

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA
I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY



STUDIA
I
RAPORTY
IUNG-PIB

41(15)

PROGRAM WIELOLETNI

2011-2015

PULAWY 2014

TECHNOLOGIE PRODUKCJI
ZBÓŻ I ROŚLIN PASTEWNYCH
WARUNKUJĄCE WYSOKI PLON
I DOBRĄ JAKOŚĆ

WSPIERANIE DZIAŁAŃ
W ZAKRESIE KSZTAŁTOWANIA
ŚRODOWISKA ROLNICZEGO
I ZRÓWNOWAŻONEGO
ROZWOJU PRODUKCJI ROLNICZEJ
W POLSCE

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Dyrektor: *prof. dr hab. Wiesław Oleszek*

Redakcja naukowa: *dr hab. Jerzy Grabiński, prof. nadzw.,
prof. dr hab. Janusz Podleśny*

Autorzy:

*dr Jolanta Bojarszczuk, mgr Anna Fariaszewska, dr Eliza Gawęł,
dr hab. Jerzy Grabiński, prof. nadzw., prof. dr hab. Jerzy Księżak,
dr Danuta Leszczyńska, prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik,
dr hab. Anna Podleśna, prof. dr hab. Janusz Podleśny,
prof. dr hab. Grażyna Podolska, dr hab. Mariola Staniak,
dr hab. Alicja Sulek, mgr Marta Wypińska*

Recenzenci:

*dr hab. Jerzy Grabiński, prof. nadzw., prof. dr hab. Stanisław Krasowicz,
prof. dr hab. Jerzy Księżak, prof. dr hab. Bogdan Kulig,
dr hab. Marek Liszewski, prof. nadzw., prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik,
prof. dr hab. Janusz Podleśny, prof. dr hab. Grażyna Podolska*

Opracowanie redakcyjne i techniczne: *mgr Katarzyna Mikulska*

ISBN 978-83-7562-178-5

Egzemplarz bezpłatny

Nakład 300 egz., B5

Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG-PIB w Puławach
tel. (81) 8863421 w. 301 i 307; fax (81) 8864547
e-mail: iung@pulawy.pl; <http://www.iung.pulawy.pl>

TECHNOLOGIE PRODUKCJI ZBÓŻ I ROŚLIN PASTEWNYCH
WARUNKUJĄCE WYSOKI PŁON I DOBRĄ JAKOŚĆ

SPIS TREŚCI

Wstęp	7
1. J. P o d l e ś n y, A. P o d l e ś n a – Główne problemy związane z technologią produkcji nasion roślin strączkowych.....	9
2. K. N o w o r o l n i k – Agrotechnika w kształtowaniu plonu i jakości ziarna jęczmienia jarego na cele pastewne i spożywcze	21
3. E. G a w e ł – Wybrane zagadnienia technologii uprawy roślin bobowatych drobnonasiennych	39
4. D. L e s z c z y Ń s k a – Wybrane elementy technologii uprawy jęczmienia ozimego	57
5. J. G r a b i ń s k i, M. W y z i ń s k a – Jesienne siewy pszenicy jarej w Polsce.....	71
6. J. B o j a r s z c z u k, J. K s i ę ż a k – Opłacalność uprawy mieszanek łąbinu żółtego ze zbożami.....	85
7. G. P o d o l s k a – Czynniki siedliskowe i agrotechniczne wpływające na wartość technologiczną pszenicy ozimej.....	99
8. A. S u ł e k – Wybrane elementy technologii pszenicy jarej uprawianej na cele młynarskie i piekarnicze	117
9. K. N o w o r o l n i k – Plonowanie i jakość ziarna jęczmienia jarego browarnego w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych.....	129
10. J. G r a b i ń s k i – Warunki glebowe i agrotechnika w kształtowaniu wysokości i jakości plonów żyta ozimego	147
11. K. N o w o r o l n i k, A. S u ł e k – Agrotechnika owsa na cele paszowe i spożywcze	167
12. J. K s i ę ż a k – Wartość pokarmowa mieszanek roślin strączkowych ze zbożami.....	181
13. M. S t a n i a k, A. F a r i a s z e w s k a – Produktywność traw pastewnych w warunkach suszy	195

Wstęp

Zwiększenie plonów roślin uprawnych osiąga się najczęściej poprzez właściwe, w danych warunkach, stosowanie zasad technologii produkcji roślinnej. Dlatego bardzo ważnym i ciągle aktualnym zagadnieniem jest doskonalenie poszczególnych elementów technologii w oparciu o racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Szczególne znaczenie mają technologie integrowane wykazujące dużą efektywność gospodarowania poprzez wykorzystanie zarówno tradycyjnych, jak i nowoczesnych metod produkcji realizowanych z troską o środowisko przyrodnicze. Ich podstawą są prawidłowo dobrane elementy związane z poprawnym płodozmianem, racjonalnym nawożeniem opartym na rzeczywistych potrzebach roślin oraz ograniczonej, do niezbędnego minimum, ochronie chemicznej. Ze względu na duży postęp techniczny i biologiczny technologie te podlegają procesowi ciągłego doskonalenia, co wymaga dużej wiedzy dotyczącej podejmowania decyzji odnośnie optymalizacji zabiegów agrotechnicznych wykonywanych w procesie produkcji rolniczej.

Wymagania różnych gałęzi przemysłu spożywczego i paszowego w stosunku do jakości produktów rolnych są obecnie bardzo duże. Spełnienie ich przez producenta jest nierzadko bardzo trudne i wiąże się z potrzebą ogromnej wiedzy oraz znajomości czynników agrotechnicznych i siedliskowych. Znaczny problem stanowi także zmienność warunków pogodowych mająca duży wpływ na jakość ziemiopłodów. Dodatkową trudność w kształtowaniu jakości produktów rolnych sprawia fakt, że stosowane technologie produkcji nie mogą naruszać istniejącego stanu równowagi środowiskowej.

W niniejszym zeszycie podjęta została problematyka doskonalenia elementów technologii produkcji roślinnej ze szczególnym uwzględnieniem problemu jakości w odniesieniu do ziarna zbóż, nasion roślin strączkowych oraz pasz objętościowych. Całość przedstawionej tematyki związana jest z zakresem dwu zadań programu wieloletniego IUNG-PIB:

zadanie 3.3 – Ocena efektywności stosowania różnych elementów technologii w integrowanej produkcji podstawowych ziemiopłodów,

zadanie 3.4 – Analiza i ocena możliwości kształtowania jakości surowców roślinnych z uwzględnieniem różnych kierunków użytkowania i uwarunkowań regionalnych.

Kierownik zadania 3.3

prof. dr hab. Janusz Podleśny

Kierownik zadania 3.4

dr hab. Jerzy Grabiński, prof. nadzw.

Janusz Podleśny, Anna Podleśna

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

GŁÓWNE PROBLEMY ZWIĄZANE Z TECHNOLOGIĄ PRODUKCJI NASION ROŚLIN STRĄCZKOWYCH*

Słowa kluczowe: rośliny strączkowe, technologia produkcji, areal uprawy, plonowanie, problemy agrotechniczne

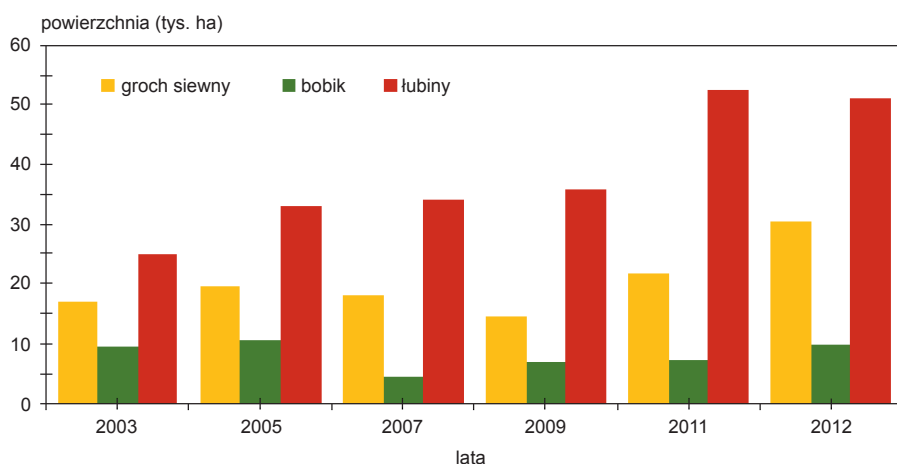
Wprowadzenie

Pomimo licznych walorów przyrodniczo-ekologicznych wynikających z uprawy roślin strączkowych ich udział w strukturze zasiewów jest ciągle mały, kształtujący się w granicach 1–1,5% (10). Jedną z bardzo ważnych cech tej grupy roślin jest zdolność do wiązania azotu atmosferycznego, co ma znaczenie zarówno ekonomiczne, jak i ekologiczne. Rośliny strączkowe nie wymagają na ogół nawożenia azotem, a dodatkowo po ich uprawie pozostaje znaczna ilość N dla rośliny następnej (33). Rośliny te charakteryzuje dodatni bilans reprodukcji materii organicznej, dlatego stanowią bardzo dobry przedplon dla wielu roślin uprawnych, zwłaszcza zbóż (13). Rosnące znaczenie roślin strączkowych wynika również z konieczności poszukiwania gatunków roślin, które oprócz coraz częściej stosowanego rzepaku przerywałyby częste następstwo zbóż po sobie. Stosowanie dwupolówki rzepak–pszenica ozima ogranicza wprawdzie duży udział zbóż w strukturze zasiewów, ale prowadzi do bardzo dużego namnażania chorób rzepaku (11). Nasiona roślin strączkowych są ważnym surowcem wysokobiałkowym w produkcji pasz treściwych. Ze względu na bardzo korzystny skład chemiczny, uwarunkowany dużą zawartością białka bogatego w lizynę, dobrze komponują się z ziarnem zbóż, które zawiera mało tego aminokwasu (14, 25, 26, 27, 29). Niestety ze względu na małe zbiory nasion ich znaczenie jako surowca do produkcji pasz jest bardzo małe i wynosi zaledwie kilka procent w skali kraju (4, 28). W strukturze zasiewów roślin strączkowych dominują łubiny wąskolistny i żółty oraz groch siewny, natomiast udział pozostałych gatunków jest bardzo mały.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny wzrost powierzchni łubinów i grochu siewnego oraz zmniejszenie areалу bobiku (rys. 1). Uprawa roślin strączkowych w Polsce jest zróżnicowana regionalnie (10). Największą powierzchnią uprawy roślin strączkowych pastewnych na nasiona w latach 2007–2011 wyróżniały się województwa: mazowieckie, lubelskie i wielkopolskie, a najmniejszą województwa: dolnośląskie, śląskie i opolskie.

Natomiast największy udział w strukturze zasiewów występował w województwach: warmińsko-mazurskim (1,5%), podlaskim (1,2%), pomorskim (1,4%) i świętokrzyskim (1,4%), a najmniejszy w województwach dolnośląskim (0,3%) i śląskim (0,3%).



Rys. 1. Powierzchnia zasiewów grochu, bobiku i łubinów uprawianych na nasiona

Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS, 2004–2013 (32), COBORU, 2004–2013 (18)

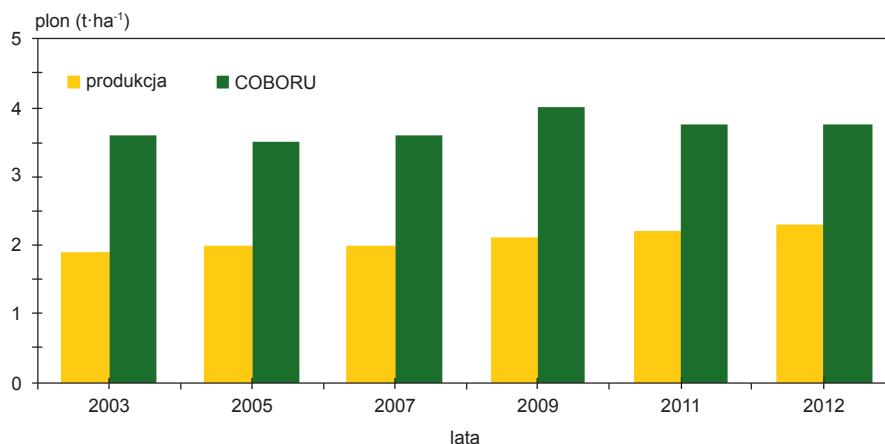
Plon nasion

Plony roślin strączkowych w Polsce w ostatnim dziesięcioleciu wahały się od 1,8 do 2,7 t·ha⁻¹. Spośród roślin strączkowych uprawianych na nasiona najlepiej plonuje bobik, znacznie mniejsze plony nasion wydają zaś pastewne odmiany grochu i łubiny, a najniższe wyka siewna.

Stosunkowo niskie i zmienne w latach plony nasion (2) są jedną z ważnych przyczyn ciągle małego zainteresowania uprawą roślin strączkowych. Głównym powodem małej wierności plonowania jest przede wszystkim duża ich wrażliwość na przebieg warunków pogodowych (31), zwłaszcza niedobór opadów w okresie kwitnienia (24), co występuje najczęściej w pierwszej połowie czerwca. Na przykład plon nasion roślin strączkowych w roku 2009, w którym warunki pogodowe sprzyjały uprawie roślin strączkowych wynosił 2,3 t·ha⁻¹ i był wyższy o 28% niż w roku 2007 uznawanym za niekorzystny do ich uprawy.

Wykorzystanie postępu biologicznego

Niskie plony nasion są także konsekwencją słabego wykorzystania postępu biologicznego (rys. 2) oraz błędów w agrotechnice popełnianych przez rolników. O małym wykorzystaniu potencjału plonotwórczego roślin strączkowych świadczy porównanie plonu nasion uzyskiwanego w doświadczeniach COBORU z plonem uzyskiwanym w warunkach produkcyjnych. Z analizy tych danych wynika, że w produkcji uzyskuje się plony prawie o 50% niższe niż w warunkach doświadczalnych, w których przestrzega się zasad poprawnej agrotechniki. Ponadto, ze względu na brak środków na hodowlę nowych odmian, obserwuje się niezbyt duży postęp w zakresie plonowania nowych odmian wpisanych na Listę Odmian Roślin Rolniczych.



Rys. 2. Plon nasion roślin strączkowych w doświadczeniach COBORU i produkcji

Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS, 2004–2013 (32) i COBORU, 2004–2013 (18)

Potwierdzają to dane COBORU, z których wynika, że w 2011 r. plon nasion grochu siewnego odmian ogólnoużytkowych wpisanych do Krajowego Rejestru po roku 2000 był tylko o 4,9% większy niż wpisanych do roku 2000. Dla łubinu wąskolistnego i żółtego oraz bobiku wartość tych wskaźników wynosiła odpowiednio: 9,1; 2,6 i 2,5%.

Przedplon i wymagania glebowe

Poszczególne gatunki roślin strączkowych mają podobne wymagania dotyczące przedplonu. Najodpowiedniejszym miejscem w zmianowaniu są dla nich pola po zbożach. Przerwa w ich uprawie na danym polu powinna wynosić 4–5 lat. Uprawa roli pod wszystkie gatunki roślin strączkowych jest podobna i zależy przede wszystkim od przedplonu. Po wczesnych przedplonach na polach niezachwaszczonych wskazana jest uprawa poplonu z roślin krzyżowych bądź facelii z przeznaczeniem na paszę lub

na przyoranie. Konieczne jest też wykonanie orki zimowej w celu przykrycia resztek roślin, aby nie utrudniały siewu nasion i zbioru roślin. W technologii produkcji nasion roślin strączkowych można również stosować uproszczoną uprawę roli (3). Ze względu na duży udział zbóż w strukturze zasiewów nie ma większego problemu z wyborem stanowiska do uprawy roślin strączkowych. Również mały areal uprawy tej grupy roślin nie stwarza konieczności zbyt częstej ich uprawy po sobie. Większe problemy związane z tym elementem technologii dotyczą dużych wymagań jakości i odczynu gleb. Niektóre gatunki roślin strączkowych (bobik i łubin biały) wymagają bardzo dobrych gleb, których w Polsce mamy niewiele. Ponadto większość rodzimych gatunków roślin strączkowych (poza łubinem żółtym) wymaga odczynu gleby zbliżonego do obojętnego. Zbyt wysokie pH gleby zmniejsza pobieranie składników pokarmowych, a przede wszystkim ogranicza intensywność wiązania azotu atmosferycznego (35). Dlatego gleby kwaśne, których w Polsce jest ponad 50% powinny być wapnowane. Niestety zużycie nawozów wapniowych w naszym kraju jest niewielkie (około 34 kg·ha⁻¹ UR – w przeliczeniu na czysty składnik) i w porównaniu do sezonu wegetacyjnego 2005/2006 zmniejszyło się o około 40%.

Nawożenie

W uprawie roślin strączkowych stosuje się głównie nawożenie fosforem i potasem. Wielkość zalecanych dawek nawozów zależy od zawartości tych składników w glebie oraz kompleksu rolniczej przydatności gleb. Dokładnego ustalenia dawek nawożenia dokonuje się w oparciu o zalecenia nawozowe dotyczące poszczególnych gatunków roślin uprawnych, których podstawą są analizy chemiczne gleby. Niestety w wielu gospodarstwach uprawiających zarówno rośliny strączkowe, jak i inne gatunki roślin jest to niemożliwe, bowiem nie wykonuje się analiz chemicznych gleby lub wykonuje się je bardzo rzadko (12). Dzięki symbiozie z bakteriami brodawkowymi, wiążącymi wolny azot z powietrza, rośliny strączkowe wymagają niewielkich dawek bądź nie wymagają w ogóle nawożenia azotem. Problem nawożenia roślin strączkowych azotem nie został dotychczas jednoznacznie rozwiązany. Jednak rezultaty uzyskane w wielu badaniach naukowych wskazują na brak reakcji lub niekiedy nawet niekorzystne działanie azotu mineralnego na ich plonowanie (1, 15). Szkodliwy wpływ N dotyczy głównie zakłócenia i ograniczenia „brodawkowania” roślin, z czym wiąże się zmniejszenie intensywności wiązania azotu atmosferycznego i w konsekwencji niedobór tego składnika w późniejszym etapie wzrostu i rozwoju roślin (7, 36).

Siew

Siew jest jednym z ważniejszych elementów technologii produkcji nasion roślin strączkowych. Problemy wynikają z różnorodnego kształtu nasion (często utrudniającego równomierne ich podawanie do przewodów nasiennych siewnika) oraz wielkości (zbyt duża wielkość powoduje zapychanie przewodów nasiennych, a niekiedy

także ich uszkodzenie w aparatach wysiewających). Dlatego do siewu nasion roślin strączkowych stosuje się siewniki wyposażone w aparaty wysiewające przeznaczone do wysiewu nasion grubych lub bardzo rzadko – precyzyjne siewniki punktowe (22). Poszczególne gatunki roślin strączkowych wymagają bardzo różnej głębokości siewu (tab. 1), co wynika z różnego sposobu kiełkowania (epigeiczny – liścienie wyciągane są na powierzchnię gleby lub hipogeiczny – liścienie pozostają w glebie). Szczególnie trudno uzyskać głęboki wysiew ze względu na ograniczenia konstrukcyjne siewników zbożowych stosowanych najczęściej do siewu roślin strączkowych. Na przykład nasiona bobiku dla prawidłowego rozwoju korzenia muszą być umieszczone na głębokości ponad 10 cm, co wymaga głębokiego spulchnienia gleby przed siewem oraz stosowania specjalnych redlic, bądź dużego ich dociążania. Natomiast łubiny nie znoszą głębokiego siewu, dlatego glebę przed ich siewem należy spulchnić płytko.

Tabela 1

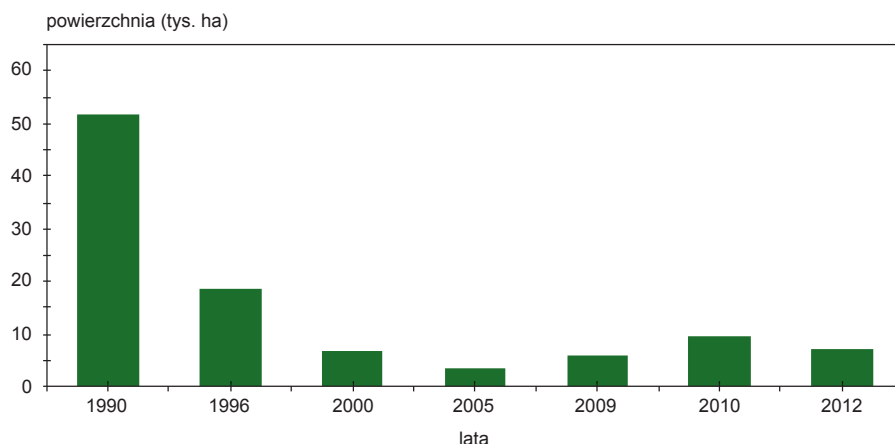
Parametry siewu nasion roślin strączkowych

Gatunek	Typ morfologiczny	Gęstość siewu (szt./m ²)	Głębokość siewu (cm)	Rozstawa rzędów (cm)
Bobik	tradycyjny	40–50	10–12	20–30
	samokończący	50–60	10–12	20–30
Groch siewny	tradycyjny	80–100	5–6	15–20
	wąskolistny	80–100	5–6	15–20
Łubiny:				
	wąskolistny	tradycyjny	90–100	20–30
		samokończący	100–120	15–20
	żółty	tradycyjny	90–100	20–30
		samokończący	100–120	15–20
	biały	tradycyjny	60–80	20–30
		samokończący	60–80	15–20

Źródło: opracowanie własne

W technologii produkcji nasion roślin strączkowych w niewielkim stopniu stosuje się kwalifikowany materiał siewny. Bardzo często rolnicy uprawiają stare odmiany, słabo plonujące, których nie ma już od dawna na Liście Odmian Roślin Rolniczych. Wysiewają też własny, stosowany od wielu lat materiał siewny lub zaopatrują się w nasiona u innych rolników posiadających także stare odmiany roślin strączkowych. Jest to spowodowane w dużej mierze ograniczeniami ilościowymi i znacznym kosztem kwalifikowanego materiału siewnego. Powierzchnia plantacji nasiennych tej grupy roślin w 2010 r. wynosiła 9,5 tys. ha i zmniejszyła się w stosunku do roku 1990 ponad 5-krotnie (rys. 3). Rośliny strączkowe wymagają wczesnego terminu siewu, bowiem w okresie wczesnej wiosny występują niskie temperatury, w których zachodzi naturalny proces jarowizacji, a duży zapas wilgoci w glebie stwarza dobre warunki do kiełkowania i wschodów roślin. Opóźnienie siewu wpływa na zmiany w morfo-

logicznym wyglądzie roślin. Są one na ogół wyższe, wytwarzają więcej masy wegetatywnej, przedłużają kwitnienie i zawiązują mniej strąków (8). Niekiedy warunki pogodowe nie pozwalają na wczesny wysiew nasion, ale bardzo często opóźnienie terminu siewu wynika z zaniedbań rolnika. Nieco później można wysiewać jedynie termoneutralne odmiany łubinów, w mniejszym stopniu wrażliwe na termin siewu (23). Jednak wiedza rolników o istnieniu takich odmian jest niewielka.



