na nasiona) bez strat z zachowaniem wysokiej jakości plonu wymaga dużej umiejętności i staranności, a często także stosowania desykacji i dosuszania (kukurydza), co wiąże się z wyższymi kosztami bezpośrednimi, ale gwarantuje lepszą jakość paszy. Można również zmniejszyć straty wybierając odpowiednie rozwiązania w zakresie technologii zbioru roślin. Z uwagi na sezonowość produkcji pasz zachodzi potrzeba ich konserwacji. Rozwiązaniem nabierającym coraz większego znaczenia i korzystnym ekonomicznie jest konserwowanie pasz w postaci kiszonek z podsuszonych roślin. Dotyczy to głównie traw i mieszanek roślin motylkowatych z trawami.

Problemem istotnym z punktu widzenia sprawności funkcjonowania gospodarstwa są możliwości łagodzenia szczytów zapotrzebowania na pracę ludzką i mechaniczną. Zbierane w kilku terminach (zróżnicowanie terminu zbioru poszczególnych pokosów) wieloletnich roślin motylkowatych w znacznym stopniu ułatwia organizację prac w gospodarstwie.

Jak wykazały badania prowadzone w RZD IUNG (1) ze względu na transportochłonność produkcji (wyrażoną w $t \cdot ha^{-1}$ gruntów ornych) rośliny uprawne można uszeregować następująco: burak cukrowy ($110 t \cdot ha^{-1}$) > ziemniak > rośliny pastewne > rośliny oleiste > zbożowe > rośliny strączkowe na nasiona ($5 t \cdot ha^{-1}$). Element ten również wpływa na koszty i w miarę możliwości powinien być respektowany przy planowaniu produkcji roślinnej. Przez odpowiednią lokalizację zasiewów roślin pastewnych (w pobliżu siedziby gospodarstwa) można również obniżyć koszty produkcji pasz.

Na problem obniżania kosztów produkcji warto też spojrzeć z punktu widzenia walorów płodozmianowych roślin pastewnych, często niedocenianych. Szczególnie ważny wydaje się ten aspekt na tle przyrodniczych i ekonomicznych uwarunkowań polskiego rolnictwa. Za najważniejsze z nich uznać należy duży udział gleb bardzo

słabych i słabych (ponad 30%), wzrost udziału zbóż w strukturze zasiewów (a więc ich uprawę po gorszych przedplonach), trudną sytuację ekonomiczną wielu gospodarstw i degradację potencjału rolniczej przestrzeni produkcyjnej związaną z obniżeniem poziomu nawożenia mineralnego. Produkcja pasz jest tylko elementem złożonego systemu jakim jest gospodarstwo rolnicze.

Wartość gospodarcza roślin pastewnych

Rośliny pastewne jako surowiec paszowy powinny posiadać określone parametry jakościowe związane z kierunkiem wykorzystania i charakteryzować się niskimi kosztami produkcji w przeliczeniu na jednostkę plonu (zielonej masy, suchej masy, białka itp.); (tab. 3). Jednak z uwagi na związki z produkcją zwierzęcą i organizacją gospodarstwa ocena ekonomiczna uprawy roślin pastewnych nie może być ograniczona wyłącznie do kategorii ekonomicznych (nadwyżka bezpośrednia, koszty), stosowanych w odniesieniu do roślin towarowych.

Konieczność uwzględnienia aspektów organizacyjnych, agrotechnicznych i ekologicznych wskazuje, że ocena roślin pastewnych powinna być oparta na szeregu kryteriów cząstkowych, decydujących o wartości gospodarczej tej grupy roślin. Jako kryteria wartości gospodarczej roślin pastewnych, uwzględniające aspekty ekonomiczne, organizacyjne i ekologiczne, należy rozpatrywać:

- plonowanie (ilość i jakość plonu);
- nakłady robocizny i siły pociągowej na 1 ha;
- bezpośrednie koszty produkcji i ich strukturę;
- wymagania glebowe i klimatyczne (rejonizacja) oraz przedplonowe;
- znaczenie w zmianowaniu (rola jako przedplonu);
- jakość pasz (koncentracja energii, zawartość białka i innych składników);
- walory ekonomiczne paszy (dyspozycyjność w stosowaniu);
- wymagania technologiczne (wyposażenie w sprzęt specjalistyczny);
- zmienność i ryzyko plonowania.

Tabela 3

Koszty bezpośrednie produkcji zielonek i okopowych pastewnych

Wyszczególnienie	Plon (t · ha ⁻¹)	Koszty bezpośrednie (zł · ha ⁻¹)	Koszt bezpośredni (zł)		
			1 dt	1 kg białka	1 MJ (NEL)
Zielonka z traw (3 pokosy)	40,0	1100	2,75	0,85	0,023
Lucerna z trawami (3 pokosy)	35,0	1120	3,20	0,78	0,024
Koniczyna czerwona (3 pokosy)	35,0	800	2,28	0,66	0,021
Owies	16,8	1500	7,14	2,08	0,029
Kukurydza (>55% kolb)	45,0	1790	3,98	1,36	0,014
Burak pastewny	60,0	1790	2,98	2,79	0,033

Źródło: Ziętara W., 2005 (8).