Rys. 3. Powierzchnia plantacji nasiennych roślin strączkowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie COBORU, 2000–2013 (18)

Duże znaczenie w uprawie roślin strączkowych ma ustalenie odpowiedniego zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni. Przy zbyt dużej obsadzie roślin może wystąpić ich wyleganie, a zbyt rzadki zasiew stwarza warunki do dużego zachwaszczenia i silnego rozgałęziania się roślin. Poszczególne gatunki i typy (tradycyjne i samookończące) roślin strączkowych wymagają innych gęstości siewu (16). Z powodu dużej zmienności masy 1000 nasion między odmianami i poszczególnymi gatunkami roślin strączkowych konieczne jest uwzględnianie tego parametru podczas ustalania normy wysiewu. Jednak w praktyce rolniczej najczęściej używane jest pojęcie normy wysiewu (w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), a mniejszą uwagę przywiązuje się do optymalnej liczby nasion na jednostce powierzchni. Stanowi to jednak duży problem, ponieważ wysiewa się za dużo lub za mało nasion, co ma konsekwencje ekonomiczne i plonotwórcze. Na przykład norma wysiewu dla ogólnoużytkowych i jadalnych odmian grochu siewnego w zależności od odmiany może wahać się w granicach od 220 do 290 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a dla odmian pastewnych od 170 do 230 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Zachwaszczenie

Rośliny strączkowe wschodzą najczęściej po 2–3 tygodniach od siewu i w początkowym okresie rosną powoli, co stwarza dobre warunki do rozwoju chwastów. Dodatkowym utrudnieniem w zwalczaniu zachwaszczenia zasiewów z łubinami jest

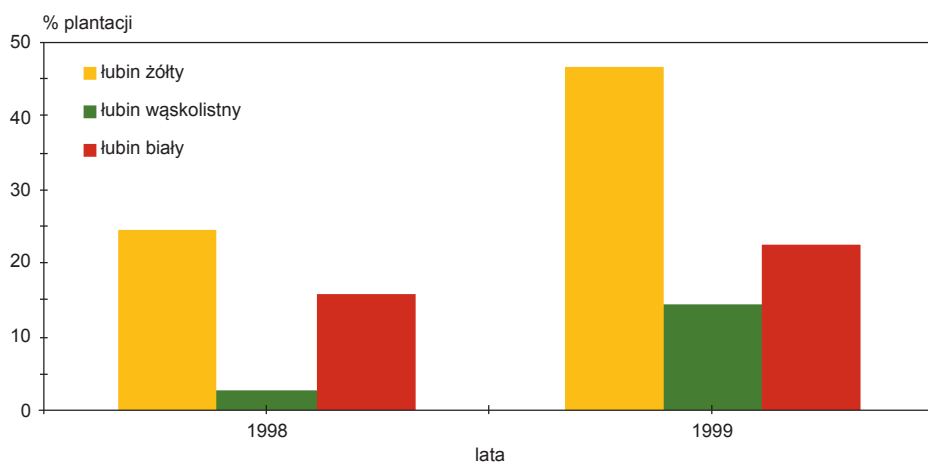
plytkie umieszczenie nasion, co ogranicza możliwość swobodnego prowadzenia zarówno mechanicznej, jak i chemicznej walki z chwastami. Podstawowym zabiegiem niszczenia chwastów jest bronowanie zasiewów. Zabieg ten wpływa korzystnie na przewietrzanie gleby oraz stwarza dobre warunki do wytwarzania brodawek korzeniowych. Jednak po wschodach roślin należy bronować bardzo ostrożnie, gdy powierzchnia gleby jest dostatecznie sucha, a rośliny mają mniejszy turgor. Pielęgnacja mechaniczna zalecana w uprawie tej grupy roślin jest najczęściej niewystarczająca i należy stosować również chemiczne zwalczanie chwastów, stosując preparaty chemiczne. Przewidując stosowanie herbicydów w uprawie łubinów, należy przestrzegać umieszczenia nasion na głębokości nie mniejszej niż 3 cm. W przeciwnym razie może wystąpić uszkodzenie młodych siewek łubinu. Mechaniczno-chemiczna walka z chwastami jest najbardziej skuteczną metodą ograniczenia zachwaszczenia zasiewów. Metoda ta nabiera również coraz większego znaczenia w związku z propagowaniem rolnictwa integrowanego, w którym stosowanie umiarkowanych ilości środków chemicznych ma szczególne znaczenie. Dużym problemem w uprawie roślin strączkowych jest brak herbicydów, które mogłyby być stosowane po wschodach roślin (38). Tymczasem skuteczność herbicydów stosowanych po siewie jest często mało skuteczna w związku z niekorzystnym przebiegiem pogody (niedobór opadów). Bardzo często w uprawie roślin strączkowych występuje problem zachwaszczenia wtórnego, nasilającego się w późniejszych fazach wzrostu i rozwoju roślin. Brak herbicydów powschodowych może stanowić duży problem w sytuacji uprawy roślin strączkowych w stanowiskach zbyt zachwaszczonych lub w systemie uproszczonej uprawy roli.

Uszkodzenia roślin powodowane przez patogeny chorobotwórcze i szkodniki

Rośliny strączkowe mogą być porażane przez patogeny chorobotwórcze. Nasielenie występowania chorób zależy przede wszystkim od przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji oraz jakości materiału siewnego. Rozwojowi i rozprzestrzenianiu się tych chorób sprzyja wysoka temperatura i duża wilgotność powietrza. Najgroźniejszą chorobą grochu siewego i bobiku jest askochytoza. Uwidacznia się najczęściej w postaci brunatnych, okrągłych plam mających barwę szarą z ciemnoczerwoną obwódką. Występują one początkowo na liściach i pędach, a później także na strąkach i nasionach. Inną groźną chorobą bobiku jest czekoladowa plamistość bobu występująca w postaci drobnych i powiększających się w czasie okrągłych plam na liściach. Groch siewny może być porażany także przez rdzę grochu. Objawami tej choroby są drobne, brązowe plamy na liściach. Ponadto w latach wilgotnych mogą występować mączniaki: rzekomy i prawdziwy. Ich cechą charakterystyczną jest biały nalot na dolnej stronie liści. Łubiny uważane są na ogół za gatunki porażane przez małą liczbę patogenów chorobotwórczych, chociaż niektóre z nich mogą być bardzo groźne dla wzrostu i rozwoju roślin. Najczęstszymi chorobami łubinów są antraknoza i fuzarioza. Antraknozę łubinu wywołują grzyby *Colletotricum* sp. (5),

które rozprzestrzeniają się bardzo szybko w warunkach wysokiej temperatury i dużej ilości opadów. Choroba ta może występować już na siewkach, ale najczęściej typowe jej objawy widoczne są w okresie kwitnienia roślin. Porażane rośliny więdną, a ich wierzchołki zwisają od połowy kwiatostanu. Na łodygach pojawiają się eliptyczne, wydłużone, różowołososiowe plamy z brunatnym obrzeżem. W miejscu plam tkanki stopniowo zasychają i twardnieją, jednocześnie skręcając się w dół. Choroba może występować również w późniejszym okresie rozwoju roślin, powodując uszkodzenia strąków i nasion. W warunkach pogodowych sprzyjających rozwojowi patogena choroba może przybrać charakter epidemiczny (rys. 4).

Fuzariozę wywołują grzyby *Fusarium* sp., które porażają korzenie łubinu, powodując więdnienie roślin występujące najczęściej podczas kwitnienia. Zainfekowane korzenie mają w przekroju poprzecznym brunatną barwę. Dzięki postępowi hodowlanemu udało się wprowadzić odmiany o zwiększonej odporności na fuzariozę (34), ale w wielu przypadkach stanowi ona nadal duży problem w uprawie roślin strączkowych.



Rys. 4. Procent plantacji nasiennych łubinu zdyskwalifikowanych w wyniku porażenia przez *Colletotrichum* sp. w latach 1998–1999

Źródło: Horoszkiewicz i Filoda, 2000 (6)

Głównym problemem w zakresie tego elementu technologii produkcji nasion roślin strączkowych jest brak fungicydów przeznaczonych do zwalczania tych chorób. Metody agrotechniczne polegające głównie na odpowiednim doborze stanowiska, stosowaniu dobrej jakości materiału siewnego oraz poprawnym prowadzeniu łanu są często niewystarczające. Dotyczy to zwłaszcza tak groźnych chorób, jak antraknoza w łubinie. Powszechnie uważa się, że możliwość wystąpienia tej choroby jest jednym z czynników zmniejszających zainteresowanie rolników uprawą łubinu. W skrajnym przypadku, w warunkach silnego porażenia roślin przez *Colletotrichum* sp., przy braku

możliwości profilaktycznego lub interwencyjnego zastosowania chemicznej ochrony rolnik może nie zebrać żadnego plonu, a plantację łubinu musi przyorać.

Groźnymi szkodnikami wszystkich roślin strączkowych są oprzędziki (37). Dorosłe osobniki uszkadzają liście, a ich larwy niszczą brodawki korzeniowe (1). W niektórych latach obserwuje się występowanie różnych gatunków mszyc. Ich szkodliwość polega głównie na przenoszeniu chorób wirusowych. Bardzo niebezpiecznym i trudnym do zwalczenia w uprawie bobiku jest strąkowiec bobowy (9). Larwy tego szkodnika uszkadzają nasiona, co znacznie zmniejsza ich wartość paszową i siewną. Trudność w zwalczaniu tego szkodnika polega na tym, że formy uskrzydłone dokonują nalotów na plantacje kilkakrotnie w okresie wegetacji. Dlatego bardzo często jeden zabieg ochronny nie zabezpiecza roślin bobiku przed tym szkodnikiem.

Ważnym problemem związanym z ochroną roślin strączkowych jest podjęcie decyzji o terminie zastosowania zabiegu. W przypadku antraknozy powinno wykonywać się zabiegi profilaktyczne, ale obecnie nie ma fungicydów dopuszczonych do stosowania przeciwko tej chorobie (36). W odniesieniu do innych chorób i szkodników należy stosować zabiegi zgodnie z integrowaną ochroną, a więc na podstawie monitorowania plantacji i po uwzględnieniu progów ekonomicznej szkodliwości (17). Problem polega na tym, że nie ma aktualnych danych dotyczących tych progów, a opracowane wcześniej wartości tego wskaźnika nie zawsze sprawdzają się ze względu na zmienność wielu czynników mających wpływ na rozwój agrofaga (przebieg pogody, podatność odmian, parametry łanu itp.), co znacznie utrudnia podjęcie decyzji o zastosowaniu ochrony chemicznej plantacji.

Zbiór nasion

Znaczny problem w uprawie roślin strączkowych stanowi zbiór nasion. Związane jest to z właściwościami biologicznymi i fizyko-mechanicznymi tej grupy roślin. Często występująca nierównomierność dojrzewania jest przyczyną ustalenia optymalnego terminu zbioru, a w skrajnych przypadkach konieczności stosowania desykacji – zabiegu przyspieszającego wysychanie roślin. Zbyt wczesny zbiór stwarza ryzyko niedostatecznego wypełnienia nasion, czego konsekwencją jest duża obniżka plonu (30), natomiast duże opóźnienie terminu zbioru może powodować znaczne straty plonu na skutek nadmiernego osypywania się nasion. Duża masa 1000 nasion zmusza do stosowania bardzo małych obrotów bębna młocącego oraz dużej szczeliny roboczej między bębniem i klepiskiem. Zbyt małe wartości tych parametrów mogą powodować znaczne uszkodzenia mechaniczne nasion, natomiast zbyt duże – straty na skutek niedostatecznego wymlacania nasion ze strąków. Najwięcej problemów stwarza zbiór grochu siewnego. Wiotka łodyga i związana z tym duża podatność na wyleganie roślin tego gatunku utrudnia zbiór i przyczynia się do dużych strat ilościowych i jakościowych plonu nasion (20). Właściwy sposób zbioru jest, obok postępu biologicznego i agrotechnicznego, bardzo ważnym czynnikiem decydującym

o wielkości plonu grochu. Straty plonu nasion grochu mogą sięgać 30%, a gdy zbiór przeprowadzany jest w niesprzyjających warunkach pogodowych i nieodpowiednimi metodami, mogą dochodzić nawet do 80% (19). Zbyt niskie osadzanie się strąków lub silne wyleganie roślin jest przyczyną strat powodowanych trudnością prowadzenia zespołu tnącego w bliskiej odległości od powierzchni gleby. Powoduje to przeciążenia i uszkodzenia elementów tnących maszyn żniwnych. Dlatego bardzo ważne jest dobre wyrównanie powierzchni pola po siewie nasion. W ostatnich latach wprowadza się do ścinania tego typu roślin bezpalcowe zespoły tnące, mało wrażliwe na występujące nierówności powierzchni i zakamienienie pól.

Wyleganie grochu można znacznie ograniczyć stosując siew mieszany z roślinami podporowymi (21). Taki sposób siewu ułatwia zbiór oraz zmniejsza ilościowe i jakościowe straty plonu. Przeprowadzone dotychczas badania dotyczące doboru odpowiedniej rośliny podporowej do grochu wskazały, że spośród badanych gatunków najlepiej funkcję rośliny podporowej spełniają zboża, zwłaszcza gdy ich udział w zasiewie jest dostatecznie duży. Nawet w latach ze znaczną ilością opadów roślina podporowa ogranicza wyleganie grochu i ułatwia jego zbiór (20).

Podsumowanie

Rośliny strączkowe, mimo licznych zalet wynikających z ich uprawy, są uprawiane w Polsce ciągle na zbyt małym areale. Konsekwencją tego jest niewielki ich udział w zmianowaniu oraz duży deficyt białkowych surowców do produkcji pasz. Jedną z ważniejszych przeszkód, obok braku rynków zbytu, są niskie i zmienne w latach plony nasion. Znaczne możliwości związane z polepszeniem plonowania tej grupy roślin dotyczą doskonalenia poszczególnych elementów technologii produkcji. Świadczy o tym małe wykorzystanie potencjału plonotwórczego oraz błędy w agrotechnice wynikające z niedostatecznej wiedzy rolników o zasadach ich uprawy. Ponadto wpływ na niskie plony nasion, obok niekorzystnych warunków pogodowych, ma mały postęp hodowlany oraz stosowanie przez rolników w niewielkim stopniu kwalifikowanego materiału siewnego. Znacznym problemem jest też ograniczona możliwość stosowania chemicznej ochrony plantacji przed agrofagami wynikająca z braku dostatecznej liczby środków chemicznych. Znaczny postęp w zakresie rozwiązania wielu problemów dotyczących uprawy roślin strączkowych może wnieść doradztwo technologiczne, poprzez przeniesienie najnowszych osiągnięć naukowo-technicznych do praktyki rolniczej.

Literatura

1. Borowiecki J., Książak J., Bournoville R., Lerin J.: Wpływ żerowania oprzędzików na rozwój i plonowanie grochu. *Pam. Puł.*, 2004, **137**: 5-14.
2. Domański P.J., Osiecka A., Paczocha J.: Lista Opisowa Odmian. Strączkowe. Słupia Wielka 2013, 120-126.

3. F a l i g o w s k a A., S z u k a ł a J.: Plonowanie i wydajność paszowa łubinu wąskolistnego w zależności od systemów uprawy roli i dolistnego dokarmiania mikroelementami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2007, **522**: 209-217.
4. F l o r e k J., C z e r w i Ń s k a - K a y z e r D., J e r z a k M.A.: Aktualny stan i wykorzystanie produkcji upraw roślin strączkowych. Fragm. Agron., 2012, **4**: 45-55.
5. F r e n c e l I.: Zagrożenie łubinów występowaniem antraknozy. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo, 2001, **(82)427**: 175-193.
6. H o r o s z k i e w i c z J., F i l o d a G.: Choroby grzybowe łubinu ze szczególnym uwzględnieniem antraknozy. W: Obecny stan i kierunki badań nad łubinem w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem antraknozy. IOR Poznań, 2000, 1-7.
7. J e n s e n E.S.: Seasonal patterns of growth and nitrogen fixation in field-grown pea. Plant Soil, 1987, **101**: 29-37.
8. J a s i Ń s k a Z., K o t e c k i A.: Rośliny strączkowe. PWN Warszawa, 1993, 1-206.
9. K a n i u c z a k Z.: Występowanie i szkodliwość strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boch.) na bobiku. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2006, **46(2)**: 473-475.
10. K o p i Ń s k i J., M a t y k a M.: Regionalne zróżnicowanie produkcji i opłacalności upraw roślin strączkowych pastewnych na nasiona w Polsce. Polish J. Agr., 2012, **10**: 9-15.
11. K o r b a s M., H o r o s z k i e w i c z - J a n k a J., J a j o r E.: Uproszczone systemy uprawy a występowanie sprawców chorób. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2008, **48(4)**: 1431-1438.
12. K o r s a k - A d a m o w i c z M., D o p k a D., P ł o t c z y k B.: Prowadzenie gospodarstw rolnych w różnych systemach a wpływ na środowisko przyrodnicze. Fragm. Agron., 2012, **2**: 77-86.
13. K o z a k M., K o t e c k i A.: Następczy wpływ odmian grochu siewnego na rozwój i plonowanie pszenicy ozimej. Część III. Rozwój i plonowanie pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. UP Wrocław, Rolnictwo, 2006, **(89)546**: 133-147.
14. K s i ę ż a k J., B r z ó s k a F., M a g n u s z e w s k i T.: Uprawa bobiku na nasiona i wykorzystanie w żywieniu zwierząt. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, Puławy 2006, **112**: 1-37.
15. K s i ę ż a k J.: Wpływ dawki i sposobu aplikacji azotu na plonowanie grochu. Fragm. Agron., 2009, **3**: 76-85.
16. K u l i g B., P i s u l e w s k a E., S a j d a k A.: Wpływ ilości wysiewu na plonowanie oraz wielkość powierzchni asymilacyjnej wybranych odmian bobiku. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2007, **522**: 263-270.
17. K u l i g B., R o p e k D., D ł u ż n i e w s k a J.: Efektywność ekonomiczna i produkcyjna zabiegów ochrony roślin w uprawie zróżnicowanych morfologicznie odmian bobiku. Pam. Puł., 2006, **142**: 251-262.
18. Lista Opisowa Odmian z lat 2004–2013. COBORU, Słupia Wielka, 2004–2013.
19. M i k o ł a j c z a k J.: Podstawowe zagadnienia mechanizacji produkcji nasion roślin strączkowych. Nowe Rol., 1974, **10**: 3-5.
20. P o d l e ś n y J.: Możliwości zmniejszenia strat nasion podczas zbioru grochu poprzez zastosowanie rośliny podporowej i różnych sposobów zbioru. Seria wydawnicza R, IUNG Puławy, 1994, 1-71.
21. P o d l e ś n y J.: Plonowanie grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) w zależności od gęstości siewu rośliny podporowej – pszenicy jarej. Pam. Puł., 1996, **106**: 39-51.
22. P o d l e ś n y J.: Przydatność siewu punktowego w uprawie wybranych gatunków roślin strączkowych. Inżynieria Rolnicza, 2006, **13(88)**: 377-383.
23. P o d l e ś n y J.: Dynamika gromadzenia suchej masy i plonowanie termoneutralnych i nietermoneutralnych odmian łubinu żółtego w zależności od terminu siewu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2007, **522**: 297-306.

24. Podleśny J.: Wpływ stresu suszy na plon nasion i białka bobiku. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 2008, **524**: 213-220.
25. Podleśny J., Brzóska F.: Uprawa łubinu białego i wykorzystanie nasion w żywieniu zwierząt. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, Puławy 2010, **174**: 1-32.
26. Podleśny J., Brzóska F.: Uprawa łubinu wąskolistnego i wykorzystanie nasion w żywieniu zwierząt. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, Puławy 2010, **172**: 1-34.
27. Podleśny J., Brzóska F.: Uprawa łubinu żółtego i wykorzystanie nasion w żywieniu zwierząt. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, Puławy 2010, **173**: 1-34.
28. Podleśny J., Księżak J.: Aktualne i perspektywiczne możliwości produkcji nasion roślin strączkowych w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2009, **14**: 111-132.
29. Podleśny J., Księżak J., Brzóska F., Hołubowicz-Kliza G.: Uprawa grochu siewnego na nasiona. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, Puławy 2006, **117**: 1-60.
30. Podleśny J., Strobel W., Podleśna A., Kotlarz A.: Wpływ terminu zbioru na plon i skład chemiczny nasion łubinu wąskolistnego. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 2010, **550**: 121-129.
31. Podleśny J., Podleśna A.: Effect of rainfall mount and distribution on growth, development and yields of determinate and indeterminate cultivars of blue lupin. Polish J. Agron., 2011, **4**: 16-22.
32. Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2000-2013 r. GUS, Warszawa 2004–2013.
33. Prusiński J., Kotecki A.: Współczesne problemy produkcji roślin motylkowatych. Fragm. Agron., 2006, **3**: 94-126.
34. Sawicka B., Pszczołkowski P.: Odporność odmian łubinu żółtego na *Fusarium* spp. Fragm. Agron., 2014, **1**: 83-94.
35. Staley T.E.: Initial white clover nodulation saturation levels of rhizobia relative to low-level liming of an acidic soil. Soil Sci., 2003, **168**: 540-551.
36. Voisin A.S., Salon C., Munier-Jolain N.G., Ney B.: Quantitative effects of soil nitrate, growth potential and phenology on symbiotic nitrogen fixation of pea (*Pisum sativum* L.). Plant Soil, 2002, **243**: 31-42.
37. Wiech K.: Ocena szkodliwości oprzędzika przegowanego *Sitona lineatus* L. Ann. Agric. Fenn., 1977, **9**: 139-197.
38. Zalecenia ochrony roślin na lata 2012/2013. Cz. II. Rośliny rolnicze. IOR Poznań, 2013, 29-37.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Janusz Podleśny
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (81) 886 34 21 w. 355
e-mail: jp@iung.pulawy.pl

Kazimierz Noworolnik

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

AGROTECHNIKA W KSZTAŁTOWANIU PLONU I JAKOŚCI ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO NA CELE PASTEWNE I SPOŻYWCZE*

Słowa kluczowe: jęczmień jary, plon ziarna, jakość ziarna, czynniki agrotechniczne

Wstęp

Jęczmień jest dominującym w Polsce gatunkiem zbóż jarych. Blisko dwie trzecie jego produkcji przeznacza się na cele pastewne. Ziarno jego jest doskonałą paszą dla wszystkich zwierząt gospodarskich: przede wszystkim świń, a ponadto dla drobiu, bydła, owiec i koni. Jęczmień wyróżnia się wśród zbóż mniejszą zawartością substancji antyżywniowych w ziarnie (zawartość rezorcynoli w ziarnie jęczmienia jest 3–4 razy niższa niż w ziarnie żyta czy pszenicy) (29, 35). Dzięki stosunkowo dużej ilości kwasu palmitynowego i stearynowego wywiera korzystny wpływ na smakowość i trwałość produktów zwierzęcych: mięsa, słoniny, mleka i masła. Ze względu na wyższą zawartość białka i mniejsze porażenie przez choroby słoma jęczmienna ma wyższą wartość paszową niż inne zboża, z wyjątkiem owsa. Technologia uprawy jęczmienia pastewnego i kaszarskiego jest podobna, gdyż chodzi tu o uzyskanie wysokiej zawartości białka w ziarnie, odwrotnie jak w przypadku jęczmienia browarnego.

Ostatnio w literaturze dotyczącej zasad zdrowego odżywiania uwypukla się dodatni wpływ błonnika pokarmowego i produktów pełnoziarnistych w profilaktyce i zwalczaniu chorób cywilizacyjnych (właściwości antycholesterolowe – choroby serca, antyrakowe oraz zapobieganie chorobom jelit) (32, 33, 35, 36). W związku z tym, można spodziewać się w Polsce wzrostu spożycia kasz i płatków zbożowych.

Ziarno przeznaczone do przerobu na kaszę i płatki powinno być zdrowe, o dobrej jakości odżywczej, w pełni dojrzałe, dorodne, wyrównane co do wielkości, nieporo-

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

śnięte i wolne od mikotoksyn oraz szkodników, charakteryzować się niską zawartością łuski i płytką bruzdką (29, 32). Ponadto powinno posiadać następujące cechy:

- zapach typowy dla zdrowego ziarna (bez zapachu stęchlizny),
- zanieczyszczenia o zawartości nasion chwastów do 1%, ziaren obcych do 3%, brak porośnięcia i mikotoksyn,
- wilgotność najwyżej do 15%,
- zabarwienie jednolite, od białozółtego do złotożółtego, o naturalnym połysku plewki (niedopuszczalne jest pociemnienie ziarna i przebarwienie),
- szkliste bielmo,
- gęstość w stanie zsypanym powinna wynosić minimum 65 kg/hl,
- wyrównanie ziarna – dopuszcza się do 5% ziaren przesiewających się przez sito o otworach 2,2 mm,
- zawartość beta-glukanów nie mniejsza niż 4%,
- zawartość popiołu (składniki mineralne) od 2,5 do 3,0%.

Obecnie kaszarnie przestrzegają przede wszystkim czterech pierwszych z wyżej wymienionych cech. Niespełnienie jednej z nich eliminuje przydatność ziarna do przerobu na kaszę. Ponadto, z punktu widzenia konsumenta, ważna jest wysoka zawartość białka bogatego w lizynę i inne aminokwasy egzogenne.

Wyprodukowanie ziarna jęczmienia o jakości warunkującej dobrą przydatność dla przemysłu paszowego i spożywczego wymaga dużej wiedzy producenta w zakresie zasad poszczególnych elementów technologii. Od 2014 r. producenci muszą przy tym stosować się do zasad integrowanej ochrony roślin. Celem pracy jest określenie sposobów realizacji technologii produkcji jęczmienia tymi metodami. Podstawę do tego stanowi najnowsza literatura naukowa.

Wymagania siedliskowe

Z uwagi na mniejszą wrażliwość na czynniki klimatyczne o charakterze ograniczającym (niedobór opadów, duże wahania temperatury) jęczmień odznacza się wśród zbóż jarych większą niezawodnością plonowania. Zaletą jęczmienia jest największa wśród zbóż odporność na suszę ze względu na niższy współczynnik transpiracji i dużą siłę ssącą korzeni.