W każdym gospodarstwie (rejonie) występują także czynniki ograniczające możliwości potaniania produkcji pasz. Najważniejszymi z nich są:

- warunki przyrodnicze i ekonomiczno-organizacyjne (czynniki limitujące);
- aktualne wyposażenie techniczne gospodarstw (wprowadzenie nowego sprzętu jest zabiegiem kapitałochłonnym);
- konieczność zapewniania stałego dopływu paszy dla inwentarza (zielona tasma);
- zmienność i ryzyko plonowania niektórych roślin.

Biorąc pod uwagę ważniejsze aspekty organizacyjne i ekonomiczne produkcji pasz za niezbędne kierunki modernizacji gospodarki paszowej należy uznać:

- ograniczenie wahań plonów roślin użytkowanych na paszę;
- racjonalizację produkcji pasz na trwałych użytkach zielonych;
- zwiększenie udziału pasz wzbogacających dawki pokarmowe pod względem białkowym (m.in. uprawa mieszanek zbożowo-strączkowych);
- przywrócenie odpowiedniego znaczenia wieloletnim roślinom motylkowatym w siewie czystym i mieszankach z trawami;
- ograniczenie strat składników pokarmowych poprzez doskonalenie metod zbioru, konserwacji i przechowywania pasz;
- wzrost plonów roślin użytkowanych na paszę w wyniku postępu hodowlanego, rejonizacji i doskonalenia technologii produkcji;
- poszukiwanie sposobów obniżenia kosztów produkcji roślin pastewnych.

Należy podkreślić, że pasze są surowcem dla produkcji zwierzęcej. Ich ocena ekonomiczna nie powinna się zatem ograniczać do kosztów i efektywności ich pozyskiwania *loco* pole. Z drugiej jednak strony ocena ekonomiczna przetwarzania pasz na produkty zwierzęce jest trudna, chociaż powinna być przesłanką rozważań o organizacyjnych i ekonomicznych aspektach produkcji pasz. Wskazują na to m.in. następujące wypowiedzi: „Dokładną ocenę wartości paszy można uzyskać badając reakcję organizmu na jej skarmianie, wyrażoną ilością uzyskanego w końcowym efekcie produktu zwierzęcego” (A. Jelinowska); „Najlepszą miarą wartości paszowej roślin jest wydajność procesów chowu zwierząt gospodarskich – ilość uzyskanego produktu zwierzęcego” (A. Leopold).

Jest to duże wyzwanie dla nauki, a jednocześnie zachęta do podejmowania badań interdyscyplinarnych.

Wnioski

W opracowaniu wskazano tylko na wybrane aspekty produkcji pasz. Przedstawione rozważania uprawniają do następujących wniosków:

1. Ocena kosztów polowej produkcji pasz ma charakter etapowy i dotyczy tylko jednego z ogniw procesu technologii produkcji zwierzęcej.
2. Możliwości obniżania kosztów produkcji pasz należy poszukiwać na tle złożonego systemu jakim jest gospodarstwo rolnicze.

3. Główne sposoby obniżania kosztów produkcji roślin pastewnych, to: dostosowanie do warunków gospodarowania – rejonizacja ich uprawy, wybór technologii o odpowiednim do możliwości gospodarowania poziomie intensywności oraz stałe doskonalenie poszczególnych elementów technologii produkcji.
4. Potaniecie produkcji pasz jest ważną drogą poprawy opłacalności produkcji zwierzęcej i dochodowości gospodarstw, ale wymaga wysokiego poziomu wiedzy fachowej i podejmowania kompleksowych badań interdyscyplinarnych.

Literatura

1. Bis K., Harasim A., Nieścior E.: Transportochłonność produkcji roślinnej na gruntach ornych. IUNG Puławy, 1991, **R 286**.
2. Borowiecki J.: Uprawa roślin motylkowatych z trawami dobrą praktyką rolniczą. *Wiś Jutra*, 2003, **4**: 60-62.
3. Krasowicz S., Kopiński J.: Wpływ warunków przyrodniczych i organizacyjno-ekonomicznych na regionalne zróżnicowanie rolnictwa w Polsce. W: Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce. Raporty PIB, 2006, **3**: 81-99.
4. Krzywicki S.: Pasze z łąk i pastwisk w żywieniu krów mlecznych. *Wiś Jutra*, 2003, **4**: 32-34.
5. Kuś J., Faber A., Madej A.: Przewidywane kierunki zmian w produkcji roślinnej w ujęciu regionalnym. W: Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce. Raporty PIB, 2006, **3**: 195-210.
6. Praca zbiorowa. Analiza produkcyjno-ekonomicznej sytuacji rolnictwa i gospodarki żywnościowej w 2005 r. IERiGŻ - PIB, Warszawa, 2006.
7. Skarżyńska A. i in.: Produkcja, koszty i dochody wybranych produktów rolniczych w latach 2001–2003. IERiGŻ Warszawa, 2004.
8. Ziętara W.: Perspektywy produkcji pasz gospodarskich. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wyd. *Wiś Jutra*, Warszawa, 2005, 78-87.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Stanisław Krasowicz
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 081 886 49 60
e-mail: sk@iung.pulawy.pl

WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

W serii wydawniczej „**STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB**” publikowane są recenzowane prace z zakresu agronomii i kształtowania środowiska rolniczego, wykonane w ramach zadań programu wieloletniego pn. „Kształtowanie środowiska rolniczego Polski oraz zrównoważony rozwój produkcji rolniczej”. W zeszytach problemowych wydawanych w ramach tej serii mogą być zamieszczane również prace autorów spoza IUNG - PIB, które merytorycznie mieszczą się w tematyce zadań programu wieloletniego. **Publikowane są prace problemowe, głównie mające charakter przeglądowy, z podkreśleniem znaczenia omawianych zagadnień dla rolnictwa polskiego.**

Wydruk tekstu do recenzji:

czcionka 12 p., z odstępem 1,5-wierszowym.

Przygotowanie do druku:

- tekst i tabele w programie Word, wersja 6.0 lub wyższa
- czcionka – Times New Roman
- układ pracy: wstęp, wyniki i dyskusja bądź omówienie wyników, podsumowanie, literatura

tekst

- czcionka – 11 p. (spis pozycji literatury – 9 p.)
- wcięcie akapitowe – 0,5 cm

tabele

- podział na wiersze i kolumny (z funkcji tworzenia tabel)
- szerokość dokładnie 13 cm (tabele w pionie) lub 19 cm (tabele w poziomie)
- czcionka 9 p., pojedyncze odstępy międzywierszowe
- umieszczone w oddzielnych plikach
- pod tabelą przypis ze wskazaniem źródła danych (autorstwa)

rysunki

- czarno-białe
- wykresy w programie Word lub Excel
- wymiary w zakresie 12,5 cm × 18,5 cm
- dołączony wydruk w odpowiednich wymiarach, bardzo dobrej jakości, na białym papierze lub na folii
- w podpisach czcionka 9 p.
- na dyskietce w oddzielnych plikach
- pod rysunkiem przypis ze wskazaniem źródła danych (autorstwa)

jednostki miary

- system SI
- jednostki zapisywać potęgowo (np. t · ha⁻¹)

literatura

- spis literatury na końcu pracy w układzie alfabetycznym wg nazwisk autorów, w kolejności: nazwisko (pismo rozstrzelone), pierwsza litera imienia, tytuł pracy, miejsce publikacji: tytuł wydawnictwa (wg ogólnie przyjętych skrótów tytułów czasopism), rok, numer (pismo pogrubione), strony
- cytowanie w tekście – jako numer pozycji ze spisu literatury (w nawiasach okrągłych) lub dodatkowo z nazwiskiem autora (pismo rozstrzelone).

Pracę do recenzji należy składać w 2 egzemplarzach. Po recenzji oryginalny egzemplarz recenzowany i ostateczną wersję pracy, uwzględniającą uwagi recenzenta i redaktora, składać do Redakcji w 1 egzemplarzu i na dyskietce lub przesłać e-mailem na adres:

Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
e-mail: imarcinkowska@iung.pulawy.pl

W serii wydawniczej „**RAPORTY PIB**”, a od 2007 r. „**STUDIA I RAPORTY IUNG - PIB**” ukazały się następujące pozycje:

1. *Wybrane aspekty agrochemicznych badań gleby*. Puławy, 2006.
2. *Zasady wprowadzania nawozów do obrotu*. Puławy, 2006.
3. *Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce*. Puławy, 2006.
4. *Monitoring skutków środowiskowych planu rozwoju obszarów wiejskich*. Puławy, 2007.
5. *Sprawdzenie przydatności wskaźników do oceny zrównoważonego gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach i województwach*. Puławy, 2007.
6. *Możliwości rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce*. Puławy, 2007.
7. *Współczesne uwarunkowania organizacji produkcji w gospodarstwach rolniczych*. Puławy, 2007.
8. *Efektywne i bezpieczne metody regulacji zachwaszczenia, nawożenia i uprawy roli*. Puławy, 2007.

Publikacja dostępna na stronie <http://iung.pulawy.pl/> pod hasłem Wydawnictwa.