W związku ze słabiej rozwiniętym systemem korzeniowym oraz krótkim okresem wegetacji jęczmień ma dość duże wymagania glebowe, większe od owsa, pszenżyta i żyta. Największe i najpewniejsze plony tego gatunku uzyskuje się na glebach gliniastych lub pylastych. Są to zazwyczaj gleby kompleksów pszennych (bardzo dobrego i dobrego). Mniejsze, ale zadawalające plony można otrzymać również na glebach lżejszych, mających zwęższe podłoże, należących do kompleksu żytniego bardzo dobrego i dobrego, pod warunkiem, że znajdują się w wysokiej kulturze (12, 13, 24). Na podstawie serii wieloletnich doświadczeń ustalono, że jęczmień jary uprawiany na glebach kompleksu pszennego dobrego plonuje średnio o 10% wyżej niż na kom-

pleksie żytnim bardzo dobrym, o 19% wyżej niż na kompleksie żytnim dobrym i o 32% wyżej niż na kompleksie żytnim słabym. Niższe plony w gorszych warunkach glebowych są częściowo rekompensowane przez wyższą zawartość białka w ziarnie (12, 25). Jęczmień odznacza się wśród zbóż największą wrażliwością na kwaśny odczyn gleby i powinno się go uprawiać przy pH powyżej 5,5 na glebach lżejszych, a powyżej 6,0 na glebach zwięzlejszych.

Najlepszymi przedplonami dla jęczmienia jarego są przede wszystkim rośliny nie-zbożowe: ziemniak, burak, strączkowe, rzepak (6, 8, 13). Jednak w praktyce większość tych stanowisk przeznaczana jest dla pszenicy, a jęczmień jary jest uprawiany na części pól po później zbieranych roślinach nie-zbożowych oraz po zbożach, przeważnie po pszenicy. Jęczmień jary uprawiany po przedplonach zaliczonych do średnich plonuje przeciętnie o 5–10% niżej niż w stanowiskach dobrych. Po przedplonach złych, jego wydajność jest o 10–20% mniejsza.

Wartość stanowiska po zbożach można częściowo poprawić poprzez uprawę poplonów, głównie z roślin krzyżowych lub ich mieszanek z motylkowatymi na przyoranie (8). Można przyjąć, że udany przyorany poplon zwiększa plon jęczmienia jarego o 5–10%.

Dobór odmian

Kaszarnie (w odróżnieniu od browarów) nie preferują grupy wybranych odmian i przyjmują wszystkie (pastewne i browarne), o ile ziarno spełnia parametry jakości kaszarskiej. Na cele pastewne zaleca się też niektóre browarne odmiany jęczmienia jarego charakteryzujące się wysokim plonem, ale gorszą wartością browarną. W badaniach COBORU stwierdzono, że poszczególne odmiany jęczmienia jarego różnią się znacznie między sobą niektórymi cechami (30). Najważniejsze w aspekcie uprawy na kaszę to plon ziarna i zawartość białka, masa 1000 ziaren, wyrównanie oraz odporność na choroby i wyleganie. Na cele pastewne ważne są głównie dwie pierwsze cechy.

Znajomość charakterystyki odmian pozwala na wyłonienie grupy, która da większą szansę na uzyskanie dobrej jakości konsumpcyjnej, przy zadawalającym plonie ziarna.

Wysokim poziomem plonowania charakteryzują się odmiany: Ella, Basic, Iron, Argento, Hajduczek, Nokia, Olympic i KWS Orphelia. Ponadto dość wysoko plonują odmiany: KWS Olof, Natasia, Suweren i Victoriana (30). Informacje te dotyczą średnich plonów dla kraju. Plenność odmian w poszczególnych rejonach Polski jest często zróżnicowana. Dlatego warto korzystać z listy odmian zalecanych w danym rejonie na podstawie PDO.

Najbogatsze w białko jest ziarno odmiany nagoziarnistej Gawrosz (13,5–14,0%), a spośród odmian oplewionych wyższą zawartością białka w ziarnie wyróżniają się: Hajduczek, Kucyk, Nagradowski, Oberek, Rubinek, Raskud, Goodluck i Victoriana (11,8–12,7%).

Mniejszą podatnością na wyleganie charakteryzują się: Soldo, Hajduczek, Fariba, Oberek, Skarb, Iron, Ella, Victoriana, Olympic, Żeglarz, Frontier, Rubinek, Basic, Bordo, Tocada i Nokia.

Największą odpornością na choroby wyróżniają się odmiany: Basic, KWS Olof, Afrodite, Conchita, Żeglarz, Kormoran, Victoriana, Nagradowski, Marthe, Kucyk i Soldo. Wysoką masą 1000 ziaren odznaczają się: Oberek, Soldo, Atico, Hajduczek, Goodluck, Basic, Mercada, KWS Aliciana, Ella, Despina, Henrike, KWS Atrica i Tocada. Dużą celnością ziarna wyróżniają się odmiany: KWS Aliciana, Goodluck, Basic, Rubinek, Conchita, Soldo, KWS Atrica i Atico.

Spośród odmian oplewionych jęczmienia, biorąc pod uwagę wszystkie cechy, najbardziej odpowiednie do uprawy na cele konsumpcyjne są: Hajduczek, Victoriana, Ella, Basic, Iron, Soldo, Rubinek, Kucyk, Oberek, Olympic, KWS Olof, Goodluck, Nagradowski, Conchita i Nokia. W aspekcie uprawy na cele pastewne do tej grupy odmian można dodać jeszcze Argento, KWS Orphelia, Natasia i Suweren.

W najnowszych badaniach (26, 27, 36) stwierdzono zależność zawartości błonnika pokarmowego rozpuszczalnego i beta-glukanów w ziarnie jęczmienia jarego od odmian i dawki azotu, przy braku zależności od gęstości siewu. Obserwowano dodatni wpływ na te cechy zwiększenia dawki azotu. Odmiany różniły się reakcją na dawkę azotu pod względem zawartości beta-glukanów (tab. 1). Większy wzrost tej zawartości wykazała odmiana Skarb, a niewielką zniżkę – odmiana Conchita.

Tabela 1

Zawartość beta-glukanów w ziarnie jęczmienia jarego w zależności od odmiany i dawki azotu

Dawka N (g·wazon ⁻¹)	Basza	Conchita	Skarb	Xanadu
1	3,84 b*	4,78 a	3,70 c	3,37 b
2	4,34 a	4,73 a	4,02 b	4,27 a
3	4,40 a	4,56 a	4,29 a	4,31 a

* wyniki w kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie

Źródło: Noworolnik, 2014 (27)

Ze względu na brak łuski i bardzo wysoką zawartość białka bardziej przydatne do przerobu na kaszę czy płatki są odmiany nagoziarniste. Mankamentem ich jest niższe plonowanie (o 15–19%) w stosunku do odmian oplewionych (30). Natomiast ważną ich zaletą jest to, że nie wymagają odłuszczenia ziarna (poprzez szlifowanie). Zabieg ten u odmian oplewionych powoduje usunięcie nie tylko plewki, ale także fragmentów warstwy aleuronowej i zarodka, czyli najcenniejszych składników ziarna. Jęczmień jary nagoziarnisty wykazuje podobny plon białka jak jęczmień jary oplewiony, dzięki znacznie wyższej zawartości białka w ziarnie, które jest także bogatsze w aminokwasy egzogenne (7, 37). Podobne wyniki uzyskano w badaniach IUNG-PIB (23), w których ponadto stwierdzono podobny plon energii netto obu form jęczmienia (tab. 2).

Tabela 2

Plonowanie jęczmienia jarego nagoziarnistego (Rastik) i oplewionego (Rataj, Rodion)
w różnych warunkach glebowych

Kompleks glebowy (liczba doświadczeń)	Odmiana	Plon ziarna (t·ha ⁻¹)	Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	Plon białka (kg·ha ⁻¹)	Plon energii netto* (tys. MJ·ha ⁻¹)
Pszenny dobry (8)	Rastik	4,07	13,7	559	39,7
	Rataj	4,60	12,0	551	39,6
	Rodion	4,45	12,1	538	38,3
	NIR _{0,05}	0,29	0,6	r.n.	-
Żytni b. dobry Żytni dobry (8)	Rastik	3,20	14,1	453	31,2
	Rataj	3,77	12,6	475	32,4
	Rodion	3,62	12,6	457	31,1
	NIR _{0,05}	0,35	0,7	r.n.	-

* dla trzody chlewnej; r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Noworolnik i in., 2004 (23)

Nawożenie

Jęczmień jary reaguje największym spośród zbóż spadkiem plonu na kwaśny odczyn gleby. Optymalne dla niego pH gleby waha się od 5,5 na piaskach słabo gliniastych do 6,5 na glinach ciężkich (25, 31). Wapnowanie powinno być wykonane pod roślinę przedplonową. Wielkość i jakość plonu ziarna jęczmienia jarego zależy w dużej mierze od nawożenia fosforem i potasem (2, 5).

Nawożenie fosforem

Właściwe zaopatrzenie roślin w fosfor przyspiesza procesy życiowe, powodując wcześniejsze dojrzewanie. Pobieranie fosforu przebiega równomiernie, ale z dość znacznym wyprzedzeniem do przyrostu suchej masy rośliny. Nawożenie fosforem powinno być stosowane wyłącznie przedsięwzięcie, bowiem pogłówne staje się nieefektywne (2, 5). Dobrym uzupełnieniem może być stosowanie we wczesnych fazach rozwoju nawożenia dolistnego, jednak z uwagi na koszt odpowiednich nawozów rzadko bywa praktykowane.

Zwiększenie niebezpieczeństwa zakłóceń w pobieraniu tego składnika występuje:

- na glebach zakwaszonych,
- na glebach nawożonych niskimi dawkami fosforu,
- podczas stosowania zbyt wysokich dawek azotu,
- podczas niskiej zawartości substancji organicznej (próchnicy).

Wielkość dawek nawozów fosforowych zależy od zawartości przyswajalnych form tych składników w glebie oraz przewidywanego poziomu plonów (2, 31) (tab. 3).

Nawozy fosforowe na glebach cięższych korzystniej jest zastosować jesienią przed orką przedzimową, natomiast na glebach lżejszych zabieg ten można przesunąć na okres wiosny.

Tabela 3

Dawki fosforu (P_2O_5 w $kg \cdot ha^{-1}$) dla jęczmienia jarego

Spodziewany plon	Zawartość fosforu w glebie				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Średni	55–70	40–55	30–40	20–30	0
Wysoki	70–80	50–70	40–50	30–40	20–30

Źródło: opracowanie własne

Nawożenie potasem

W Polsce około 40% gleb charakteryzuje się bardzo niską i niską zawartością potasu. Największe ubytki z gleby powodowane są pobieraniem tego składnika przez rośliny, ale duże ilości wymywane są w głąb gleby lub blokowane wiązaniem przez minerały glebowe.

W warunkach intensywnej uprawy rośliny reagują wyższą plonem na nawożenie potasem. Odpowiednie zaopatrzenie roślin w ten pierwiastek staje się konieczne w chwili stosowania średnich i wysokich dawek azotu. Nawożenie potasem wywiera korzystny wpływ na:

- odpowiedni rozwój organów zapasowych, zwiększając plon ziarna,
- zdrowotność roślin,
- zaopatrzenie roślin w wodę,
- poprawę wartości biologicznej białka roślinnego.

Wielkość dawek nawozów potasowych zależy od zawartości przyswajalnych form tych składników w glebie oraz przewidywanego poziomu plonów (2, 5, 31) (tab.4). Nawozy potasowe na glebach cięższych korzystniej jest zastosować jesienią przed orką przedzimową, natomiast na glebach lżejszych – w okresie wiosennym.

Tabela 4

Dawki potasu (K_2O w $kg \cdot ha^{-1}$) dla jęczmienia jarego

Spodziewany plon	Zawartość potasu w glebie				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Średni	70–80	50–70	30–50	20–30	0
Wysoki	90–100	70–90	50–70	30–50	20–30

Źródło: opracowanie własne

Nawożenie magnezem

Wysoka zawartość magnezu w kaszy zwiększa jej wartość odżywczą. Dodatkowo oddziałuje on też na wartość pastewną. Zwiększenie niebezpieczeństwa zakłóceń w pobieraniu tego składnika występuje:

- na glebach piaszczystych, łatwo przepuszczalnych,
- na glebach zakwaszonych,
- po zastosowaniu dużych dawek potasu na glebach kwaśnych,
- po zastosowaniu zbyt niskich dawek fosforu,
- po zastosowaniu nawozów azotowych zawierających jony NH_4^+ .

W przypadku niskiej zawartości magnezu w glebie (poniżej $2\text{--}3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ – gleby lżejsze i $3\text{--}5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ – gleby cięższe) należy zastosować nawozy magnezowe (kizeryt, kainit, Rolmag lub siarczan magnezu) w dawce $30\text{--}60 \text{ kg MgO} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Nawożenie azotem

Azot ze wszystkich składników pokarmowych najsilniej wpływa na wzrost i plonowanie roślin. Jest jedynym czynnikiem agrotechnicznym, który jednocześnie wpływa dodatkowo na plon ziarna (do pewnej granicy), jak i na gromadzenie oraz jakość białka w ziarnie (7, 10, 13, 15, 36, 37). Wzrost plonu pod wpływem innych czynników łączy się ze zmniejszeniem zawartości białka w ziarnie (11, 12, 24, 25).

Wyniki badań podawane w licznych pracach (4, 7, 13, 15, 18, 20, 37) wskazują na duży wzrost liczby kłosów na jednostce powierzchni pod wpływem nawożenia azotem, przy niewielkich zmianach liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Niektóre odmiany wykazywały istotną zniżkę cech produkcyjności kłosa w przypadku dużego zwiększenia liczby kłosów na jednostce powierzchni. Duże dawki azotu wpływają dodatkowo na zawartość białka w ziarnie, ale ujemnie na celność ziarna i masę 1000 ziaren (tab. 5). Mimo zwiększenia zawartości białka ogólnego w ziarnie jęczmienia nie ulega zwiększeniu zawartość aminokwasów egzogennych, w tym lizyny i metioniny z cystyną (29, 32, 36).

Tabela 5

Wpływ nawożenia azotem na cechy jakościowe odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Dawka N (g·wazon ⁻¹)	Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	Plon białka (g·wazon ⁻¹)	Celność ziarna (%)	Masa 1000 ziaren (g)
Ryton	1	10,7	4,30	90	47,8
	2	12,4	6,89	89	46,7
	3	13,5	8,36	85	45,1
	średnio	12,2	6,38	88	46,5
Mauritia	1	9,8	4,47	89	50,3
	2	11,3	6,70	86	48,2
	3	12,4	7,74	83	45,0
	średnio	11,2	6,24	86	47,8

cd. tab. 5

Odmiana	Dawka N (g·wazon ⁻¹)	Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	Plon białka (g·wazon ⁻¹)	Celność ziarna (%)	Masa 1000 ziaren (g)
Nagradowicki	1	11,5	5,17	88	48,1
	2	12,1	6,98	84	46,7
	3	13,8	8,86	83	44,2
	średnio	12,5	6,95	85	46,3
Tocada	1	10,6	4,96	89	53,1
	2	11,8	7,20	84	50,5
	3	12,7	9,33	82	48,2
	średnio	11,7	7,08	85	50,6
Średnio	1	10,7	4,76	89	49,8
	2	11,9	6,95	85	48,0
	3	13,0	8,51	83	45,6
NIR _{0,05} dla dawek N		0,69	0,52	5,7	2,9
NIR _{0,05} dla odmian		0,73	0,61	r.n.	3,4

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Noworolnik, 2013 (20)

W najnowszych badaniach (26, 27, 36) stwierdzono zależność zawartości błonnika pokarmowego rozpuszczalnego i beta-glukanów w ziarnie jęczmienia jarego od dawki azotu. Obserwowano dodatni wpływ na te cechy zwiększenia dawki azotu (tab. 6).

Tabela 6

Zawartość błonnika pokarmowego całkowitego (TDF), rozpuszczalnego (SDF) i nierozpuszczalnego (IDF) oraz zawartość beta-glukanów, popiołu i białka ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego (średnio z odmian) w zależności od dawki azotu

Dawka N (g·wazon ⁻¹)	TDF (% s.m.)	SDF (% s.m.)	IDF (% s.m.)	Beta-glukany (% s.m.)	Popiół (% s.m.)	Białko (% s.m.)
1	22,3 a*	5,7 b	16,7 a	3,92 b	2,10 a	10,7 c
2	22,8 a	6,4 a	16,8 a	4,34 a	2,04 a	13,0 b
3	23,2 a	6,0 ab	17,1 a	4,39 a	2,05 a	14,5 a

* wyniki w kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie

Źródło: Noworolnik, 2014 (27)

Wielkość dawek nawozów azotowych należy ustalać na podstawie informacji dotyczących warunków siedliska i agrotechniki (tab. 7). 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 motylkowatych lub innych nawożonych obficie obornikiem, przy kwaśnym odczynie gleby i przy ograniczonej ochronie roślin.

Niższe dawki azotu (do 50 kg·ha⁻¹) stosuje się w całości przedsięwzię, natomiast większe powinny być dzielone – 60% przedsięwzię, a resztę w fazie krzewienia. Po przekroczeniu dawki optymalnej dla danych warunków, plony przestają wzrastać, a w pewnych sytuacjach mogą nawet spadać.

Tabela 7

Dawki nawozów azotowych (w kg N·ha⁻¹) dla jęczmienia jarego

Spodziewany plon	Potrzeby nawożenia azotem		
	bardzo duże i duże	średnie	bardzo małe i małe
Średni	55–65	40–55	30–40
Wysoki	70–80	60–70	40–60

Źródło: opracowanie własne

Uprawa roli

Zadaniem uprawy roli jest stworzenie dobrych warunków dla równomiernych wschodów oraz dla wzrostu i rozwoju roślin jęczmienia, poprzez poprawę stosunków wodno-powietrznych gleby, ograniczenie ilości chwastów i samosiewów rośliny przedplonowej, wymieszanie z glebą resztek poźniwnych i nawozów mineralnych. Jęczmień wyróżnia się wśród zbóż większą wrażliwością na niedostateczne napowietrzenie gleby i wymaga większej jej pulchności. Dlatego uprawa roli pod jęczmień jary powinna być bardzo staranna. Jej metody zależą od terminu zbioru przedplonu oraz od rodzaju narzędzi uprawowych posiadanych przez rolnika (1, 5, 8).

Uprawa poźniwna i jesienna

Po przedplonach wcześniej schodzących z pola należy wykonać uprawki poźniwne, których podstawą jest podorywka płuzna. Jest to jednak sposób mniej wydajny i bardziej energochłonny w porównaniu z zastosowaniem agregatu uprawowego (kultywator, talerze wyrównujące, wał strunowy). W przypadku braku agregatu można stosować kultywator ścierniskowy lub talerzówkę. Podorywka powinna być wykonana zaraz po zbiorze przedplonu, na głębokość 6–9 cm. Zadaniem jej jest przykrycie ścierniska, przerwanie parowania z gleby, przykrycie osypanych nasion chwastów i zboża przedplonowego w celu pobudzenia ich do kiełkowania, wyrównanie i wtórne zagęszczenie gleby. Następnym zabiegiem jest bronowanie po wzejściu chwastów i samosiewów zbóż w celu ich zniszczenia. Należy je powtarzać po każdym ukazaniu się kolejnych wschodów chwastów (1, 5, 8).

Alternatywą uprawek poźniwnych jest uprawa międzyplonu ścierniskowego (gorczyca biała, rzodkiew oleista, rzepak lub facelia), jeśli zbiór przedplonu nie był zbyt opóźniony i jest odpowiednia wilgotność gleby. W niektórych stanowiskach lepszym rozwiązaniem jest wsiewka poplonowa. Gęsto rosnąca roślina poplonowa

zagłuszy samosiewy zbóż i chwastów oraz poprawi biologię gleby. Korzystne jest pozostawienie tej rośliny na zimę (mulcz) i tym samym rezygnacja z orki zimowej.

Po zespole uprawek późniowych wykonuje się orkę przedzimową (na głębokość 20–25 cm), pozostawiając ją w ostrej skibie. Powoduje ona rozluźnienie roli i zwiększenie porowatości gleby, co sprzyja większemu gromadzeniu wody i lepszemu oddziaływaniu mrozu na tworzenie struktury gruzelkowej gleby. Wystarczy jedna orka na trzy lata. W pozostałych dwu latach orkę można zastąpić narzędziami głęboko spulchniającymi glebę, bez jej odwracania (ciężkie grubery, głębosz). Głębsze spulchnianie gleby głęboszem na 40–50 cm wystarczy raz na 4–5 lat (1, 5, 8, 31).

Uprawa wiosenna

Pierwszym możliwie wczesnym zabiegiem wiosną powinno być bronowanie lub włókovanie (na glebach zwięzłych). Zmniejszają one parowanie wody z gleby i przyspieszają jej ogrzewanie się. Przed siewem zaleca się użycie agregatu uprawowego. Zawarty w nim wał strunowy tworzy zagęszczoną warstwę gleby tuż pod powierzchnią, co umożliwia umieszczenie wysiewanego ziarna na podobnej głębokości i sprzyja wyrównanym wschodom. Zastosowanie agregatu jest uzasadnione ekonomicznie (obniżenie kosztów paliwa i robocizny). Na glebach lekkich uprawki wiosenne powinny być zredukowane do minimum ze względu na możliwość zbytniego przesuszenia gleby. Na glebach ciężkich korzystne jest stosowanie agregatu aktywnego. W przypadku uprawy kultywATOREM (bez agregatu) zaleca się wyposażenie ciągnika w spulchniacze śladów lub koła bliźniacze, aby zmniejszyć ugniatanie gleby (1, 5, 8, 31). Prawidłowo wykonana uprawa roli jest ważnym elementem technologii produkcji jęczmienia jarego ograniczającym zachwaszczenie.

Siew

Termin siewu nasion

Uzyskanie wysokiego plonu ziarna jęczmienia jarego jest możliwe przy wysiewie w optymalnym terminie (11, 13, 21, 31), który zależy głównie od długości trwania zimy i waha się w granicach od 20 marca do 10 kwietnia. Jęczmień jest rośliną ciepłolubną, źle znosi nadmiar wilgoci i związany z tym niedobór powietrza w glebie; dlatego jest mniej wrażliwy na opóźnienie siewu niż inne zboża jare. Siew odmian jęczmienia na cele pastewne i spożywcze może być opóźniony, dopuszczalnie do 23 kwietnia w rejonie północno-wschodnim, do 20 kwietnia w innych rejonach wschodnich i centralnych, a do 17 kwietnia w rejonach zachodnich.

W przypadku opóźnienia terminu siewu skraca się okres wegetacyjny jęczmienia. Wskutek oddziaływania wydłużonego dnia i wyższej temperatury następuje przyspieszenie rozwoju i dojrzewania roślin, co przyczynia się do niżki plonu ziarna, głównie z powodu zmniejszenia rozkrzewienia produktywnego i liczby kłosów w łanie. Wielkość tej niżki plonu zależy od wielu czynników siedliskowo-agrotech-

nicznych. Opóźnienie siewu wywiera większy ujemny wpływ na plonowanie jęczmienia na glebach słabszych niż na glebach lepszych. Wczesny termin siewu w połączeniu z dobrymi warunkami glebowymi sprzyja wytwarzaniu większej masy wegetatywnej zbóż, co powoduje zagrożenie wyleganiem roślin. W takim przypadku ważny jest dobór odmiany odpornej na wyleganie.

Zróznicowanie cech fizjologiczno-pokrojowych odmian jęczmienia (w szczególności dotyczy to niejednakowej zdolności do krzewienia się roślin) powoduje różną tolerancję odmian na opóźnienie siewu. Niektóre odmiany – Suweren, Natasia, Nagradowicki, Rufus, Kormoran, Goodluck, Sebastian, Granal, Żeglarz i Signora, charakteryzują się mniejszymi niżkami plonu przy wysiewie w terminie opóźnionym i można zalecać ich uprawę w sezonach z późną wiosną. Jest to spowodowane zachowaniem lepszej zdolności do rozkrzewienia produkcyjnego tych odmian w warunkach skróconego okresu ich krzewienia.

Niekorzystny wpływ opóźnienia terminu siewu na plonowanie zbóż można ograniczyć w pewnym stopniu poprzez zwiększenie dawki azotu. Silniej zaznacza się to w gorszych warunkach glebowych. Azot jest czynnikiem pobudzającym rośliny do lepszego krzewienia się, natomiast opóźnienie siewu poprzez skrócenie fazy krzewienia roślin wpływa na to odwrotnie. Jednak przy dużym opóźnieniu terminu siewu (po 20 kwietnia) stosowanie wysokich dawek azotu jest nieuzasadnione, w związku z mniejszym pobraniem azotu przez rośliny w krótszym okresie wegetacji.

Uzyskanie optymalnej liczby kłosów w łanie przy opóźnieniu siewu jest możliwe poprzez zwiększenie gęstości siewu. Bardziej efektywne jest to na glebach słabszych. Zwiększenie ilości wysiewu ziarna nie wyrównuje w pełni ujemnego wpływu opóźnienia siewu na plon jęczmienia jarego, zwłaszcza przy dużym opóźnieniu, gdyż oprócz spadku liczby kłosów z rośliny zmniejsza się także liczba ziaren w kłosie oraz nasila się wypadanie roślin.

Przy wczesnym terminie siewu istnieje niebezpieczeństwo większej konkurencji chwastów, które mogą wschodzić szybciej od ciepłolubnego jęczmienia, co wymusza stosowanie pielęgnacji mechanicznej (brona lekka) tuż przed jego wschodami, a następnie na początku ich krzewienia i w dalszej kolejności stosowania oprysku herbicydem.

Gęstość siewu

Stwierdzono, że wśród czynników agrotechnicznych gęstość siewu najsilniej współdziała z innymi czynnikami agrotechnicznymi, siedliskowymi i biologicznymi w aspekcie wpływu na plony jęczmienia (13). Wiąże się to z zależnością optymalnej liczby kłosów w łanie od różnych czynników siedliskowo-agrotechnicznych (10, 11, 13, 14, 16, 19). Liczba kłosów jest bowiem tym elementem struktury plonu ziarna, który jest najsilniej dodatnio powiązany z wielkością plonu. Jednak przy nadmiernym zagęszczeniu pędów produkcyjnych jęczmienia występują zjawiska ujemne, jak

wyleganie roślin, porażenie ich przez choroby, zmniejszenie liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Ilość wysiewu zależy od odmiany oraz od wielu czynników siedliskowo-agrotechnicznych, tj.: jakości gleby (zwięzłość, żyzność, odczyn), przedplonu, poziomu nawożenia mineralnego (szczególnie azotowego), terminu siewu, zamierzonego poziomu ochrony roślin, stopnia zachwaszczenia pola i nasilenia chorób w danym rejonie (tab. 8, 9, 10).

W słabszych warunkach glebowych (gorsza żyzność, luźniejszy skład granulometryczny gleby, kwaśny odczyn) jęczmień powinno się siać gęściej niż na lepszych glebach. Jest to spowodowane gorszym rozkrzewieniem roślin rosnących w takich warunkach. Duża gęstość siewu na glebach bardzo słabych (przepuszczalnych) może być nieefektywna w latach suchych wskutek niedostatecznego zaopatrzenia w wodę zwiększonej liczby roślin w łanie.

Na glebach żyznych występuje silniejsze krzewienie roślin jęczmienia i bujniejszy ich wzrost w efekcie dobrego zaopatrzenia w składniki pokarmowe i wodę. Zbyt duża ilość wysiewu w takich warunkach powoduje nadmierne zagęszczenie łanu i słabe jego przewietrzenie, co sprzyja nasileniu się porażenia zbóż przez choroby, które wraz z wyleganiem przyczyniają się do znacznych strat plonu ziarna.

Przy uprawie zbóż jarych w stanowisku po zbożach racjonalne jest zwiększenie ilości wysiewu. Przy uprawie zbóż w stanowisku po roślinach motylkowatych podnoszących zasobność gleby w azot, który wzmacnia rozkrzewienie roślin, zaleca się zmniejszenie normy wysiewu.

Odmiany różnią się wymaganiami co do normy wysiewu z powodu niejednakowej tolerancji na wzajemne zacienianie się roślin, zdolności do krzewienia się i różnej odporności na wyleganie. Gęściej należy wysiewać odmiany słabiej krzewiące się, o mniejszych wymaganiach świetlnych i odporniejsze na wyleganie i choroby (tab. 9).

W miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem słabnie efektywność dużej gęstości siewu, gdyż wysokie dawki N potęgują rozkrzewienie zbóż. W warunkach niedoboru azotu rośliny słabo się krzewią i wówczas skuteczne jest stosowanie większej ilości wysiewu.

Zboża konkurują z chwastami o światło, składniki pokarmowe i wodę, dlatego na polach silnie zachwaszczonych zaleca się stosowanie większej gęstości siewu, aby ograniczyć rozwój chwastów poprzez zmniejszenie ich przestrzeni życiowej.

Tabela 8

Wpływ gęstości siewu na plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) odmian jęczmienia

Kompleks glebowy	Gęstość siewu (liczba ziaren $\cdot m^{-2}$)	Odmiana,			Średnio
		Rastik	Rataj	Rodion	
Pszenny dobry	280	3,84	4,43	4,27	4,18
	330	4,16	4,67	4,56	4,46
	380	4,20	4,71	4,48	4,47
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu – 0,27; interakcji gęstości z odmianami – r.n.					
Żytni b.dobry	280	2,93	3,55	3,45	3,32
	330	3,28	3,81	3,83	3,64
	380	3,43	3,96	3,62	3,66
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu – 0,29; interakcji gęstości z odmianami – 0,33					

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Noworolnik i in., 2004 (23)

Tabela 9

Ilość wysiewu* odmian jęczmienia zalecanych na kaszę lub paszę (w $kg \cdot ha^{-1}$) w zależności od gleby i terminu siewu

Odmiany	Kompleksy glebowo-rolnicze					
	wszystkie pszenne		żytni bardzo dobry		żytni dobry	
	termin siewu**					
	wczesny	późny	wczesny	późny	wczesny	późny
Afrodite, Gawrosz, Kormoran, KWS Aliciana, KWS Olof, KWS Orphelia, Natasia, Nuevo Ser, Rufus, Skald, Suveren, Toucan, Żeglarz, Xanadu	115–125	128–137	125–135	138–145	130–136	145–151
Basic, Conchita, Despina, Goodluck, Granal, Henrike, Kucyk, Marthe, Mercada, Nagradowicki, Sebastian, Victoriana	120–130	133–142	130–140	143–152	135–140	150–155
Atico, Bordo, Ella, Hajduczek, Iron, Nokia, Oberek, Olympic, Rubinek, Soldo, Signora, Skarb, Stratus, Tocada	125–135	138–147	135–145	148–157	140–145	155–160

* normy wysiewu obliczono przy uwzględnieniu masy 1000 ziaren – 43 g; dolne granice przedziałów stosować w warunkach dobrej kultury gleby i starannej uprawy roli

** wczesny termin siewu: koniec marca – 5 kwietnia, późny termin: druga połowa kwietnia; w przypadku siewu między 5 a 15 kwietnia należy stosować pośrednią normę wysiewu

Źródło: opracowanie własne

Tabela 10

Zakres zwiększania (+ %) lub zmniejszania (– %) normy wysiewu odmian jęczmienia jarego w zależności od różnych warunków i czynników

Warunki siedliskowe i agrotechniczne	Mniejsze ujemne oddziaływanie czynnika	Większe ujemne oddziaływanie czynnika
Kwaśny odczyn gleby	+ (3–5%)	+ (6–7%)
Opóźniony termin siewu	+ (2–4%)	+ (5–8%)
Mało staranna uprawa roli	+ (3–5%)	+ (6–7%)
Duże zachwaszczenie pola	+ (2–3%)	+ (4–5%)
Duże nasilenie chorób w rejonie	– (2–3%)	– (4–6%)
Rejon o klimacie sprzyjającym wyleganiu roślin	– (1–3%)	– (4–6%)

Źródło: opracowanie własne

Zwalczanie agrofagów

W celu ochrony roślin przed chorobami w pierwszych fazach rozwoju należy przed siewem zaprawiać nasiona preparatami, które zwalczają głównie, zgorzel siewek, pasiastość liści, mączniak, rdze, rynchosporiozę oraz plamistość siatkową.

Jęczmień jary jest bardzo wrażliwy na zachwaszczenie w początkowych fazach rozwojowych. W momencie wschodów jęczmienia, czyli w fazie tzw. „szpilkowania” wskazane jest bronowanie łąnu oraz powtórzenie tej czynności w fazie 3–4 liści. Takim prawidłowo wykonanym bronowaniem można często znacznie ograniczyć stopień zachwaszczenia plantacji. Ważne jest to wobec obligatoryjnej od tego roku integrowanej ochrony roślin uprawnych, ograniczającej do minimum ochronę chemiczną. Jeżeli pomimo wykonania tych czynności występuje duże zachwaszczenie, należy zastosować herbicydy, a ich dobór dostosować do gatunków chwastów dominujących, zgodnie z zaleceniami Instytutu Ochrony Roślin – PIB. W literaturze naukowej panuje zgodność co do pozytywnego wpływu herbicydów na plonowanie jęczmienia (5, 7, 17, 34, 36, 37).

Jęczmień (podobnie jak pszenica) jest częściej od innych zbóż porażany przez różne choroby, które stwarzają zagrożenie dla jego plonowania. Najczęściej występującymi u nas na jęczmieniu chorobami liści są: mączniak, rynchosporioza, plamistość siatkowa i pasiastość liści. Choroby powodują zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej liści, przez co zmniejsza się dopływ asymilatów do kłosa. Może to negatywnie wpływać na cechy produkcyjności kłosa (liczba ziaren w kłosie, masa 1000 ziaren). Ważnym czynnikiem agrotechnicznym jest więc fungicydowa ochrona jęczmienia jarego (3, 7, 9, 22, 28, 36, 37). W przypadku rzadko występującego u nas porażenia jęczmienia przez szkodniki (głównie chodzi tu o mszyce i skrzypionki) należy zastosować odpowiedni insektycyd. W aspekcie integrowanej ochrony roślin ważne jest przestrzeganie ekonomicznych progów szkodliwości chwastów, chorób i szkodników (31).

Podsumowanie

Stosowanie integrowanej technologii uprawy jęczmienia jarego wymaga znajomości współdziałań między głównymi czynnikami siedliskowymi i agrotechnicznymi. Pierwszym czynnikiem, który należy uwzględnić, to warunki glebowe, do których dostosowuje się ważniejsze czynniki agrotechniczne. Na lepszych glebach powinno się wysiewać odmiany odporniejsze na wyleganie i choroby, przy niższej dawce azotu i mniejszej ilości wysiewu nasion niż na glebach słabszych. Na takich glebach możliwe jest większe dopuszczalne opóźnienie terminu siewu, ale też większa konieczność stosowania chemicznej ochrony roślin jęczmienia. Po wyborze odmiany powinno się uwzględnić jej wymagania co do ilości wysiewu. Ważne jest określenie w danych warunkach optymalnej dawki azotu, która generuje uzyskanie wysokiego plonu białka w ziarnie jęczmienia jarego. W przypadku opóźnienia terminu siewu (w związku z przedłużeniem się warunków zimowych) należy wybrać odmiany tolerancyjne na to opóźnienie (silniej krzewiące się) i zwiększyć ich normę wysiewu. Na bardziej zachwaszczonych polach racjonalny jest gęściejszy wysiew nasion i niewielkie opóźnienie siewu.

Literatura

1. Dziemia S., Zimny L., Weber R.: Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragm. Agron.*, 2006, **90**: 227-241.
2. Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Lipiński W.: Zalecenia nawozowe uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. *Mat. Szkol. IUNG-PIB Puławy*, 2010, **95**: 1-24.
3. Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J.: Wpływ ochrony roślin na jakość plonu zbóż. *Wiś Jutra*, 2007, **4(105)**: 29-32.
4. Koziera W., Borówcza F., Grześ S.: Elementy struktury plonu jęczmienia jarego w zależności od deszczowania, nawożenia azotem i technologii uprawy. *Pam. Puł.*, 1999, **112**: 115-120.
5. Kraska P., Pałys E.: Wpływ poziomów nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej oraz systemów uprawy roli na zawartość i plon białka ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego i żyta ozimego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2005, **45(2)**: 810-812.
6. Liszewski M.: Wpływ przedplonu na plonowanie jęczmienia jarego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 1998, **347**: 235-242.
7. Liszewski M.: Reakcja dwóch form jęczmienia jarego pastewnego na zróżnicowane technologie uprawy. *Zesz. Nauk. UP Wrocław*, 2008, **565**: 1-108.
8. Małecką I.: Produktowność roślin w płodozmianie w zależności od systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.* 2006, **90**: 261-272.
9. Narkiewicz-Jodko M., Mularczyk A., Urban M.: Wpływ fungicydów na jakość i zdrowotność ziarna jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2008, **48(1)**: 237-245.
10. Noworolnik K.: Wpływ właściwości odmian i czynników siedliskowych na reakcję jęczmienia jarego na gęstość siewu i nawożenie azotem. *Biul. IHAR*, 1998, **207**: 63-68.
11. Noworolnik K.: Znaczenie gęstości siewu jęczmienia jarego wysiewanego w różnych terminach na trzech kompleksach glebowo-rolniczych. *Pam. Puł.*, 1999, **126**: 71-76.

12. Noworolnik K.: Wpływ czynników edaficznych na plon ziarna i białka jęczmienia jarego. Pam. Puł., 2001, **126**: 71-76.
13. Noworolnik K.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG-PIB, 2003, **8**: 1-66.
14. Noworolnik K.: Plon ziarna i białka odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu. Acta Agroph., 2007, **10(3)**: 617-623.
15. Noworolnik K.: Wpływ odmian i dawki azotu na strukturę plonu i zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego. Fragm. Agron. 2008, **97**: 261-269.
16. Noworolnik K.: Znaczenie parametrów siewu w integrowanej technologii produkcji jęczmienia jarego. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2012, **30(4)**: 23-40.
17. Noworolnik K.: Wpływ wybranych herbicydów na plonowanie i zachwaszczenie odmian jęczmienia jarego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2010, **50(1)**: 313-316.
18. Noworolnik K.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego. Pam. Puł., 2010, **152**: 191-198.
19. Noworolnik K.: Effect of sowing rate on yielding and grain quality of new cultivars of spring barley. Polish J. Agr., 2010, **3**: 20-23.
20. Noworolnik K.: Plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego w zależności od dawki azotu. Fragm. Agron., 2013, **3**: 123-131.
21. Noworolnik K.: Cechy morfologiczne i jakościowe oraz plonowanie jęczmienia jarego w zależności od odmian i terminu siewu. Fragm. Agron., 2013, **4**: 105-113.
22. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Wpływ wybranych fungicydów na plonowanie kilku odmian jęczmienia jarego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2011, **51(2)**: 668-671.
23. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Plon ziarna i białka jęczmienia jarego nagoziarnistego i oplewionego w różnych warunkach siedliska w zależności od gęstości siewu. Pam. Puł., 2004, **138**: 117-123.
24. Noworolnik K., Terelak H.: Plonowanie jęczmienia jarego i owsa oraz ich mieszanki w zależności od warunków glebowych. Rocz. Glebozn., 2005, **(56)3/4**: 60-66.
25. Noworolnik K., Terelak H.: Wpływ agrochemicznych właściwości gleb na plon ziarna i białka jęczmienia jarego i owsa oraz ich mieszanki. Rocz. Glebozn., 2006, **(57)3/4**: 72-79.
26. Noworolnik K., Wirkijowska A., Rzedzicki Z.: Znaczenie błonnika pokarmowego w diecie oraz jego zawartość w ziarnie jęczmienia jarego w zależności od odmian i gęstości siewu. Fragm. Agron., 2013, **3**: 132-139.
27. Noworolnik K., Wirkijowska A., Mikos-Szymańska M.: Effect of genotype and nitro gen fertilization on grain yield and quality of spring barley intended for health food use. Bulg. J. Agric. Sci., 2014, **20(3)**: 594-598.
28. Pecio A., Bichoński A.: Nawożenie azotem i chemiczna ochrona roślin przed chorobami jako czynniki plonowania jęczmienia jarego. Biul. IHAR, 2009, **252**: 201-213.
29. Praca zbiorowa pod red. H. Gąsiorowskiego: Jęczmień – chemia i technologia. PWRL, Warszawa 1997, ss. 282.
30. Praca zbiorowa: Lista opisowa odmian. Rośliny zbożowe. COBORU, 2013, ss. 174.
31. Praca zbiorowa: Integrowana produkcja jęczmienia ozimego i jarego. IOR-PIB, Poznań 2010, ss. 140.
32. Rzedzicki Z., Wirkijowska A.: Charakterystyka składu chemicznego przetworów jęczmiennych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. Żywność-Nauka, Technologia, Jakość, 2008, **1(56)**: 52-64.

33. Rzedzicki Z., Sykut E., Wirkijowska A., Nita Z.: Błonnik pokarmowy najważniejszym wyróżnikiem jakości zbóż spożywczych. *Fragm. Agron.* 2008, **97**: 357-371.
 34. Urban M.: Ocena wpływu herbicydów na plon, jakość ziarna i słoć odmian jęczmienia jarego i ozimego. *Rozprawy Naukowe IOR*, 2007, **16**: 1-58.
 35. Yalçın E., Çelik S., Akar T., Sayim I., Köksel H.: Effects of genotype and environment on β -glucan and dietary fiber contents of hull-less barleys grown in Turkey. *Food Chem.* 2007, **101**: 171-176.
 36. Zbrozzyk T., Nowak W.: Wpływ poziomu ochrony i nawożenia azotem na plonowanie i skład chemiczny kilku odmian jęczmienia jarego pastewnego. II. Skład chemiczny. *Biul. IHAR*, 2009, **251**: 145-152.
 37. Żuk-Golaszewska K.: Produkcyjność i produktywność jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) uprawianego w różnych warunkach agrotechniki. *Rozprawy i Monografie UWM Olsztyn*, 2008, **136**: 1-110.
-

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 208
e-mail: knoworolnik@iung.pulawy.pl

Eliza Gawel

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

WYBRANE ZAGADNIENIA TECHNOLOGII UPRAWY ROŚLIN BOBOWATYCH DROBNONASIENNYCH*

Słowa kluczowe: bobowate drobnonasienne, mieszanki bobowato-trawiaste, oddziaływanie bobowatych na glebę, wiązanie azotu atmosferycznego, technologia uprawy bobowatych i mieszanek bobowato-trawiastych

Wstęp

Pasze objętościowe dla zwierząt przeżuwających produkowane są na trwałych użytkach zielonych i gruntach ornych. Posiadane w gospodarstwie użytki zielone zazwyczaj nie zapewniają wystarczającej ilości paszy dla bydła na okres zimowy ze względu na niski poziom plonowania. Przeciętny plon siana w 2012 r. wynosił $5,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na łąkach i $3,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na pastwiskach trwałych (42). W doświadczeniach realizowanych w latach 2009–2012 w IUNG-PIB w Puławach poziom plonowania roślin wieloletnich bobowatych drobnonasiennych uprawianych na użytkach przemiennych był znacznie większy i wynosił od $7,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w zasiewach czystych do $19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w mieszankach z trawami (35, 36). Powierzchnia łąk i pastwisk w kraju ulega okresowym zmianom, o czym świadczą dane GUS z ostatnich lat. Następują wyłączenia niektórych terenów z użytkowania rolniczego spowodowane przeznaczeniem ich pod budownictwo, drogi, zalesianie lub inne. Zmieniła się też w ciągu ostatnich kilku lat proporcja łąk i pastwisk. Dane GUS z 2013 r. (42) wykazują, że zwiększyła się powierzchnia pastwisk do 161,5 tys. ha kosztem łąk. Aktualnie areal pastwisk przekroczył poziom z 2000 r. Rośliny bobowate drobnonasienne w siewie czystym i w mieszankach z trawami uprawia się w gospodarstwach prowadzących chów przeżuwaczy, produkujących mleko i żywiec wołowy. Polskie łąki i pastwiska trwale charakteryzuje poza małą wydajnością także niska wartość pokarmowa spowodowana brakiem roślin bobowatych drobnonasiennych w runi bądź niewielkim ich udziałem. K l ę c z e k i in. (56) wykazali poprawę plonowania, wartości białkowej i strawności paszy wraz ze zwięks-

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

szeniem udziału roślin bobowatych w runi. Ponadto zaobserwowano korzystniejszą proporcję węglowodanów do białka w paszy mieszanek w porównaniu z siewem jednogatunkowym traw i bobowatych drobnonasiennych (49). Na przemiennych użytkach zielonych uprawianych na gruntach ornych wytwarza się również dużo wartościowej paszy zarówno w plonie głównym, jak też w międzyplonach. Po wprowadzeniu dopłat unijnych do uprawy roślin bobowatych ich areal zwiększył się znacznie z 91,3 tys. ha w 2008 r. do 146,4 tys. ha w 2011 r. Największą popularnością wśród rolników cieszy się koniczyna łąkowa (75,4 tys. ha), następnie lucerna (34,6 tys. ha) i seradela. W połowie ubiegłego stulecia, w okresie wysokich cen i małej podaży nawozów mineralnych na rynku podobny areal bobowatych drobnonasiennych przeznaczano na paszę i „zielony nawóz” na przyoranie. Aktualnie niemal w całości zasiewy bobowych przeznaczane są na paszę dla zwierząt, a w 2009 r. przyorano tylko około 5 tys. ha tych upraw (42).

W naszym kraju pasza z przemiennych użytków zielonych skarmiana jest w postaci zielonki koszonej, pastwiska, siana, coraz częściej sporządza się z tej runi sianokiszonkę i kiszonkę. Z powodów finansowych rzadko produkowany jest susz przemysłowy. Analiza ekonomiczna kosztów bezpośrednich ponoszonych w uprawie mieszanek bobowato-trawiastych oraz jednostkowych kosztów produkcji suchej masy i jednostek pokarmowych wykazała, iż spasanie runi jest ekonomicznie korzystniejsze niż koszenie i wytwarzanie sianokiszonki (39). Bobowate drobnonasienne wzbogacają runi trwałych i krótkotrwałych użytków zielonych, zwiększają wydajność i obniżają jednostkowe koszty produkcji suchej masy energii i białka, poprawiają smakowość paszy oraz wartość pokarmową; wszystko to w efekcie prowadzi do obniżenia kosztów żywienia i osiągania lepszych efektów w produkcji zwierzęcej (43). Jednak w procesie wytwarzania paszy ważna jest technologia, a więc wykonywanie różnych zabiegów prato- i agrotechnicznych prowadzących do uzyskania efektów produkcyjnych. Od nich zależy wielkość produkcji roślinnej oraz jakość wytworzonej paszy, a także wydajność mleczna i produkcja żywca wołowego.

Celem niniejszego opracowania jest ocena wpływu niektórych elementów technologii uprawy roślin bobowatych drobnonasiennych na wydajność i jakość pozyskanej paszy.

Rola roślin bobowatych i ich wpływ na środowisko glebowe

Bobowate drobnonasienne uzupełniają bazę paszową dla zwierząt, są również ogniwem zmianowania wzbogacającym glebę w substancję organiczną, składniki pokarmowe, poprawiającym też strukturę gleby i jej właściwości fizykochemiczne (30). Po uprawie bobowatych w warunkach polowych pozostaje duża masa resztek pozbiorowych, które w sposób bezpośredni użyźniają glebę. Pośrednio przez wyprodukowaną paszę wpływają też na wielkość produkcji obornika i tym samym poprawiają bilans próchnicy i żyzność gleby (5, 6, 10, 40, 65). Masa resztek pozostałych po ich uprawie w warstwie ornej zależy od gatunku rośliny bobowatej

i z reguły jest większa w przypadku wieloletnich bobowatych niż jednorocznych. Znacznie większą masę resztek pozostawiają korzenie niż części nadziemne tych roślin (tab. 1). Prezentowane w tabeli 1 wyniki wskazują, iż więcej resztek pozbiorowych pozostaje w warunkach pastwiska polowego w porównaniu z kośnym wykorzystaniem runi. B a w o l s k i (11, 12) wykazał, że mieszanki dostarczają o 25–27% więcej resztek pozbiorowych zasobnych w azot, potas, fosfor, i wapń niż bobowate drobnonasienne uprawiane w siewie czystym.

Tabela 1

Sucha masa resztek pozbiorowych po 4 latach uprawy mieszanek bobowatych drobnonasiennych z trawami ($t \cdot ha^{-1}$)

Mieszanki	Frakcje resztek pozbiorowych							
	bobowate		trawy		chwasty		razem	
	n*	k**	n	k	n	k	n	k
zmienne użytkowanie								
<i>Tr</i> *** (25%) + <i>Tp</i> (25%) + <i>Lp</i> (15%) + <i>Dg</i> (15%) + <i>Tp</i> (10%) + <i>Fr</i> (10%)	0,06	0,04	0,99	4,38	0,13	0,10	1,19	4,51
<i>Tp</i> (50%) + <i>Lp</i> (20%) + <i>Fp</i> (20%) + <i>Php</i> (10%)	0,05	0,02	0,61	3,21	0,36	0,55	1,01	3,78
<i>Mv</i> (50%) + <i>Dg</i> (20%) + <i>Fp</i> (20%) + <i>Php</i> (10%)	0,42	2,34	1,97	3,80	0,18	0,34	1,79	6,48
<i>Tr</i> (25%) + <i>Mv</i> (25%) + <i>Lp</i> (15%) + <i>Dg</i> (15%) + <i>Fp</i> (10%) + <i>Fr</i> (10%)	0,23	0,69	1,08	5,14	0,06	0,09	1,38	5,93
pastwisko dla bydła								
<i>Tr</i> (25%) + <i>Tp</i> (25%) + <i>Lp</i> (15%) + <i>Dg</i> (15%) + <i>Tp</i> (10%) + <i>Fr</i> (10%)	0,39	0,74	0,78	4,45	0,07	0,18	1,24	5,37
<i>Tp</i> (50%) + <i>Lp</i> (20%) + <i>Fp</i> (20%) + <i>Php</i> (10%)	0,19	0,41	0,49	2,98	0,37	0,93	1,04	4,33
<i>Mv</i> (50%) + <i>Dg</i> (20%) + <i>Fp</i> (20%) + <i>Php</i> (10%)	0,57	2,64	0,57	2,80	0,15	0,66	1,30	6,10
<i>Tr</i> (25%) + <i>Mv</i> (25%) + <i>Lp</i> (15%) + <i>Dg</i> (15%) + <i>Fp</i> (10%) + <i>Fr</i> (10%)	0,58	2,29	0,76	3,80	0,18	0,32	1,51	6,42

* części nadziemne; ** korzenie; *** *Tr* – *Trifolium repens*, *Tp* – *Trifolium pratense*, *Lp* – *Lolium perenne*, *Dg* – *Dactylis glomerata*, *Tp* – *Trifolium pratense*, *Fr* – *Festuca rubra*, *Fp* – *Festuca pratense*, *Php* – *Phleum pratense*, *Mv* – *Medicago x varia*

Źródło: Gawel i in., 2012 (40)

Bobowate drobnonasienne podnoszą żyzność gleb, a jej zwiększona produktywność po tych roślinach utrzymuje się przeciętnie trzy lata. Najwięcej korzystają z niej rośliny następcze uprawiane w pierwszym i drugim roku po bobowatych. Rośliny te poprawiają stan fizyczny i napowietrzenie gleby. Chronią też glebę przed różnymi rodzajami erozji i wymywaniem składników pokarmowych w okresie jesienno-zimowym.

Ważną cechą roślin bobowatych jest możliwość symbiozy z bakteriami brodawkowymi wiążącymi azot cząsteczkowy z powietrza. Dzięki tej umiejętności odgrywają one istotną rolę w bilansie azotu w glebie i obiegu tego składnika w przyrodzie. Ilość przyswojonego przez bobowate azotu atmosferycznego przetworzonego na formę

amonową, dostępną dla roślin, jest niekiedy znacząco wysoka ($50\text{--}250\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (33). Oszacowanie faktycznej ilości azotu związanego biologicznie jest trudne do zrealizowania. Ostatnie, bardziej precyzyjne, badania modelowe uwzględniają transfer azotu z roślin bobowatych za pośrednictwem gleby do traw oraz transfer azotu za pośrednictwem wypasanych zwierząt, jak też immobilizację pewnych ilości azotu w glebowej materii organicznej (52, 61, 62). Skwantyfikowanie dokładnej ilości azotu atmosferycznego związanego symbiotycznie przez bakterie i asymilowanego przez rośliny bobowate jest złożonym i trudnym zagadnieniem. Metoda opisana przez H ø g h-J e n s e n a i i n. (52) pozwala na dokładniejsze określenie ilości tego składnika, między innymi poprzez uwzględnienie wnoszenia azotu z plonem roślin bobowatych. Dotychczas parametr ten nie był brany pod uwagę w metodach badawczych. Wcześniej w naszym kraju przyjmowano, że na każdy 1% udziału koniczyny białej w runi mieszanek przypada przyrost plonu 78 kg suchej masy i 16 kg białka ogólnego oraz $2,6\text{ kg}$ związanego azotu atmosferycznego (55). Poza tym poprzednie metody kwantyfikacji ilości azotu związanego przez bakterie brodawkowe w wyniku symbiozy z roślinami bobowatymi nie uwzględniały rodzaju gleby, na której je uprawiano, gatunku rośliny bobowatej i sposobu użytkowania zasiewu, a są to czynniki, które mają zasadniczy wpływ na przebieg tego procesu. P i e t r z a k (62) stwierdził mniejsze wiązanie azotu atmosferycznego na pastwisku niż w warunkach koszenia oraz na glebach piaszczystych uboższych w składniki pokarmowe i wodę w porównaniu z glebą gliniastą. S z y m a n o w i c z i i n. (66) podają, że średnio w sezonie wegetacyjnym rutwica wschodnia redukuje około $312,3\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, a największą ilość – $379,7\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, zanotowano w fazie kwitnienia, co świadczy o wysokiej intensywności procesu biologicznej redukcji azotu cząsteczkowego w tej fazie rozwojowej rośliny. W celu poprawy produktywności gleby stosuje się inokulację nasion roślin bobowatych albo gleby bakteriami symbiotycznymi, azotobakterem i promieniowcami, które nie tylko wiążą azot atmosferyczny, ale też produkują różne związki chemiczne, jak np. azotobakter auksyny, gibereliny, pirydoksynę, biotynę i kwas nikotynowy, konieczne do rozwoju roślin bobowatych (1). W celu zwiększenia efektywności wiązania azotu symbiotycznego stosuje się też zaprawianie nasion ekstraktem zawierającym czynniki Nod lub opryskuje rośliny, bądź realizuje obie formy zabiegów jednocześnie w celu wspomagania przebiegu procesu symbiozy i rozwoju brodawek korzeniowych. Czynniki Nod uczestniczą w wymianie informacji między bakteriami symbiotycznymi i rośliną bobowatą, prowadzą one do infekcji systemu korzeniowego i powstania brodawek korzeniowych. Badania realizowane na grochu przez P o d l e ś n e g o i in. (63, 64) wykazały lepszy rozwój roślin bobowatych, zwiększenie liczby i masy brodawek korzeniowych oraz wzrost plonu nasion grochu po zastosowaniu czynników Nod (tab. 2).

Uprawa roślin bobowatych w mieszankach z trawami lub innymi roślinami dwuliściennymi nieposiadającymi zdolności do symbiozy z bakteriami brodawkowymi *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* i *Sinorhizobium* umożliwia im korzystanie z azotu

asymilowanego przez bakterie brodawkowe. Związki azotu w formie dostępnej dla roślin uwalniane są w trakcie rozpadu obumarłych brodawek korzeniowych i korzeni roślin bobowatych do gleby skąd pobierane są przez rośliny jednoliścienne i niebobowate rośliny dwuliścienne. Ilość azotu transferowanego do roślin niebobowatych może być znaczna (kilka do kilkadziesiąt kilogramów) i zależy od wielu czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Asymilacja azotu cząsteczkowego z powietrza przez rośliny bobowate i jego transfer do innych roślin ogranicza zużycie nawozów mineralnych, co znacznie redukuje koszt produkcji pasz oraz przyczynia się do zmniejszenia skażenia środowiska związkami azotu pochodzącymi z nawozów mineralnych.

Tabela 2

Liczba i masa brodawek korzeniowych w fazie zielonych roślin grochu (BBCH 75)

Wyszczególnienie	Moczenie	Oprysk		
		kontrola	SP – roztwór czynników Nod	średnia
Liczba brodawek korzeniowych na roślinie	Kontrola	9,8aA*	13,5aB	11,6a
	SS – moczenie nasion	11,4bA	13,1aB	12,2b
	Średnia	10,6A	13,3 ^B	
Zielona masa brodawek (g/roślinę)	Kontrola	1,04aA	1,46aB	1,25a
	SS – moczenie nasion	1,12bA	1,40aB	1,26b
	Średnia	1,08A	1,43B	
Sucha masa brodawek (g/roślinę)	Kontrola	0,21aA	0,35aB	0,28a
	SS – moczenie nasion	0,24bA	0,36aB	0,30a
	Średnia	0,22A	0,35a	

* Wartości oznaczone literami: ^{A,B} – różnią się istotnie w wierszach; ^{a,b} – różnią się istotnie w kolumnach

Źródło: Podleśny i in., 2013 (63)

Bobowate na trwałych użytkach zielonych

Produkcyjność łąk i pastwisk trwałych zależy głównie od stosowanego nawożenia, pielęgnacji i składu gatunkowego runi. Ruń, w której nie występują rośliny bobowate plonuje słabo; gorsza jest również jakość produkowanej paszy, gdyż zazwyczaj dominują w niej gatunki o niższej wartości użytkowej (56). Według Wasilewskiego i Sutkowskiej (69) by zapewnić produkcję paszy o składzie chemicznym odpowiednim dla przeżuwaczy, w składzie botanicznym runi łąk i pastwisk bobowate powinny stanowić 20–30%, zioła i chwasty do 20%, a trawy 60–70%. W praktyce zagadnienie to wygląda całkowicie odmiennie, gdyż bobowate w runi stanowią zaledwie kilka procent lub nie występują w niej wcale. Dlatego tak ważne jest wzbogacenie runi użytków zielonych poprzez podsiew roślinami bobowatymi lub mieszkankami bobowato-trawiastymi (44, 45). W celu poprawy składu botanicznego i wydajności

łąk oraz pastwisk oprócz mieszanek wieloletnich można również do podsiewu stosować gatunki jednoroczne, jak koniczyna perska, koniczyna Aleksandryjska i życica wielokwiatowa (24). Oba komponenty mieszanek bobowaty i trawiasty wywierają na siebie pozytywny wpływ. H a r a s i m (48) stwierdziła wzrost wysokości pędów trawy, zwiększenie liczby pędów i liści na roślinie oraz plonu z pojedynczej rośliny i jednostki powierzchni po każdorazowym zwiększeniu udziału koniczyny białej o następne 25% w runi mieszanek. Komponent bobowaty wprowadzony do runi jako bogatszy w składniki mineralne i białko może całkowicie lub w znacznym stopniu pokryć zapotrzebowanie zwierząt przeżuujących na te składniki (45). Wraz ze wzrostem udziału roślin bobowatych zwiększa się wartość pastewna runi (46).

Renowacji łąk i pastwisk trwałych dokonuje się poprzez: nawożenie, podsiew z częściową renowacją starej darni (siew bezpośredni w run), całkowite niszczenie starej darni metodą pełnej uprawy (z orką) i nowy zasiew mieszanek bobowato-trawiastych oraz renowację przy wykorzystaniu herbicydów nieselektywnych i siew nasion mieszanek bobowato-trawiastych. Wybór metody podsiewu zależy od stopnia degradacji darni i występujących w niej gatunków roślin. Najczęściej podsiew stosuje się w warunkach znacznego uproszczenia składu gatunkowego, dużego zachwaszczenia i na glebach organicznych, by ograniczyć proces ich murszenia i mineralizacji po ewentualnych intensywnych uprawach. Całkowite niszczenie starej runi, orka i ponowny zasiew są bardzo kosztowne. Wykonuje się je przy silnym zajęciu runi przez uciążliwe chwasty wieloletnie i kłaczaste, najczęściej na glebie mineralnej. Na glebie organicznej z powodzeniem można stosować herbicydy zawierające glifosad do nieselektywnego niszczenia runi zdegradowanych łąk i pastwisk po zbiorze drugiego odrostu runi. Po upływie około 5–6 tygodni należy wykonać siew mieszanek (4). Podsiew wykonuje się po odpowiednim przygotowaniu runi specjalnie w tym celu skonstruowanymi siewnikami wprowadzającymi nasiona mieszanek bobowato-trawiastych bezpośrednio do gleby (58). Badania wykazały, że koniczyny biała, białoróżowa i łąkowa, a ostatnio także lucerna siewna i mieszańcowa nadają się do siewu bezpośredniego i skutecznie zmieniają skład gatunkowy runi, zwiększają jej wydajność oraz ograniczają poziom nawożenia mineralnego, zwłaszcza azotem (7, 8, 9, 22, 59, 70). D e m b e k i Ł y s z c z a r z (22) po podsiewie uzyskali wydajność pastwiska 4400 JPM ha⁻¹ i wydajność mleczną około 6 tys. litrów mleka z 1 ha na rok, a plon suchej masy po tym zabiegu wzrósł niemal dwukrotnie w porównaniu ze średnią krajową wynoszącą w tym okresie 3,6 t·ha⁻¹.

Bobowate na przemiennych użytkach zielonych

Najważniejszym zagadnieniem związanym z zakładaniem przemiennych użytków zielonych na gruntach ornych jest dobor gatunków bobowatych drobnonasiennych i traw do mieszanek, udział tych roślin w mieszankach, nawożenie (zwłaszcza azotem), sposób i intensywność użytkowania oraz pielęgnacja zasiewów. Z takich upraw

uzyskuje się nie tylko cenną zielonkę i ruń pastwiskową, ale też pozyskuje się bardzo dobry surowiec do produkcji sianokiszonek i kiszonek. Dużą uwagę zwraca się więc na równomierność podaży paszy w sezonie oraz stabilny w pokosach i zrównoważony w sezonie wegetacyjnym pod względem energetycznym i białkowym skład chemiczny paszy. Pasze uzyskane z tych zasiewów są alternatywą dla drogich pasz białkowych i stanowią ważny element żywienia krów i bydła opasowego. Wiele badań prowadzonych na użytkach przemiennych dotyczy doskonalenia technologii uprawy mieszanek koniczyn białej i łąkowej oraz lucerny z wartościowymi gatunkami traw, jak: życica trwała, kostrzewa łąkowa, tymotka łąkowa oraz mieszańców międzygatunkowy festulolium dostarczających przez kilka lat po zasiewie cennej paszy (14, 35, 36, 39, 43, 44, 46, 48, 49, 51, 56). Mieszanek bobowatych drobnonasiennych wykorzystywane do zakładania przemiennych użytków zielonych różnią się ze względu na ilość wysiewu, udział komponentów w mieszankach oraz jakość paszy (14, 17, 51). W praktyce rolniczej można uprawiać mieszanek proste (dwugatunkowe) i złożone (wielogatunkowe). Z opracowania B e n e d y c k i e g o (13) wynika, że zastosowanie w mieszankach kilku gatunków roślin różniących się wymaganiami siedliskowymi, składem chemicznym oraz konkurencyjnością korzystnie wpływa na plonowanie i jakość paszy. Podobne rezultaty uzyskali również inni autorzy (14, 27, 28, 32, 34, 36). W badaniach własnych przeprowadzonych na mieszankach dwu- i trójskładnikowych koniczyny łąkowej z 30% udziałem traw nie potwierdzono tej opinii (68). Również w przypadku pastwiskowych mieszanek koniczyny białej z trawami nie zawsze większa liczba gatunków w mieszankach gwarantuje wzrost plonowania runi (51).

Do mieszanek z koniczną łąkową (cvcv. di - i tetraploidalne) stosuje się: kostrzewę łąkową, tymotkę łąkową i życicę trwałą (16, 18). Tymotka wyróżnia się małą konkurencyjnością w stosunku do bobowatych drobnonasiennych i nie wypiera ich z łanu mieszanek. Lepsza trwałość charakteryzuje tetraploidy, dlatego są one bardziej przydatne do uprawy w mieszankach z trawami niż diploidy (37, 38), ale są bardziej podatne na choroby grzybowe. Ze względu na wydajność i jakość paszy najkorzystniejszy jest 50% wysiew stosowany w uprawie jednogatunkowej koniczyny i traw. Po wysianiu takiej mieszanki uzyskuje się paszę zrównoważoną pod względem energetycznym i białkowym, o korzystnym składzie mineralnym. Najczęściej jednak pod wpływem różnych czynników siedliskowych, klimatycznych i agrotechnicznych w runi dominuje jeden z komponentów mieszanki. Badania realizowane przez B o j a r s z c z u k i i n. (14) nad produktywnością mieszanek pastwiskowych z 20, 35 i 50% łącznym udziałem koniczyny białej, łąkowej i białoróżowej w mieszance z trawami wykazały istotnie najwyższe plonowanie z mieszanek z 20% udziałem roślin bobowatych (tab. 3). W tych badaniach zanotowano malejący plon suchej masy mieszanek wraz ze wzrostem udziału roślin bobowatych w mieszankach, jak również zaobserwowano najniższe plonowanie mieszanek przy 50% łącznym udziale trzech gatunków koniczyn w mieszankach. W literaturze spotyka się różne, często sprzeczne ze sobą opinie na temat wpływu udziału gatunków roślin bobowatych i traw w wysianej mieszance

na jej wydajność. H a r a s i m (50), stwierdziła obniżenie poziomu plonowania runi przy dużym (75%) udziale nasion koniczyny białej, natomiast D e m b e k (21) uzyskała wyższe plony w przypadku 60% udziału nasion koniczyny białej w zestawieniu z mieszkanką, w której koniczyny białej było zaledwie 30%.

Tabela 3

Plon suchej masy mieszanek koniczyny białej, łąkowej i białoróżowej z trawami przy różnych sposobach użytkowania runi

Udział nasion roślin motylkowatych w mieszankach (%)	Plon suchej masy (t·ha ⁻¹)			Plony łączne
	lata wegetacji			
	rok siewu	I rok pełnego użytkowania	II rok pełnego użytkowania	
użytkowanie pastwiskowo-kośne				
20	1,69	7,66	10,69	20,20
35	1,69	7,42	10,08	19,19
50	1,77	7,25	9,69	18,71
NIR $\alpha = 0,05$	r.n.	r.n.	0,45	0,40
użytkowanie kośno-pastwiskowe				
20	1,62	9,80	10,88	22,38
35	1,75	10,26	11,01	23,19
50	1,74	10,44	10,70	22,72
NIR $\alpha = 0,05$	r.n.	0,32	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Bojarszczuk i in., 2011 (14)

Z lucerną dobrze komponują się poza wymienionymi wcześniej gatunkami traw wieloletnich również: kupkówka pospolita, stokłosa obiedkowata, rajgras wyniosły (zwłaszcza w suchszych warunkach) i festulolium, aczkolwiek gatunek ten przejawia dość dużą konkurencyjność w stosunku do roślin bobowatych drobnonasiennych (15, 17, 29, 35, 36, 39). Do uprawy w Polsce zaleca się krajowe odmiany lucerny mieszańcowej, bardziej dostosowane do warunków klimatycznych naszego kraju, które są bardziej trwałe niż odmiany lucerny siewnej pochodzące z zagranicy. W mieszkankach z lucerną udział komponentów w wysianej mieszance zależy od warunków wilgotnościowych. W warunkach dobrego uwilgotnienia gleby wskazany jest większy udział traw w mieszance. Natomiast w suchszych warunkach zaleca się zwiększenie udziału lucerny nawet do 75%, gdyż dzięki głębokiemu systemowi korzeniowemu jest ona odporna na niedobór wilgoci w glebie i dobrze plonuje w rejonach z niedoborem opadów. Spośród lucerny siewnej i mieszańcowej wybór odmiany do mieszanek z trawami użytkowanymi kośnie nie ma większego znaczenia. Większość aktualnie dostępnych odmian dobrze znosi zbiór 3–4 pokosów w sezonie wegetacyjnym. W intensywniejszym użytkowaniu zamiera znaczna liczba roślin już w pierwszym roku użytkowania. Lucernę charakteryzuje wzniesiony pokrój roślin i szyjka korzeniowa (organ spichrzowy) często wyrastająca ponad powierzchnię gleby, dlatego

gatunek ten jest wykorzystywany głównie w użytkowaniu kośnym. Jednak przeznaczając zasiew lucerny z trawami na pastwisko dla przeżuwaczy, należy do mieszanek stosować odmiany trwałe, odporne na udeptywanie i przygryzanie przez zwierzęta z nisko osadzonymi nad powierzchnią gleby lub wciągniętymi w nią szyjkami korzeniowymi (2, 23, 25, 26, 29, 30, 39). W Polsce lucernę wykorzystuje się na pastwiskach polowych w niewielkim zakresie, aczkolwiek ostatnio wzrasta zainteresowanie tym użytkowaniem. W Zakładzie Uprawy Roślin Pastewnych IUNG-PIB w Puławach Borwiecki i Gaweł (17) oraz Gaweł (25, 26, 27, 28, 29) przeprowadzili cykl badań dotyczących tej tematyki. W Ameryce Północnej i Południowej, Afryce Północnej i Południowej, Nowej Zelandii i Australii stosuje się lucernę na pastwiskach przemennych użytkowanych systemem kośno-pastwiskowym. Również w Europie, we Francji, na Węgrzech, i w Hiszpanii, a nawet Estonii wypasane są mieszanki z lucerną. Ponadto w tych państwach prowadzona jest hodowla pastwiskowych odmian tego gatunku. Znane są dwa typy lucerny predysponowane na pastwiska. W rejonach suchych o surowych zimach stosowane są odmiany płozące lub o łodygach pochylonych, posiadające zdolność do rozmnażania wegetatywnego. W rejonach o dużym uwilgotnieniu na pastwiska stosuje się odmiany lucerny o wyprostowanym pokroju rośliny, trwałe, wytwarzające dużą i głęboko osadzoną w glebie szyjkę korzeniową, z której wyrasta duża liczba pędów. U lucerny szybkość odrastania po wypasie i ilość odrastających pędów zależy właśnie od wielkości tego organu zapasowego. Badania zrealizowane w IUNG-PIB w Puławach wykazały przydatność do użytkowania pastwiskowego polskiej odmiany typu kośnego Radius oraz zagranicznych odmian typu pastwiskowego Luzelle (francuska) i Szentesi Róna (węgierska) w dwugatunkowych mieszankach z kupkówką pospolitą, kostrzewą łąkową lub tymotką łąkową (25, 26). Najlepszym plonowaniem w trzyletnim wypasaniu charakteryzowała się mieszanka lucerny odmiany Luzelle z kupkówką pospolitą. Odmiana Radius w mieszance z kostrzewą łąkową nadaje się na dwuletnie spaszanie, a Szentesi Róna – na jednoroczne (nie licząc roku siewu). Późniejsze badania w zakresie oceny najlepszego sposobu spaszania runi i najkorzystniejszej intensywności wypasania wykazały ponadto dobre plonowanie i trwałość lucerny w warunkach południowego Mazowsza amerykańskich odmian Legend (odmiana wielolistkowa) i Maxi Graze (odmiana przydatna do wypasu ciągłego) (27, 28) oraz dobrą jakość paszy i niski poziom plonów mieszanek intensywnie wypasanych (29, 30, 39).

Na pastwiska polowe dla koniczyny białej odpowiednimi gatunkami do mieszanek są: życica trwała, kostrzewa łąkowa i czerwona, tymotka łąkowa, kupkówka pospolita (47, 48, 49, 51). Wskazany jest około 30% udział koniczyny białej w runi spasanej zwierzętami. Taka ilość tego gatunku w mieszankach z trawami gwarantuje wysoki poziom plonowania, podobny do wydajności traw nawożonych azotem w dawce 150–180 kg N·ha⁻¹. Koniczyna obecna w runi stymuluje wzrost i rozwój traw oraz ich plonowanie (48). Jednak zbyt wysoki udział koniczyny białej może być przyczyną „przebiełczenia paszy” i dużych strat białka podczas procesu trawienia tego składnika organicznego w przewodzie pokarmowym zwierząt.

Z udziałem roślin bobowatych w mieszankach z trawami ściśle wiąże się poziom nawożenia mieszanek azotem, zwykle należy go ograniczyć w przypadku dominacji roślin bobowatych w runi. Natomiast kiedy traw jest więcej niż bobowatych, zwiększa się dawkę tego składnika. Największą efektywność nawożenia mieszanek azotem stwierdzono dla dawki 60–120 kg N·ha⁻¹ w pierwszym roku użytkowania i 180 kg N·ha⁻¹ w następnym roku, gdy runi zdominowana jest przez trawy (18, 67). Przy wysokim 70% udziale koniczyny łąkowej w runi mieszanek z trawami wystarczające jest nawożenie dawką 60 kg N·ha⁻¹ (67). W przypadku mieszanek lucerny z trawami uprawianych na glebie zasobnej w składniki pokarmowe roczna dawka azotu powinna wynosić 120 kg N·ha⁻¹ w pierwszym i 150 kg N·ha⁻¹ w drugim roku użytkowania. Bobowate uprawiane w mieszance z tymotką, z powodu mniejszych wymagań pokarmowych tego gatunku trawy można nawozić mniejszymi dawkami azotu tzn. 90–120 kg N·ha⁻¹ odpowiednio w pierwszym i drugim roku użytkowania.

Mieszanki bobowato-trawiaste mogą być też nawożone nawozami naturalnymi stałymi i płynnymi. Z reguły nawozy te wywierają pozytywny wpływ na plonowanie roślin, sprzyjają rozwojowi roślin bobowatych w mieszankach i korzystnie wpływają na zwiększenie ich udziału w runi (54). W literaturze spotyka się też odmienne opinie mówiące o braku reakcji mieszanek na nawożenie obornikiem lub kompostem. Gawel (31) nie stwierdziła wzrostu plonu suchej masy mieszanek koniczyny łąkowej i lucerny z trawami po zwiększeniu dawki kompostowanego obornika z 10 do 30 t·ha⁻¹ tego nawozu, ale jednocześnie zanotowała lepszą zasobność runi w Mg w pierwszym oraz P i K w drugim roku użytkowania. Z kolei inni badacze (14) wykazali wzrost poziomu plonowania runi pastwiskowej koniczyn z trawami po zwiększeniu ilości nawożenia kompostem z 5 do 15 t·ha⁻¹ (tab. 4).

Tabela 4

Plon suchej masy mieszanek przy różnych sposobach użytkowania runi w zależności od dawki kompostu

Dawka przekompostowanego obornika (t·ha ⁻¹)	Plon suchej masy (t·ha ⁻¹)			Plony łączne
	lata wegetacji			
	rok siewu	I rok pełnego użytkowania	II rok pełnego użytkowania	
użytkowanie pastwiskowo-kośne				
5	1,63	6,33	9,06	17,02
10	1,74	7,92	10,52	20,18
15	1,79	8,09	10,88	20,76
NIR $\alpha = 0,05$	r.n.	0,65	0,83	0,71
użytkowanie kośno-pastwiskowe				
5	1,74	9,07	10,04	20,85
10	1,87	10,00	10,32	22,19
15	1,50	11,43	12,24	25,17
NIR $\alpha = 0,05$	r.n.	1,25	0,75	1,25

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Bojarszczuk i in., 2011 (14)

Jakość paszy z mieszanek bobowato-trawiastych z punktu widzenia żywienia zwierząt jest zagadnieniem bardzo ważnym. Udowodniono wpływ terminu koszenia runi mieszanek, a ściślej fazy rozwojowej roślin podczas zbioru na jakość pozyskanej paszy, co na przykładzie badań nad lucerną wykazali Gawęł i Żurek (41, 72). We wcześniejszych fazach rozwojowych uzyskuje się paszę jakościowo lepszą, o większej koncentracji energii i białka oraz bardziej strawną. Zbiór lucerny w pełni pąkowania i zakończenia pąkowania powoduje wzrost zawartości suchej masy, włókna surowego, NDF, ADF, celuloz, ADL oraz substancji organicznej. Spada też udział liści w masie lucerny i zawartość N ogólnego, a także obniża się strawność substancji organicznej, wartość energetyczna i białkowa paszy. Runi pastwiska spasanego we wcześniejszych fazach rozwojowych lepiej pobierana jest przez zwierzęta, przekłada się to również na wyższą wydajność mleczną. Mieszkanki koszone i spasanie krowami co 21 dni odznaczały się niższym plonem, słabszą obsadą i trwałością roślin lucerny, lepszym wykorzystaniem runi pastwiska oraz korzystniejszym składem chemicznym niż eksploatowane z częstotliwością co 28, 35 i 42 dni (29, 30). Termin zbioru pierwszego pokosu wpływa także na skład chemiczny, wartość energetyczną i białkową paszy z mieszanek bobowato-trawiastych (41, 72). Lepszą jakościowo paszę objętościową pozyskuje się z wcześniej skoszonych łąk i użytków przemiennych uprawianych na gruntach ornych. Wczesny termin zbioru pozwala ograniczyć zużycie pasz treściwych i obniżyć jednostkowe koszty produkcji mleka i mięsa wołowego.

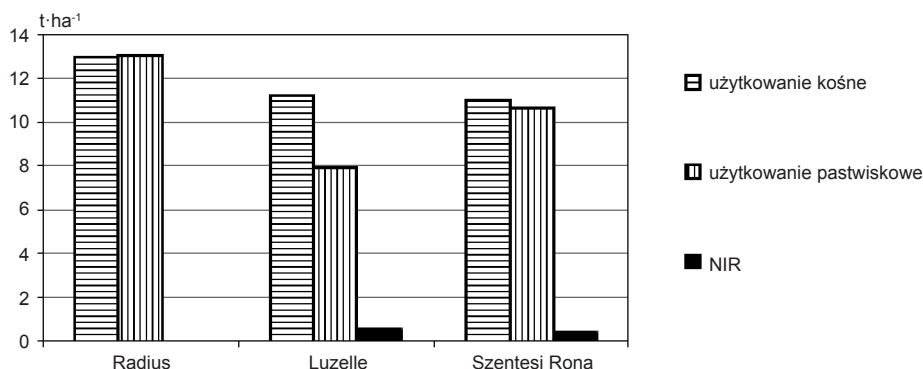
Ocena plonowania i jakości paszy z mieszanek koniczynowo-trawiastych wykazała, że zbiór trzech pokosów (pierwszego w fazie pąkowania koniczyny, a następnych w odstępach 35 dni) jest korzystniejszy pod względem produktywności i wartości pokarmowej niż zbiór dwóch pokosów (pierwszego w fazie kwitnienia koniczyny, a drugiego w odstępie 45 dni) (67).

Mieszkanki koniczyny białej z trawami dojrzałość technologiczną do wypasu uzyskują po osiągnięciu 30 cm wysokości runi. Aktualnie zaleca się rozpoczęcie pierwszego wypasu przy wysokości runi 20–25 cm, wtedy uzyskuje się paszę najlepszej jakości w całym sezonie pastwiskowym.

W niektórych krajach europejskich i poza Europą o łagodniejszym klimacie niż występujący w naszym kraju praktykuje się utrzymywanie zwierząt na pastwisku w okresie późnej jesieni i zimą. W związku z tym na takie użytkowanie należy dobierać gatunki i odmiany o dłuższym okresie wegetacji, dobrze znoszące wypas. Odmiany lucerny późno wchodzące w stan spoczynku zimowego w połączeniu z wcześniej rozpoczynającymi wegetację wiosną zastosowane razem w mieszkankach zapewniają ciągłość paszy w sezonie wegetacyjnym. Na pastwisku zimowym pozostawienie ostatniego jesienno-odrostu na zimę wiąże się niejednokrotnie z zanieczyszczeniem paszy mikotoksynami, które powstają w wyniku rozwoju chorób grzybowych w runi narażonej na opady atmosferyczne często występujące w tym okresie.

Sposób wykorzystania runi mieszanek bobowato-trawiastych jest również czynnikiem modyfikującym plonowanie i skład botaniczny. Zwykle w użytkowaniu kośnym

mieszanki plonują lepiej niż w warunkach wypasu zwierząt. Negatywny wpływ spasanania runi najczęściej nie ujawnia się w pierwszym roku tylko w następnym lub po kilku latach wypasania (rys. 1, tab. 5). Spadek wydajności mieszanek spaszanych zwierzętami może wynosić 15–25% plonu (tab. 5).



Rys. 1. Wpływ sposobu użytkowania mieszanek lucerny z trawami na plon suchej masy

Źródło: Gawel, 2000 (25)

Tabela 5

Plon suchej masy mieszanek koniczyny białej z trawami w warunkach dwóch sposobów użytkowania (t·ha⁻¹)

Lata badań	Sposób użytkowania		Relacja W:K (%)
	Koszenie (K)	Wypas (W)	
1993	10,8	8,9	82
1994	10,1	8,6	85
1995	9,5	7,1	75
Średnia	10,1	8,2	-

Źródło: Harasim, 2004 (49)

W użytkowaniu pastwiskowym długość okresu spasanania wpływa na plonowanie i trwałość bobowatych drobnonasiennych w mieszankach. W pierwszym, a nawet jeszcze w drugim roku użytkowania jednakowy poziom plonowania charakteryzował mieszanki lucerny i esparcety z trawami w wypasie krótko- i długotrwałym (27, 28). Ujemny wpływ długotrwałego wypasu przejawiający się spadkiem wydajności i obsady roślin bobowatych w runi nastąpił w trzecim roku użytkowania. Na trwałość roślin lucerny w runi długotrwanie spasanej największy wpływ miał czynnik genetyczny, a więc zastosowanie odpowiedniej odmiany predysponowanej do tego sposobu użytkowania. Gawel (28) wykazała znacznie większą trwałość odmiany amerykańskiej Maxi Graze w porównaniu z odmianami krajowymi i europejskimi. W przypadku mieszanek bobowatych drobnonasiennych z trawami wypas ciągły stosuje się prawie wyłącznie w hodowli w celu pozyskania odmian odpornych na wypas.

Jednostronne użytkowanie runi kośnie lub wypas zwierząt modyfikuje jej plonowanie i skład chemiczny. Najczęściej następuje spadek produktywności i uproszczenie składu gatunkowego runi, gdyż pasące się zwierzęta wyjadają rośliny selektywnie w oparciu o własne preferencje. Wskazana jest więc zmiana sposobu wykorzystania runi, najczęściej wykonuje się ją po 2–3 latach użytkowania lub w następnym sezonie wegetacyjnym. Można też stosować tzw. wypas okresowy. Haraśim (49) osiągnęła poprawę poziomu plonowania, lepsze wyjadanie i zwartości runi mieszanek w czwartym odroście runi pastwiska po skoszeniu poprzedniego odrostu.

W badaniach własnych dopiero w trzecim roku użytkowania kośno-pastwiskowego uzyskano lepszą wydajność mieszanek niż na pastwisku (35). Z kolei w innym doświadczeniu wykazano lepszą wydajność runi w kośno-pastwiskowym użytkowaniu w porównaniu z pastwiskowo-kośnym (14). Autorzy tych badań udowodnili, że sposób wykorzystania runi w pierwszym odroście kształtuje wydajność i wartość żywieniową runi.

Jednym z zabiegów pielęgnacyjnych wykonywanych w runi pastwiska w celu utrzymania pożądanego składu gatunkowego, wysokiej produktywności i wartości pokarmowej w turnusach pastwiskowych jest koszenie niedojadów po zakończonym wypasie zwierząt oraz usuwanie z powierzchni kwater starej niewyjedzonej roślinności i chwastów. Zabieg ten wykonuje się w celu zapewnienia wszystkim roślinom uprawnym w runi mieszanek jednakowych warunków do wzrostu i rozwoju. Z dotychczasowych badań realizowanych na runi pastwiskowej wynika, że masa pozostawionych niedojadów po turnusie pastwiskowym była zróżnicowana w zależności od gatunku roślin bobowatych w mieszankach z trawami. Z reguły więcej niedojadów pozostaje na pastwiskach z koniczyną łąkową i lucerną niż koniczyną białą (28, 29, 30, 31, 49). Niekiedy rolnicy wykonują zabieg koszenia niedojadów po każdym wypasie, czemu towarzyszy istotny spadek poziomu plonowania, ale run pastwiska cechuje wtedy wysoka wartość pokarmowa i bardzo dobre wykorzystanie przez pasące się zwierzęta (36). Jednak częste wykonywanie zabiegu wykaszania niedojadów wydaje się mało uzasadnione ze względów ekonomicznych. Na trwałych użytkach zielonych zaleca się realizację tego zabiegu pielęgnacyjnego po drugim turnusie pastwiskowym lub po pierwszym i trzecim turnusie, gdy run jest bardziej zachwaszczona. Wypasając run koniczyny łąkowej i lucerny z trawami, koszenie niedojadów powinno być przeprowadzone co najmniej raz w sezonie pastwiskowym, po pierwszym lub po ostatnim turnusie (36). Zaniechanie pielęgnacji pastwiska polowego wpływało niekorzystnie na wyjadanie runi i zwiększało masę niedojadów.

Zielonka z roślin bobowatych drobnonasiennych dostarcza surowca do produkcji dobrej jakości kiszonek, jakkolwiek wysoka zawartość białka i składników mineralnych oraz niedostateczna zasobność tych roślin w węglowodany utrudnia proces zakiszania, dlatego wskazane jest kiszenie tych roślin po ich podsuszeniu. Najczęściej kiszonki wytworzone z przewędniętej zielonki (powyżej 30% suchej masy) stosuje się w żywieniu krów wysokoprodukcyjnych. Dominacja traw w mieszankach

z roślinami bobowatymi ułatwia proces technologiczny produkcji surowca kiszonkarskiego z runi przewiędnętej. W celu przyspieszenia podsuszania zielonek stosuje się kosiarki ze spulchniaczami pokosów, które umożliwiają szybsze otrzymywanie optymalnej zawartości suchej masy w runi. W przypadku dominacji w runi roślin bobowatych drobnonasiennych do zbioru mieszanek należy zastosować zgniatacze pokosów. Niszczą one strukturę pędów roślin, ułatwiając w ten sposób zakiszanie roślin bobowatych drobnonasiennych. Wskazane jest ponadto rozdrobnienie roślin przed zakiszeniem. Gatunek roślin bobowatych i intensywność użytkowania wpływają na wartość żywieniową kiszzonek i jakość pozyskanego mleka. Wykazano lepsze i efektywniejsze wchłanianie białka i energii z kiszzonki koniczyny czerwonej niż z lucerny (19, 20). Wynika to z szybszego procesu proteolizy białka występującego w lucernie w porównaniu z koniczyną łąkową. Lepszą jakość kiszzonki z koniczyny łąkowej niż z innych bobowatych drobnonasiennych potwierdzają również Höjer i in. (53). Uprawa roślin bobowatych drobnonasiennych w mieszkankach z trawami zwiększa zasobność paszy w energię, co przekłada się na większe przyrosty zwierząt karmionych tymi paszami (60).

Jednym ze sposobów ułatwiających zakiszanie jest łączenie roślin bobowatych z paszą zawierającą dużo węglowodanów lub stosowanie preparatów konserwujących (zakwaszających) (71), np. kwasu mrówkowego (57, 71), który ogranicza powstawanie w kiszonkach amin biogennych (3).

Podsumowanie

W produkcji pasz objętościowych bobowate drobnonasienne są cennymi roślinami o wysokich walorach żywieniowych, zawierającymi wiele witamin i aminokwasów, zwłaszcza egzogennych, wykorzystywanych przez zwierzęta. Bobowate uprawiane w mieszkankach z trawami zwiększają plonowanie, smakowitość paszy i wydajność mleczną. W wyniku symbiozy z bakteriami brodawkowymi wiążącymi znaczne ilości azotu cząsteczkowego możliwe jest stosowanie mniejszych ilości nawozów azotowych oraz obniżenie kosztów produkcji suchej masy, jednostek energetycznych i białkowych paszy.

W produkcji pasz objętościowych mieszanki bobowato-trawiaste mają bardzo duże znaczenie, głównie ze względu na wysoki poziom plonowania i dużą wartość żywieniową. Uzupełniają one niedobór paszy pochodzącej z trwałych użytków zielonych, a bogaty skład chemiczny, duża zawartość witamin, minerałów i aminokwasów egzogennych (co jest szczególnie ważne w żywieniu zwierząt jednożołądkowych), poprawia smakowitość paszy, zwiększa wykorzystanie pastwiska i wydajność zwierząt.

Rośliny bobowate drobnonasienne korzystają ze znacznych ilości azotu cząsteczkowego i transferują go do uprawianych współrzędnie w mieszance traw lub innych roślin niebobowatych. Ogranicza to zużycie nawozów azotowych i zmniejsza ryzyko zanieczyszczenia środowiska związkami azotu.

Agrotechnika mieszanek bobowatych drobnonasiennych z trawami, dobór gatunków i odmian, nawożenie, sposób i intensywność wykorzystania runi mieszanek, zabiegi pielęgnacyjne wykonywane w łanie wpływają na udział komponentów w mieszankach (szczególnie roślin bobowatych) i jakość pozyskanej paszy.

Dobłą paszę, zasobną w składniki organiczne i mineralne, zapewnia 30–50% udział roślin bobowatych drobnonasiennych w mieszankach.

Literatura

1. Andelković S., Djurić S., Lugić Z., Vasić T., Babić S., Marković J.: Abundance of azotobakter in the rhizosphere of alfalfa grown on different soil types. *Grassland Sci. Eur.*, 2012, **17**: 589-591.
2. Andrzejewska J., Albrecht K.A.: Rośliny motylkowate drobnonasienne na pastwiskach. Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, 2009, ss. 127.
3. Antoszkiewicz Z., Purwin C.: Aminy biogenne w kiszonce z lucerny. W: Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt. Nowe możliwości zastosowania ekstraktu z lucerny. Monografia, E.R. Grela (red.). SRRiL „Progress”, Lublin-Sandomierz 2010, **6**: 77-86.
4. Badoński M., Sekutowski T.: Chemiczna renowacja zaniedbanych trwałych użytków zielonych. *Inżynieria Rolnicza*, 2007, **3(91)**: 11-16.
5. Bałuch A., Benedycki S.: Wpływ mieszanek motylkowato-trawiastych i nawożenia mineralnego na żyzność gleby. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59**: 441-448.
6. Bałuch A., Benedycki S., Benedycka Z.: Wartość poplonowa mieszanek motylkowato-trawiastych. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59**: 449-455.
7. Barszczewski J., Wróbel B., Jankowska-Huflejt H.: Efekt gospodarczy podsiewu łąki trwałej koniczyną łąkową. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2011, **3(35)**: 21-37.
8. Baryła R., Kulik M.: Ocena przydatności gatunków traw i roślin motylkowatych do podsiewu zdegradowanych zbiorowisk trawiastych w siedliskach pobagiennych. *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu*, 2006, **545**: 13-19.
9. Baryła R., Kulik M.: Podsiew jako sposób poprawy runi łąk i pastwisk w aspekcie komponowania mieszanek. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland*, 2012, **15**: 9-28.
10. Batalin M.: Studium nad resztkami poźniwnymi roślin uprawnych w łanie. *Rocz. Nauk Rol. Ser. D.*, 1962, **98**: 1-154.
11. Bawolski S.: Wstępne badania nad rozwojem systemu korzeniowego i wartością resztek poźniwnych wieloletnich roślin motylkowatych. *Post. Nauk Rol.*, 1961, **2**: 59-74.
12. Bawolski S.: Dobór gatunków traw do mieszanek z lucerną, esparcetą i komoniką zwyczajną. Cz. II. Wartość nawozowa resztek poźniwnych i wpływ następczy mieszanek. *Pam. Puł.*, 1972, **51**: 221-231.
13. Benedycki S. M.: Optymalizacja nawożenia azotowego mieszanek motylkowato-trawiastych na użytkach przemysłowych. *Acta. Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricult.*, 1991, **52**.
14. Bojarszczuk J., Staniak M., Harasim J.: Produkcyjność mieszanek pastwiskowych z udziałem roślin motylkowatych w ekologicznym systemie gospodarowania. *J. Res. Applic. Agric. Enging*, 2011, **56(3)**: 27-35.
15. Borowiecki J.: Przydatność festulium do uprawy w mieszankach z lucerną. *Pam. Puł.*, 1997, **109**: 35-44.
16. Borowiecki J.: Przydatność festulium do uprawy w mieszankach z koniczyną łąkową. *Pam. Puł.*, 1997, **111**: 21-33.
17. Borowiecki J., Gaweł E.: Plonowanie prostych i złożonych mieszanek lucerny z trawami. *Pam. Puł.*, 2003, **133**: 5-16.

18. Borowiecki J., Ścibior H.: Red clover meadow fescue mixtures in extensive fodder production. Proc. of 20th Meeting of EUCARPIA Fodder Crop and Amenity Grasses Section. Radzików IHAR, 1997, s. 71-74.
19. Brito A. F., Broderick G. A., Olmos Colmenero J. J., Reynal S.: Effect of feeding formatetreated alfalfa silage or red clover silage on omasal flow of nutrients and microbial protein synthesis in lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 2007, **90**: 1392-1404.
20. Broderick G. A., Brito A., Olmos Colmenero J. J.: Effects of feeding formate-treated alfalfa silage or red clover silage on the production of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 2007, **90**: 1378-1391.
21. Dembek R. Porównanie plonowania życicy trwałej (*Lolium perene* L.) i jej mieszanek z koniczyną białą (*Trifolium repens*) przy ograniczonym nawożeniu azotowym. Biul. Oc. Odm., 1997, **29**: 149-153.
22. Dembek R., Łyszczarz R., Potencjał produkcyjny i walory żywieniowe pasz z użytków zielonych w dolinie Kanału Noteckiego. Pam. Puł., 2008, **147**: 31-43.
23. Domański P.J., Andrzejewska J.: Ocena odmian lucerny przy wypasaniu i częstym koszeniu. COBORU Słupia Wielka, Wiadomości Odmianoznawcze, **82**: 1-24.
24. Dradrach A., Zdrojewski Z.: Ocena produktywności runi łąkowej po podsiewie mieszaną jednoroczną. Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland, 2008, **11**: 247-259.
25. Gawel E.: Ocena przydatności mieszanek lucerny z trawami do użytkowania pastwiskowego. Cz. I. Plonowanie i skład botaniczny. Pam. Puł., 2000, **121**: 67-82.
26. Gawel E.: Produkcyjność i wartość pokarmowa mieszanek lucerny z trawami w warunkach użytkowania pastwiskowego. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 2001, **479**: 57-64.
27. Gawel E.: Plonowanie i wartość pokarmowa mieszanek lucerny z kupkówką pospolitą i esparcetą w warunkach różnych systemów wypasania. Pam. Puł., 2005, **140**: 311-329.
28. Gawel E.: Wpływ wypasu krótko- i długotrwałego i wykorzystanie pastwiska z mieszanek lucerny odmiany Maxi Graze z kupkówką pospolitą i esparcetą. Fragm. Agron., 2006, **91**: 209-222.
29. Gawel E.: Wpływ częstości wypasania mieszanek motylkowato-trawiastych na plon, wykorzystanie pastwiska i trwałość lucerny. Pam. Puł., 2008, **147**: 55-64.
30. Gawel E.: Wpływ sposobów i różnej częstotliwości użytkowania mieszanek lucerny mieszańcowej (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) z trawami na plon, jego skład botaniczny i jakość. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2008, **8(2b)**: 5-18.
31. Gawel E.: Plonowanie mieszanek koniczyny czerwonej i lucerny mieszańcowej z trawami w gospodarstwie ekologicznym. J. Res. Applic. Agric. Enging., 2009, **54(3)**: 79-86.
32. Gawel E.: Skład gatunkowy i mineralny mieszanek motylkowato-trawiastych w ekologicznej uprawie i kośno-pastwiskowym użytkowaniu. Pol. J. Agron., 2011, **6**: 17-26.
33. Gawel E.: Rola Roślin motylkowatych drobnonasiennych w gospodarstwie rolnym. Woda-Środowisko-Odszary Wiejskie, 2011, **11(3)**: 73-91.
34. Gawel E.: Wartość żywieniowa mieszanek bobowato-trawiastych uprawianych w systemie ekologicznym. J. Res. Applic. Agric. Enging., 2012, **57(3)**: 91-97.
35. Gawel E.: Plon i wykorzystanie runi motylkowato-trawiastej użytkowanej zmiennie w warunkach ekologicznej uprawy. J. Res. Applic. Agric. Enging., 2013, **58(3)**: 124-130.
36. Gawel E.: Wpływ częstości koszenia niedojadów i wykorzystanie runi pastwiskowej. J. Res. Applic. Agric. Enging., 2013, **58(3)**: 131-136.
37. Gawel E., Bawolski S.: Gęstość siewu komponentów mieszanek koniczyny czerwonej z trawami z różnicowanych warunkach siedliskowych. Cz. I. Mieszanki di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej z kostrzewą łąkową. Pam. Puł., 1995, **106**: 63-79.
38. Gawel E., Bawolski S.: Gęstość siewu komponentów mieszanek koniczyny czerwonej z trawami z różnicowanych warunkach siedliskowych. Cz. I. Mieszanki di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej z tymotką łąkową. Pam. Puł., 1995, **106**: 81-89.

39. Gaw e ł E., Ma d e j A.: Plon i ekonomiczna ocena pozyskiwania pasz z runi mieszanek roślin motylkowatych z trawami w zależności od sposobu, częstotliwości użytkowania i składu gatunkowego. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2008, **7(3)**: 53-63.
40. Gaw e ł E., Ja d c z y s z y n T., Ma d e j A.: Ocena systemu zmiennego użytkowania mieszanek motylkowato-trawiastych w gospodarstwie ekologicznym. Raport końcowy tematu badawczego IUNG-PIB nr. 2.2.3., 2012, 46 (maszynopis).
41. Gaw e ł E., Ż u r e k J.: Wartość pokarmowa wybranych odmian lucerny. *Biul. IHAR*, 2003, **225**: 167-174.
42. G ł ó w n y U r z ą d S t a t y s t y c z n y 2013.: Obszary tematyczne. Produkcja upraw rolnych i ogrodnich. Dział II. Produkcja upraw pastewnych.
43. G o l i ń s k i P.: Ekonomiczne aspekty wykorzystania motylkowatych na użytkach zielonych. *Biul. Nauk.*, 1998, **1**: 59-74.
44. G o l i ń s k i P.: Aktualne trendy w technologiach produkcji roślinnych surowców paszowych. *Pam. Puł.*, 2008, **147**: 67-82.
45. G o l i ń s k i P., S p y c h a l s k i W., G o l i ń s k a B., K r o e h n k e D.: Wpływ odmiany hodowlanej *Trifolium repens* L. na skład mineralny runi mieszanek trawiasto-motylkowej. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland*, 2007, **10**: 49-58.
46. G r z e l a k M.: Produkcja i wartość paszowa suszu z łąk nadnoteckich ekstensywnie użytkowanych. *Nauka. Przyr. Technol.*, 2010, **4(1)**: 10.
47. H a r a s i m J.: Wpływ ilości wysiewu i doboru gatunków traw na produktywność mieszanek pastwiskowych z koniczyną białą na gruntach ornych. *Pam. Puł.*, 2001, **126**: 53-80.
48. H a r a s i m J.: Wpływ udziału *Lolium perenne* L. w mieszkach z *Trifolium repens* L. na początkowy wzrost i rozwój obu składników. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland*, 2002, **5**: 93-101.
49. H a r a s i m J.: Jakość plonu mieszanek z różnym udziałem koniczyny białej w pastwiskowym i zmiennym użytkowaniu runi na gruntach ornych. *Pam. Puł.*, 2004, **138**: 51-62.
50. H a r a s i m J.: Plonowanie runi pastwiskowej z udziałem koniczyny białej w zależności od ilości wysiewu nasion i siedliska. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2008, **8(2b)**: 19-29.
51. H a r a s i m J., H a r a s i m A.: Produkcyjność mieszanek pastwiskowych z udziałem koniczyny białej (*Trifolium repens* L.) w różnych warunkach siedliskowych. *Monografie i Rozprawy naukowe IUNG-PIB*, 2010, **26**: 1-65.
52. H ø g h - J e n s e n H., J ø r g e n s e n F. V., V i n t h e r F. P.: An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in Grass-clover mixtures. *Agr. Syst.*, 2004, **82**: 181-194.
53. H ø j e r A., M a r t i n s s o n K., J e n s e n S. K., G u s t a v s s o n A - M.: Effect of botanical composition and harvest system of legume/grass silage on fatty acid, α -tocopherol and β -caroten concentration in organic forage and milk. *NJF Report*, 2010, **6(3)**: 133-136.
54. K a c o r z y k P., K a s p e r c z y k M.: Ocena nawożenia naturalnego na łące w rejonie podgórskim. cz. I. Skład botaniczny, plony suchej masy oraz zawartość białka ogólnego i cukrów prostych. *Acta. Agr. Silv. Ser. Agr. S.*, 2006, **XLVIII**: 25-32.
55. K a s p e r c z y k M., G o ł ą b B.: Koniczyna biała (*Trifolium repens* L.) w runi pastwiskowej jako czynnik ograniczający zawożenie azotowe. *Biul. Oc. Odm.*, 1997, **29**: 77-80.
56. K ł e c z e k C., B i e l a k F., W a w r z y ń c z u k S., W ę g ł a r z y K.: Wydajność mleczna oraz skład chemiczny krwi i mleka krów wypasanych na pastwisku trawiastym lub trawiasto-koniczynowym. *Rocz. Nauk Zoot.*, 1997, **24(4)**: 127-139.
57. K o s t u l a k - Z i e l i ń s k a M., P o t k a ń s k i A., K r y s z a k J.: Skład chemiczny kiszzonek z mieszanek trawiasto-koniczynowych z udziałem *Festulolium*, zakiszonych z dodatkiem kwasu mrówkowego. *Rocz. Nauk Zoot.*, 2002, **29(2)**: 61-71.
58. K o z ł o w s k i S.: Czynniki warunkujące podsiew użytków zielonych – roślina. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland*, 1998, **1**: 31-44.

59. Łyszczarz R., Dembek R., Suś R., Zimmer-Gajewska M., Kornacki P.: Renowacja łąk trwałych na glebach torfowo-murszowych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2010, **10(4)**: 129-148.
60. Ostrowski R., Borowiecki J.: Wartość pokarmowa siana i kisonki oraz mieszanek lucerny z *Festulolium* lub z kostrzewą łąkową oceniana na owcach. Roczn. Nauk Zoot., 1997, **24(3)**: 173-185.
61. Pietrzak S.: Kwantyfikacja azotu wiązanego symbiotycznie przez rośliny motylkowate. Znaczenie gospodarcze i przyrodnicze – stan aktualny i przyszłość. Streszczenia prac, 2010, Falenty Wyd. ITP, 2010, : 30-31.
62. Pietrzak S.: Kwantyfikacja azotu wiązanego symbiotycznie przez rośliny motylkowate. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2011, **11(3)**: 197-207.
63. Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D.: The pleiotropic effects of extract containing rhizobial Nod factors on pea growth and yield. Cent. Eur. J. Biol., 2014, **9(4)**: 398-409.
64. Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D.: The responses of two pea genotypes to Nod factors (LCOs) treatment. J. Food Agric. Environ., 2014, **12(2)**: 554-558.
65. Sowiński J.: Wpływ sposobu ugorowania na wydajność rutwicy wschodniej, strukturę biomasy wiosną oraz jej skład mineralny. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, 2011, **58**: 71-80.
66. Szymanowicz B., Pała J., Kalebasa S.: Wpływ procesu biologicznej redukcji N₂ na pobranie azotu przez rutwicę wschodnią (*Galega orientalis* Lam.). Acta Sci. Pol., Agricultura, 2005, **4(2)**: 93-99.
67. Ścibior H.: Plonowanie dwu- i wielogatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami w warunkach ograniczonego nawożenia azotem. Pam. Puł., 1999, **117**: 83-98.
68. Ścibior H., Gawel E.: Plonowanie i wartość pokarmowa wielogatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami. Pam. Puł., 2004, **137**: 149-161.
69. Wasilewski Z., Sutkowska E.: Użytkowanie pastwisk na niżu w systemie zrównoważonego rolnictwa. Pam., Puł., 2000, **120/II**: 491-502.
70. Wołski K.: Renowacja runi łąkowej metodą siewu bezpośredniego z wykorzystaniem *Trifolium pratense* L. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 1997, **453**: 283-291.
71. Zielińska K.J., Steckak K.M., Suterska A.M., Miecznikowski A.H.: Ekologiczna metoda kisenia pasz objętościowych. J. Res. Applic. Agric. Engling., 2006, **51**: 219-223.
72. Żurek J., Gawel E.: Efektywny rozkład w żywcu suchej masy w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu. Biul. IHAR, 2003, **225**: 175-181.

Adres do korespondencji:

dr Eliza Gawel
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 353
e-mail: gawel@iung.pulawy.pl

Danuta Leszczyńska

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

WYBRANE ELEMENTY TECHNOLOGII UPRAWY JĘCZMIENIA OZIMEGO*

Słowa kluczowe: jęczmień ozimy, odmiany, wymagania siedliskowe, czynniki agrotechniczne

Wstęp

Uprawa jęczmienia ozimego w Polsce jest słabo rozpowszechniona, zajmuje najmniejszą powierzchnię uprawy spośród zbóż ozimych (30). Pozycje literatury dotyczące jęczmienia ozimego są mniej liczne w porównaniu z jęczmieniem jarym.

W krajach Europy Zachodniej według Friedt i Ordon (4) oraz Munoz i in. (17) ozima forma jęczmienia zajmuje znacznie większą powierzchnię uprawy niż forma jara, odwrotnie niż w Polsce. Większą intensywnością produkcji jęczmienia odznaczają się zachodnie, a zwłaszcza południowo-zachodnie regiony Polski, które ze względu na dość wysoki wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej i poziom kultury rolnej są bardziej predystynowane do produkcji ziarna o wysokiej jakości – jęczmienia browarnego (1, 8, 9).

Jęczmień ozimy w naszym kraju uprawia się głównie na paszę, ale może być też uprawiany na cele browarne, w związku z wprowadzeniem do praktyki odpowiednich odmian dwurzędowych (26). Jest on gatunkiem zboża o specyficznych właściwościach i posiada wiele zalet, a także wad. Główną jego zaletą jest największa wśród zbóż odporność na suszę wiosenną, co z czasem powinno nabierać znaczenia w związku z ocieplaniem się klimatu i potęgowaniem się suszy (w Polsce w największym stopniu dotyczy to Kujaw i Wielkopolski). Odporności tej sprzyja obok mniejszego współczynnika transpiracji wczesny termin dojrzewania (zbiór w okresie 5–12 lipca). Szybki rozwój roślin i znacznie wcześniejsze od innych zbóż wystąpienie okresu krytycznego zapotrzebowania na wodę umożliwia efektywniejsze wykorzystanie pozimowych zapasów wody. Wczesny zbiór jęczmienia usprawnia rozkład prac zniwnych w gospodarstwie oraz umożliwia lepszą uprawę roli pod roślinę następczą

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

(ważne dla rzepaku ozimego). Jęczmień ozimy wyróżnia się wysokim potencjalnym plonowaniem ze względu na zdolność wytwarzania dużej liczby kłosów na jednostce powierzchni. W latach o łagodniejszych zimach i przy suszach wiosennych jego plony według GUS i Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych są u nas najwyższe wśród zbóż.

Najważniejszą wadą jęczmienia ozimego jest słaba mrozoodporność, dlatego najbardziej ryzykowna jest uprawa tego zboża w rejonach wschodnich, chociaż w doświadczeniach tam prowadzonych często uzyskuje się wysokie plony ziarna (ok. $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Jednak w przypadku srogiej zimy, wymarzają nie tylko rośliny jęczmienia ozimego, ale także innych ozimin: pszenicy czy pszenżyta, co miało miejsce zimą 2012 r. na znacznej powierzchni naszego kraju. Następną wadą jęczmienia jest duża wrażliwość na kwaśny odczyn gleby (udział gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych w Polsce wynosi ponad 50%).

Technologia uprawy jęczmienia na cele browarne różni się od technologii jego uprawy na cele pastewne. Pożądaną cechą ziarna pastewnego jest wysoka zawartość białka, odwrotnie jak w przypadku ziarna browarnego, które z kolei powinno charakteryzować się wysoką celnością i wyrównaniem ziarna. Oba wymienione kierunki uprawy jęczmienia różnią się doбором odmian i zalecanym poziomem nawożenia azotem (12). Uprawa jęczmienia browarnego wymaga ponadto większej konsekwencji przy stosowaniu optymalnej gęstości siewu, pełnej ochrony roślin, odpowiedniego zbioru i przechowywania ziarna (15).

W porównaniu z jarymi browarnymi odmianami jęczmienia, ozime browarne odmiany plonują wyżej o $5\text{--}6 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$, ale posiadają niższą jakość browarną ziarna.

O ostatecznym efekcie produkcji jęczmienia decydują: genetyczny potencjał plonowania odmiany, jakość gleby, klimat oraz rodzaj zastosowanej technologii obejmującej wszystkie zabiegi i czynności w całym procesie produkcyjnym (5, 14, 18, 28).

Celem opracowania jest podsumowanie prac badawczych dotyczących głównych czynników agrotechnicznych jęczmienia ozimego.

Wymagania siedliskowe

Ze względu na słabiej rozwinięty system korzeniowy jęczmień ma dość duże wymagania glebowe; większe niż owies, pszenżyto i żyto, ale mniejsze niż pszenica. Największe i najpewniejsze plony uzyskuje się na glebach gliniastych lub pylastych. Są to zazwyczaj gleby kompleksów pszennych (bardzo dobrego i dobrego). Mniejsze, ale zadowalające plony można otrzymać również na glebach lżejszych, mających zwężlejsze podłoże, należących do kompleksu żytniego bardzo dobrego i dobrego, pod warunkiem, że znajdują się w wysokiej kulturze. Jęczmień wśród zbóż odznacza się największą wrażliwością na kwaśny odczyn gleby. Z uwagi na słabą mrozoodporność odmian browarnych mniejsze ryzyko ich uprawy występuje w zachodnich rejonach Polski.

Przedplon powinien schodzić wcześniej z pola i zapewniać dobrą strukturę gleby, sprzyjającą optymalnym stosunkom wodno-powietrznym. Do najlepszych przedplonów można zaliczyć rzepak i wczesne ziemniaki. W praktyce jęczmień ozimy jest często wysiewany po pszenicy ozimej. Spośród zbóż odpowiednim przedplonem może być także owies (12, 14, 15, 25).

Odmiany

Uprawa właściwej odmiany w najbardziej korzystnych dla niej warunkach klimatycznych i glebowych jest jednym z czynników decydujących o plonowaniu (2, 27). Obecnie w krajowym rejestrze znajduje się 19 odmian typu pastewnego (w tym 17 wielorzędowych i 2 dwurzędowe) oraz 3 dwurzędowe odmiany browarne jęczmienia ozimego: Nickela, Wintmalt i Tiffany (3). W porównaniu z pastewnymi wielorzędowymi odmianami jęczmienia ozimego odmiany browarne charakteryzują się: słabszą mrozoodpornością, większym rozkrzewieniem roślin, lepszą odpornością na wyleganie, niższym plonem ziarna, wyższym plonem słomy, lepszą wymłacalnością kłosów i lepszym wyrównaniem ziarna (12, 13).

Najważniejszymi cechami wyboru przez rolnika odmiany pastewnej powinny być: plon ziarna, zawartość białka w ziarnie, odporność na wyleganie oraz na choroby. Według COBORU plonem ziarna powyżej wzorca charakteryzują się następujące odmiany: Antonella, Holmes, Titus, Souleyka, KWS Meridian, Henriette, Matilda, Scarpia, Wendy, Fridericus i Maybrit (3) (tab. 1).

Tabela 1

Plon ziarna odmian jęczmienia ozimego (% wzorca) w latach 2010–2012

Odmiany	Przeciętny poziom agrotechniki	Wysoki poziom agrotechniki (zwiększone nawożenie azotowe, dolistne preparaty wieloskładnikowe, ochrona przed wyleganiem i chorobami)
Wzorzec (dt·ha ⁻¹)	71,8	81,9
wielorzędowe pastewne		
Amarena	99	99
Antonella	107	107
Bartosz	97	98
Bazant	91	94
Epoque	91	94
Fridericus	103	101
Henriette	104	102
Holmes	105	104
Karakan	96	98
KWS Meridian	105	104
Laverda	100	100
Lomerit	99	99
Matilda	102	103

cd. tab. 1

Odmiany	Przeciętny poziom agrotechniki	Wysoki poziom agrotechniki (zwiększone nawożenie azotowe, dolistne preparaty wieloskładnikowe, ochrona przed wyleganiem i chorobami)
Maybrit	101	101
Merle	100	101
Merlot	99	100
Rosita	99	100
Scarpia	102	101
Souleyka	105	105
Traminer	93	95
Titus	106	104
Wendy	102	102
dwurzędowe pastewne		
Metaxa	94	93
dwurzędowe browarne		
Nickela	100	98,5
Wintmalt	94,5	95

Źródło: Lista opisowa odmian, 2014 (3)

Wysoką zawartością białka odznaczają się odmiany: Fridericus, Bażant, Laverda, Traminer, Metaxa, Merlot, natomiast większą odpornością na choroby wyróżniają się: KWS Meridian, Antonella, Souleyka, Laverda, Merlot, Fridericus, Rosita i Merle. Spośród browarnych odmian jęczmienia ozimego, cechami charakterystycznymi najbardziej odróżnia się Nickela. Odmiana ta w odniesieniu do pozostałych wyróżnia się wyższym o 5% plonem ziarna, większą zimotrwałością, lepszą odpornością na wyleganie i choroby (zwłaszcza na mączniaka i na rynchosporiozę). Charakteryzuje się ponadto mniejszą wysokością roślin i wcześniejszym o 3 dni dojrzewaniem ziarna.

Odmiana Wintmalt ma wyższą syntetyczną jakość browarną ziarna.

Nawożenie

Jęczmień spośród zbóż reaguje największym spadkiem plonu na kwaśny odczyn gleby. Optymalne dla niego pH gleby waha się od 5,5 na piaskach słabo gliniastych do 6,5 na glinach ciężkich. Wapnowanie powinno być wykonane pod roślinę przedplonową (6, 24).

Nawożenie fosforem

Właściwe zaopatrzenie roślin zbóż w fosfor przyspiesza procesy życiowe, powodując wcześniejsze dojrzewanie. Pobieranie fosforu przebiega równomiernie, ale z dość znacznym wyprzedzeniem do przyrostu suchej masy rośliny. Nawożenie tym składnikiem powinno być stosowane wyłącznie przedsejwnie, bowiem pogłówne staje się nieefektywne. Dobrym uzupełnieniem może być stosowanie we wczesnych

fazach rozwoju nawożenia dolistnego, jednak z uwagi na koszt odpowiednich nawozów rzadko bywa praktykowane (14, 15).

Zwiększenie niebezpieczeństwa zakłóceń w pobieraniu fosforu występuje: na glebach zakwaszonych, nawożonych niskimi dawkami tego składnika, podczas stosowania zbyt wysokich dawek azotu oraz przy niskiej zawartości substancji organicznej – próchnicy (6, 20, 24).

Wielkość dawek nawozów fosforowych zależy od zawartości przyswajalnych form tych składników w glebie oraz przewidywanego poziomu plonów (tab. 2). Nawozy fosforowe na glebach cięższych korzystniej jest zastosować jesienią przed orką przedzimową, natomiast na glebach lżejszych zabieg ten można przesunąć na okres wiosny.

Tabela 2

Dawki fosforu ($\text{kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$)

Spodziewany plon	Zawartość fosforu w glebie				
	b. niska	niska	średnia	wysoka	b. wysoka
Średni	55–70	42–54	31–40	20–30	0
Wysoki	80–90	56–79	40–55	30–40	20–30

Źródło: Jadczyzyn i in., 2012 (6)

Nawożenie potasem

W Polsce około 40% gleb charakteryzuje się bardzo niską i niską zawartością potasu. Największe ubytki z gleby spowodowane są pobieraniem tego składnika przez rośliny, ale duże ilości wymywane są w głąb gleby lub spowodowane erozją czy wiązaniem przez minerały glebowe. Odpowiednie zaopatrzenie roślin w ten składnik staje się konieczne w czasie stosowania średnich i wysokich dawek azotu. Nawożenie potasem wywiera korzystny wpływ na: odpowiedni rozwój organów zapasowych (zwiększając plon ziarna), zdrowotność roślin, zaopatrzenie ich w wodę, lepsze przechowywanie produktów roślinnych i znoszenie przez nie transportu, poprawę wartości biologicznej białka roślinnego (14, 15).

Wielkość dawki nawozów potasowych zależy od zawartości przyswajalnych form tych składników w glebie oraz przewidywanego poziomu plonów (tab. 3). Nawozy potasowe na glebach cięższych korzystniej jest zastosować jesienią przed orką przedzimową, natomiast na glebach lżejszych zabieg ten można przesunąć na okres wiosny.

Tabela 3

Dawki potasu ($\text{kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Spodziewany plon	Zawartość potasu w glebie				
	b. niska	niska	średnia	wysoka	b. wysoka
Średni	71–83	56–70	36–55	20–35	0
Wysoki	85–100	70–84	56–70	34–55	20–33

Źródło: Jadczyzyn i in., 2012 (6)

Nawożenie magnezem

W zależności od wielkości plonu jęczmienia pobiera odpowiednią ilość magnezu. Zwiększenie niebezpieczeństwa zakłóceń w pobieraniu tego składnika występuje na glebach: piaszczystych, łatwo przepuszczalnych, zakwaszonych, po zastosowaniu: dużych dawek potasu na glebach kwaśnych, niskich dawek fosforu, nawozów azotowych zawierających jony NH_4^+ (siarczanu amonu).

W przypadku niskiej zawartości magnezu w glebie (poniżej 2–3 mg/100 g – gleby lżejsze i 3–5 mg/100 g – gleby cięższe) należy zastosować nawozy magnezowe (kizeryt, kainit, Rolmag lub siarczan magnezu) w dawce 40–60 kg $\text{MgO} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jeśli zawartość magnezu w glebie jest duża, to nawożenie nim nie jest konieczne (14, 15, 20).

Nawożenie azotem

Wielkość dawek nawozów azotowych zależy od szeregu czynników warunkujących wielkość plonu, takich jak: żyzność gleby, przedplon, przebieg pogody w okresie wegetacji roślin, nasilenie występowania chorób i szkodników, a także poziomu agrotechniki oraz typu użytkowania ziarna – pastewny czy browarny (22, 23).

Duże potrzeby nawożenia azotem są na glebach średniej jakości o pH przekraczającym 6, gdy opady zimowe znacznie przekroczyły normę, przedplon nawożony był małą dawką azotu, nie było roślin motylkowatych w zmianowaniu, zastosowano wysoki poziom agrotechniki, optymalny termin siewu oraz pełną ochronę roślin. Małe potrzeby nawożenia azotem są w przeciwstawnych warunkach (12, 20).

Dawki azotu do 50 kg $\cdot \text{ha}^{-1}$ można stosować jednorazowo w czasie ruszenia wegetacji roślin wiosną. Wyższe dawki (60–90 kg $\cdot \text{ha}^{-1}$) pod jęczmień pastewny zaleca się dzielić na dwie: 60% po ruszeniu wegetacji i 40% na początku fazy strzelania w źdźbło, lub trzy: 50% przy ruszeniu wegetacji, 35% pod koniec fazy krzewienia i 15% na początku kłoszenia. W warunkach suszy większe efekty przynosi dokarmianie roślin (II i III dawka) nawozami płynnymi, które w razie potrzeby (objawy niedoboru miedzi, manganu) można łączyć z ciekłymi nawozami mikroelementowymi, a także z niektórymi pestycydami.

Azot silnie wpływa na wzrost i plonowanie roślin. Istotne jest też zagadnienie dużego jego wpływu na ilość i jakość białka w ziarnie (16). Dawka azotu pod jęczmień browarny nie może być tak duża jak na cele pastewne, aby nie dopuścić do zbyt wysokiej zawartości białka ujemnie wpływającej na jakość browarną. Większej zasobności w azot można spodziewać się na glebach zwięzłych (kompleks pszenno-burmaki, w stanowisku po okopowych (zwłaszcza po burakach). W takich warunkach optymalną dawką jest 30–37 kg $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W stanowisku po pszenicy można zalecać 42–45 kg $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ na kompleksach pszenno-burmaki i 48–53 kg $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ na kompleksie żytnim bardzo dobrym. W przypadku wysokiego plonowania pszenicy (powyżej 6 t $\cdot \text{ha}^{-1}$) dawki te należy zwiększyć o 10–15%. Dawki azotu pod jęczmień browarny stosuje się w całości przed siewem (15).

Uprawa roli

Zadaniem uprawy roli jest stworzenie dobrych warunków dla równomiernych wschodów oraz wzrostu i rozwoju roślin jęczmienia, poprzez poprawę stosunków wodno-powietrznych gleby, ograniczenie ilości chwastów i samosiewów rośliny przedplonowej, a także umożliwienie wymieszania z glebą resztek poźniwnych i nawozów mineralnych bez obniżania aktywności pożytecznych mikroorganizmów glebowych (10). Jęczmień wśród zbóż wyróżnia się większą wrażliwością na niedostateczne napowietrzenie gleby. Wymaga także gleb pulchnych. Dlatego uprawa roli pod jęczmień ozimy powinna być bardzo staranna, bo daje gwarancję szybkich i wyrównanych wschodów, a także prawidłowego rozwoju systemu korzeniowego, dobrego przezimowania roślin, a w rezultacie otrzymania łanu o optymalnym zagęszczeniu roślin i wydania dobrego plonu (21). Metody uprawy roli zależą od terminu zbioru przedplonu oraz od rodzaju narzędzi uprawowych posiadanych przez rolnika.

Po rzepaku i roślinach zbożowych, głównie pszenicy (najczęściej stosowanych przedplonach w praktyce), należy wykonać podorywkę z bronowaniem, które powinno być powtórzone po wejściu chwastów. Słoma, która ma być wymieszana z glebą powinna być dobrze rozdrobniona i równomiernie rozprowadzona po powierzchni pola. Uprawę poźniwną najlepiej przeprowadzić, używając pługa lub brony talerzowej. Orkę siewną należy wykonać co najmniej na 2 tygodnie przed siewem jęczmienia ozimego aby umożliwić naturalne wydobrzeenie roli. Na glebach lżejszych okres odleżenia się gleby może być krótszy, około 10 dni (19). Po rzepaku orkę wykonujemy na głębokość 16–20 cm, a po roślinie zbożowej na głębokość 25 cm (aby osypane ziarno rośliny przedplonowej zostało umieszczone na głębokość uniemożliwiającą jego wejście). W przypadku, gdy wcześniej nie wykonano podorywki, orkę siewną najlepiej wykonać pługiem z przedpłużkiem jako tzw. razówkę. Po wczesnych ziemniakach może ona być płytsza (12–15 cm). Osiadanie gleby można przyspieszyć, stosując zamiast orki agregat uprawowy zawierający wał strunowy. Zalecane jest zastosowanie zestawu składającego się z kultywatora o wąskich łapach i wału strunowego lub ciężkiej brony i wału strunowego. Takim zestawem można przygotować rolę do wykonania siewu w czasie jednego przejścia roboczego. Wał strunowy zagęszcza górną warstwę gleby, dzięki czemu możliwe jest umieszczenie wysiewanego ziarna na jednakową głębokość. Należy pamiętać, aby zabiegów uprawowych nie rozpoczynać przy zbyt dużej wilgotności gleby, szczególnie na glebach ciężkich i średnich. Takie warunki wilgotnościowe mogą spowodować nadmierne zagęszczenie gleby po śladach kół ciągnika i przyczynić się do osłabienia wschodów i zahamowania wzrostu roślin.

Siew

Ważnym elementem integrowanej technologii produkcji jęczmienia ozimego są zasady siewu, na które składa się jakość materiału siewnego, termin oraz gęstość siewu. Ziarno powinno być kwalifikowane, o sile kiełkowania powyżej 90% i zaprawione.

Termin siewu

Reakcja jęczmienia ozimego na termin siewu zależy w dużym stopniu od warunków pogodowych (7). Większe plony ziarna przy wczesnym terminie siewu (I dekada września) osiąga się w sezonach o krótkiej jesieni, natomiast w przypadku długiej jesieni oraz długo zalegającej pokrywy śnieżnej w czasie zimy jęczmień wysiany wcześniej plonuje niż wysiany później. Przyczyną tego jest nadmierne rozrastanie się roślin i tworzenie dużej masy liści, przez co jęczmień staje się bardziej podatny na wymarzenie w przypadku braku pokrywy śnieżnej w zimie, a w warunkach długiego zalegania śniegu często ulega wyprzeniu i porażeniu przez pleśń śniegową. Ponadto jęczmień wysiany wcześniej bywa podczas cieplej 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.

Jęczmień siany późno w warunkach krótkiej jesieni rośnie wolno, słabo się krzewi i niedostatecznie hartuje przed zimą. W takim przypadku gorsze jest jego przetrzymywanie, wykształca mniejszą liczbę kłosów wskutek krótszego okresu wegetacji, co jest powodem słabszego plonowania. Im dłuższa i cieplejsza jest jesień w danym rejonie, przy korzystnym rozkładzie opadów, tym później przypada optymalny termin siewu jęczmienia ozimego. Również na lepszych glebach jego siew może być wykonany później niż na słabszych, ponieważ gleba lekka jest bardziej podatna na przemarzanie i na takiej glebie rośliny słabiej się krzewią (11, 13, 19, 21).

Optimum terminu siewu jęczmienia ozimego jest więc trudne do ustalenia, ze względu na jego ścisły związek z długością trwania jesieni, która nie jest przewidywalna. W przypadku wczesnego nadejścia zimy wyższe plony jęczmienia otrzymuje się z wczesnych jego zasiewów (5–10 września). W warunkach długiej i cieplej jesieni wysoki plon jęczmienia można uzyskać z późnych jego zasiewów (20–25 września). Najlepiej więc wysiewać jęczmień w terminie średniowczesnym, tj. 10–15 września w rejonach wschodnich, 12–18 w rejonie centralnym i 16–20 września w rejonach zachodnich kraju. Bardziej tolerancyjna na opóźnienie terminu siewu jest odmiana Wintmalt.

W badaniach nad architekturą łanu jęczmienia ozimego stwierdzono gorsze wyrównanie łanu przy późnym terminie siewu polegające na większym zróżnicowaniu pędów kłosonośnych i dużym udziale pędów niskich o mniejszej masie ziarna z kłosa. Przy dużym rozwarstwieniu łanu rośliny niskie są zacieniane przez rośliny wysokie, co jest powodem niższej plenności pędów niskich (7).

Ilość wysiewu

Wpływ gęstości siewu na plonowanie jęczmienia ozimego zależy przede wszystkim od jakości gleby, zwłaszcza od jej składu granulometrycznego i kwasowości, a ponadto od terminu siewu i warunków pogodowych (24). Gęstość siewu decyduje 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.

W dobrych warunkach glebowych, w efekcie dobrego zaopatrzenia roślin w wodę i składniki mineralne występuje silne krzewienie, co warunkuje uzyskanie optymalnej liczby kłosów na jednostce powierzchni przy mniejszej obsadzie roślin. Na gorszych glebach (mała zawartość próchnicy, luźniejszy skład granulometryczny, kwaśny odczyn) z uwagi na słabsze w takich warunkach krzewienie się jęczmienia racjonalne jest stosowanie większej ilości wysiewu ziarna. Szczególnie ważne jest to w przypadku niskiego pH gleby, na co jęczmień ozimy jest najbardziej wrażliwy spośród gatunków zbóż.

Opóźnienie terminu siewu jęczmienia ozimego jest powodem skrócenia fazy krzewienia się roślin i tym samym zmniejszenia liczby kłosów na jednostce powierzchni, szczególnie w przypadku wczesnego nadejścia zimy. Wówczas racjonalne jest stosowanie większej ilości wysiewu (11). W latach o długim trwaniu jesieni można uzyskać odpowiednią liczbę kłosów także przy opóźnionym terminie siewu. W rejonach o większym nasileniu chorób i częstszym zjawisku wylegania roślin (przy obfitych opadach deszczu o charakterze burzowym) zaleca się stosowanie rzadszego siewu jęczmienia ozimego.

Norma wysiewu jęczmienia ozimego zależy od jakości gleby, przedplonu i terminu siewu (tab. 4 i 5). Gęściej powinno się wysiewać zboża na gorszych glebach, po słabszym przedplonie i przy opóźnieniu terminu siewu. Rozstawa rzędów powinna wynosić 12 cm, a głębokość siewu 3–4 cm.

Tabela 4

Normy wysiewu jęczmienia ozimego pastewnego (liczba ziaren·m⁻²)

Grupa odmian	Kompleksy glebowe	Termin siewu	
		optymalny	opóźniony
Bażant, Gil, Lomerit, Merlot, Maybrit, Rosita, Horus	pszenno bardzo dobry, pszenno dobry	320 (133)*	340 (142)*
	żytni bardzo dobry, zbożowo-pastewny mocny	380 (160)	405 (171)
	pszenno wadliwy, żytni dobry	430 (181)	460 (194)
Bombay, Bursztyn, Traminer, Bartosz, Epoque, Fridericus, Karakan, Scarpia	pszenno bardzo dobry, pszenno dobry	350 (147)	370 (156)
	żytni bardzo dobry, zbożowo-pastewny mocny	410 (173)	430 (181)
	pszenno wadliwy, żytni dobry	460 (194)	480 (202)

* w nawiasie podano przybliżony wysiew w kg·ha⁻¹ dla MTZ – 40 g i zdolności kiełkowania nasion – 95%

Źródło: Leszczyńska i in., 2008 (14)

Tabela 5

Normy wysiewu ziarna jęczmienia ozimego browarnego (kg·ha⁻¹)

Odmiany	Termin siewu	Kompleks glebowo-rolniczy		
		pszenny bardzo dobry	pszenny dobry	żytni bardzo dobry
Nickela Tiffany	10 IX–16 IX	145–150*	150–156*	160–167*
	17 IX–23 IX	150–156	155–160	165–172
Wintmalt	10 IX–16 IX	140–145	145–150	155–162
	17 IX–23 IX	145–153	150–156	160–167

* wysiew obliczono przy masie 1000 ziaren – 40 g i zdolności kiełkowania – 95%. W miarę wzrostu MTZ i zmniejszania zdolności kiełkowania należy proporcjonalnie zwiększyć ilość wysiewu; gęściejszy wysiew (górna granica przedziału) przy większym opóźnieniu siewu, gorszym wykonaniu uprawy roli i większym zachwaszczeniu pola.

Źródło: Leszczyńska i Noworolnik, 2014 (15)

Ochrona roślin

Wobec obligatoryjnej od 2014 r. uprawy roślin według zasad integrowanej ochrony roślin należy przestrzegać możliwie jak największego ograniczenia stosowania chemicznych środków produkcji (środki ochrony roślin, nawozy mineralne). Nadmierne stosowanie środków ochrony roślin stwarza niebezpieczeństwo dla środowiska naturalnego oraz ogranicza bioróżnorodność agrocenoz. Ponadto powoduje pojawianie się organizmów szkodliwych dla roślin, odpornych na działanie środków ochrony roślin. Przyczynia się także do obecności pozostałości środków ochrony roślin w płodach rolnych w ilościach zagrażających zdrowiu konsumentów. Dostrzega się potrzebę zapewnienia opłacalności ekonomicznej produkcji rolniczej przy ograniczeniu skutków negatywnych następstw związanych z nadmiernym stosowaniem chemicznej ochrony roślin.

Pierwszeństwo mają niechemiczne metody uprawy roślin: agrotechniczne, mechaniczne, biologiczne. Polega to na stosowaniu właściwego płodozmianu, starannej uprawy roli, wysiewu odmian odpornych na patogeny, przestrzeganiu optymalnych terminów i gęstości siewu oraz mechanicznej pielęgnacji zasiewów. Służy temu znajomość współdziałań między różnymi czynnikami agrotechnicznymi, siedliskowymi i biologicznymi na podstawie badań naukowych (25).

Zwalczanie chwastów

Jęczmień jest bardzo wrażliwy na zachwaszczenie w początkowych fazach rozwojowych. W momencie wschodów jęczmienia, czyli w fazie tzw. „szpilkowania” wskazane jest bronowanie łąnu oraz powtórzenie tej czynności w fazie 3–4 liści. Takim prawidłowo wykonanym bronowaniem można ograniczyć stopień zachwaszczenia plantacji.

Jeżeli pomimo wykonania tych czynności występuje duże zachwaszczenie (powyżej progu szkodliwości – tab. 6), to należy zastosować herbicydy, a ich dobór dostosować do gatunków chwastów dominujących (31).

Ujemne oddziaływanie chemicznego odchwaszczania na jakość ziarna kilku odmian jęczmienia ozimego stwierdzono po zastosowaniu mieszaniny preparatów Segal 65 WG + Arelon Dyspersyjny 500 SC (29)

Tabela 6

Orientacyjne liczby chwastów powodujące istotne obniżenie plonu
(próg szkodliwości na poziomie 5%)

Gatunek chwastu (przykłady)	Liczba chwastów stanowiąca próg szkodliwości (szt. · m ⁻²)
Gorczyca polna	2,0
Maruna bezwonna	3,0–6,0
Miotła zbożowa	10,0–15,0
Ostrożeń polny	0,1–2,0
Owies głuchy	5,0
Przetaczniki	10,0–15,0
Przytulia czepna	0,1–1,8

Źródło: na podstawie badań IOR-PIB, 2010 (25)

Zwalczanie chorób

Odmiany jęczmienia ozimego wykazują dość małą odporność na rozprzestrzenianie się chorób (na tle innych zbóż) i wymagają zastosowania fungicydu. Spośród patogenów najbardziej groźne są: mączniak prawdziwy, ryńchosporioza oraz rdza karłowa, a ponadto pasiastość liści i plamistość siatkowa. Zwalcza się je w przypadku wystąpienia nasilonych objawów na górnych liściach w fazie krzewienie–strzelanie w źdźbło. Progi szkodliwości podano w tabeli 7.

Tabela 7

Progi (ekonomiczne) szkodliwości chorób

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Łamliwość źdźbła zbóż i traw	od początku fazy strzelania w źdźbło do fazy pierwszego kolanka	20–30% źdźbeł z pierwszymi objawami porażenia
Mączniak prawdziwy zbóż i traw	w fazie krzewienia w fazie strzelania w źdźbło	25–35% roślin z pierwszymi objawami porażenia (pojedyncze, białe skupienia struktur grzyba) 10% źdźbeł z pierwszymi objawami porażenia

cd. tab. 7

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Plamistość siatkowa	w fazie krzewienia	15–20% powierzchni liści z objawami choroby
	w fazie strzelania w źdźbło	15–20% powierzchni liści z objawami choroby
Rdza jęczmienia	w fazie krzewienia	10–15% liści z pierwszymi objawami porażenia
	w fazie strzelania w źdźbło	10% źdźbeł z pierwszymi objawami porażenia
Rynchosporioza	w fazie krzewienia	15–20% powierzchni liści z objawami choroby
	w fazie strzelania w źdźbło	15–20% powierzchni liści z objawami choroby

Źródło: na podstawie badań IOR-PIB, 2010 (25)

Przeciwdziałanie wyleganiu

Przy uprawie jęczmienia na cele piwowarskie nie zaleca się stosowania retardantu, gdyż może on ujemnie wpłynąć na jakość browarną ziarna. Większe ryzyko wylegania roślin występujące na bardzo dobrych glebach można ograniczyć poprzez stosowanie rzadszego siewu, niskiej dawki azotu i uprawiając odporniejszą odmianę Nickela. Natomiast w przypadku bardzo dużego ryzyka wylegania roślin – na najlepszych glebach, w rejonach o dużej ilości opadów – uprawy jęczmienia na cele piwowarskie nie zaleca się (15).

Zbiór i zagospodarowanie plonu

Do sprzętu jęczmienia przystępuje się w fazie dojrzałości pełnej. Ze względu na dużą podatność jęczmienia na obłamywanie się kłosów i osypywanie się ziarna opóźnienie zbioru powoduje znaczne straty. Optymalna wilgotność do omłotu powinna wynosić 16–18%. Podczas omłotu zbyt suchego ziarna zaleca się zmniejszenie obrotów bębna młocarni (14, 15). Ze względu na większą zawartość białka i mniejsze porażenie przez choroby słoma jęczmienia ma wyższą wartość paszową niż inne zboża (z wyjątkiem owsa).

Podsumowanie

Jęczmień ozimy charakteryzuje się specyficznymi wymaganiami siedliskowo-agrotechnicznymi. Jest on wrażliwy na kwaśny odczyn gleby, odznacza się słabą mrozoodpornością. Termin siewu formy ozimej jęczmienia jest wcześniejszy niż pozostałych zbóż ozimych. Jego potencjał plonowania jest wysoki, a reakcja na ilość

wysiewu zależy od jakości gleby i właściwości odmian. W związku z wcześniejszym terminem zbioru niż pozostałych zbóż, gatunek ten może odgrywać bardzo istotną rolę, przede wszystkim w produkcji ziarna paszowego.

Literatura

1. Budzyński W.: Jęczmień browarny. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Praca zbiorowa, J. Chotkowskiego (red.). Wieś Jutra, 2005, 171-181.
2. Chrzanowska-Drożdż B., Kaczmarek K.: Plonowanie odmian jęczmienia ozimego w warunkach zróżnicowanej technologii uprawy. *Fragm. Agron.*, 2007, **95**: 34-40.
3. COBORU. Lista opisowa odmian, 2014.
4. Friedt W., Ordon F.: Barley Production and Breeding in Europe: Modern Cultivars Combine Disease Resistance, Malting Quality and High Yield. *Advance in Barley Sciences*. 2013, 389-400.
5. Harasim A., Noworolnik K.: Efektywność produkcyjno-ekonomiczna wybranych technologii uprawy jęczmienia ozimego. IUNG Puławy, 1992, Ser. R, **297**: 57-72.
6. Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Lipiński W.: Nawożenie mineralne na gruntach ornych i trwałych użytkach zielonych. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, 2012, **184**: 1-24.
7. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Zmiany w architekturze łanów różnych form jęczmienia ozimego pod wpływem terminu siewu. *Pam. Puł.*, 1994, **105**: 11-24.
8. Krasowicz S., Kuś J.: Regionalne zróżnicowanie produkcji roślinnej w Polsce na tle warunków przyrodniczych i ekonomiczno-organizacyjnych. *Wieś Jutra*, 2006, **6**: 3-5.
9. Kuś J.: Rejonizacja produkcji roślinnej w Polsce. *Pam. Puł.*, 2002, **130/II**: 434-454.
10. Kuś J.: Uprawa roli w rolnictwie integrowanym. W: *Integrowana produkcja roślinna*, J. Podleśny (red.). Puławy 2007, s. 135-146.
11. 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.
12. Leszczyńska D., Noworolnik K., Najewski A.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian jęczmienia ozimego. IHAR Radzików, IUNG-PIB Puławy, COBORU Słupia Wielka, 2005.
13. Leszczyńska D., Noworolnik K.: Porównanie reakcji wielorzędowych i dwurzędowych odmian jęczmienia ozimego na poziom nawożenia azotem i terminu siewu. *Biul. IHAR*, 2005, **164**: 227-236.
14. Leszczyńska D., Noworolnik K., Brzóska F.: Uprawa jęczmienia ozimego na cele pastewne. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, Puławy 2008, ss. 54.
15. Leszczyńska D., Noworolnik K.: Integrowana uprawa jęczmienia ozimego na cele browarne. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, 2014, **197**: 1-18.
16. Majcherczak E., Kozera W., Barczak B.: Wpływ wzrastającego nawożenia azotem na jakość białka ziarna jęczmienia ozimego. *Fragm. Agron.*, 2005, **1**: 493-503.
17. Munoz P., Voltas I., Igartua E., Romagosa I.: Changes over time in the adaptation of barley releases in north-eastern. Spain. *Plant Breeding*, 1998, **117**: 531-535.
18. Nasalski Z., Sadowski T., Stępień A.: Produkcyjne, ekonomiczne i energetyczne efektywności produkcji jęczmienia ozimego przy różnych poziomach nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 2004, **3(1)**: 83-90.
19. Noworolnik K.: Wpływ terminu siewu i odleżenia się gleby na plonowanie jęczmienia ozimego. *Pam. Puł.*, 1991, **98**: 67-78.

20. Noworolnik K.: Plonowanie jęczmienia ozimego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu w różnych warunkach siedliska. IUNG Puławy, 1992, **297**: 31-43.
 21. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Uprawa roli i siew w integrowanej produkcji jęczmienia ozimego. W: Integrowana produkcja jęczmienia ozimego i jarego, M. Mrówczyński i M. Korbas (red.). IOR Poznań, 2010, 27-35.
 22. Noworolnik K., Leszczyńska D., Dworakowski T., Sułek A.: Wpływ odmiany i nawożenia azotem na plonowanie jęczmienia ozimego. *Fragm. Agron.*, 2009, **29**: 89-95.
 23. 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**: 55-62.
 24. Noworolnik K., Strzelec J.: Wpływ gęstości siewu i warunków glebowych na plon ziarna jęczmienia ozimego. *Fragm. Agron.*, 1991, **29**: 44-51.
 25. Praca zbiorowa pod redakcją M. Mrówczyńskiego i M. Korbasa: Integrowana produkcja jęczmienia ozimego i jarego. IOR Poznań, 2010, ss. 140.
 26. Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych. Roczniki statystyczne GUS z 2013 r.
 27. Szewcowa V.M., Serkim M.V., Fomenko N.P.: Problems of increasing winterhardiness of winter barley in the North Caucasus. *Russian Agr. Sci.*, 2007, **33(4)**: 215-281.
 28. Szmiel A.: Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia ozimego. *Pam. Puł.*, 1998, **112**: 261-266.
 29. Urban M.: Ocena wpływu herbicydów na plon, jakość ziarna i słodów odmian jęczmienia jarego i ozimego. *Rozprawy Naukowe IOR*, Poznań 2007.
 30. Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów w 2013 roku. GUS, Warszawa 2014.
 31. Zalecenia Ochrony Roślin IOR-PIB, 2013.
-

Adres do korespondencji:

dr hab. Danuta Leszczyńska
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (81) 886 34 21 w. 345
e- mail: leszcz@iung.pulawy.pl

Jerzy Grabiński, Marta Wyzńska

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

JESIENNE SIEWY PSZENICY JAREJ W POLSCE*

Słowa kluczowe: pszenica jara, odmiany „przewódkowe”, jesienny termin siewu, plon ziarna, jakość ziarna

Wstęp

Na liście odmian zbóż wpisanych do krajowego rejestru w Polsce są odmiany jare oraz ozime (14) przeznaczone odpowiednio do siewów wiosennych i jesiennych. Niezależnie od tego firmy hodowlane w Polsce już od ponad dekady proponują producentom wybrane odmiany zbóż jarych (głównie pszenicy) do siewów jesiennych, czy wręcz zimowych (17, 24), nazywając je przy tym „przewódkami”. Jak wynika z informacji upowszechnianych przez hodowców, podstawowym kryterium do zaliczenia odmiany do tej grupy jest ich podwyższona mrozoodporność. Oferta ta spotyka się z dość szerokim pozytywnym odzewem, zwłaszcza wśród producentów uprawiających rośliny późno schodzące z pola, takie jak ziemniaki, buraki czy kukurydza.

Pojawienie się na rynku odmian o przejściowym (jaro-ozimym) charakterze spowodowało także naukowców z różnych ośrodków do podjęcia badań wyjaśniających uwarunkowania ich produktywności (6, 11, 13, 23, 31).

Celem opracowania jest omówienie problematyki związanej z siewami jesiennymi odmian zbóż zarejestrowanych jako jare, w oparciu o doniesienia literaturowe oraz wyniki wybranych badań realizowanych w IUNG-PIB, między innymi w ramach programu wieloletniego. W pracy w stosunku do takich odmian będzie stosowane określenie „przewódki”, tak jak czynią to hodowcy (17, 24), a także jak uczynili to w swoich pracach Grocholski i in. (6) oraz Kardaś i in. (11), oraz inni autorzy (31). W tym miejscu należy jednak zwrócić uwagę na toczącą się niesformalizowaną dyskusję dotyczącą nazewnictwa odmian o charakterze przejściowym (jaro-ozimych). Wynika z niej, że część naukowców uważa stosowane u nas określenie „przewódka”

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

za zarezerwowane dla odmian zarejestrowanych jako ozime, charakteryzujących się obniżonymi wymaganiami w zakresie wernalizacji i w związku z tym możliwych do wykorzystania także przy siewach wiosennych. Padają też z ich strony sugestie, by w stosunku do wysiewanych jesienią odmian jarych stosować określenie odmiany alternatywne (lub fakultatywne), tak jak w wielu krajach europejskich (18, 20) i pozaeuropejskich (19, 21).

Odmiany „przewódkowe” na świecie

Aby dobrze zrozumieć problemy związane z uprawą odmian „przewódkowych” w Polsce, trzeba mieć świadomość, że tego rodzaju kreacje genetyczne o charakterze przejściowym istnieją w wielu regionach świata, a w szczególności w rejonach o łagodnych zimach, takich jak: Azja Środkowa, Bliski Wschód, Chile, Australia (2, 19, 20, 21), w południowej i zachodniej Europie, krajach byłej Jugosławii (8), ale także za naszą południową granicą (Słowacja, Czechy). Według Webera i Kausa (30) wśród niemieckich odmian pszenicy od kilku lat propaguje się formy „przewódkowe”, które pomimo siewu w okresie późnej jesieni nie odznaczają się spadkiem plonowania. Niektóre firmy nasienne w tym kraju proponują do siewu odmiany jare pszenicy (Tajfun, Triso) przez cały okres zimowy (od listopada do marca) (26).

W wielu krajach odmiany o przejściowym charakterze nazywane są alternatywnymi lub fakultatywnymi, lub mają tak jak w Polsce nazwę własną, np. w Rosji „dwurutschki”, na Węgrzech – „járó”, w Niemczech – „die Wechselweizen” (8). Według Stelmacha (29) odmiany takie charakteryzują się bardzo dużymi wymaganiami świetlnymi, ale zmniejszonymi wymaganiami w zakresie wernalizacji, mniejszą tolerancją na niskie temperatury, a poza tym wcześniej rozpoczynają wegetację wiosenną i wcześniej zakwitają.

Odmiany „przewódkowe” – historia

Pierwsze doniesienia naukowe dotyczące uprawy odmian o charakterze przejściowym w Europie Centralnej pojawiły się na początku XX wieku (4, 16, 28). W Polsce badania z tego zakresu prowadził Lewicki (16), przy czym dotyczyły one głównie lokalnych genotypów. Dość duże zainteresowanie badawcze dotyczące odmian alternatywnych miało miejsce także w okresie powojennym, w latach 50. i 60., zwłaszcza w Czechosłowacji (5, 22) i Niemczech (7, 9, 12). W wydanej wówczas pracy zbiorowej (1) autorstwa polskich naukowców zajmujących się agrotechniką, wyróżniono trzy formy pszenic: jarą – przeznaczoną do wysiewu wiosennego, ozimą – do wysiewu jesiennego i tzw. „przewódkę” – do wysiewu jesiennego lub wiosennego. Przy czym trzecia z wymienionych form była reprezentowana tylko przez „wysiewaną, gdzieś ostkę o jasnoczerwonym kłosie, dość plenną i niewymagającą”. W podręczniku do uprawy szczegółowej z 1960 r. (15) również padła informacja na temat „przewó-

dek”, ale zaznaczono przy tym, że bardzo często odmiany te wymarzają. W kolejnych dekadach drugiej połowy XX wieku problematyka odmian alternatywnych była dość rzadkim obiektem zainteresowania naukowców w naszej części kontynentu. Dopiero w ostatnich latach nastąpiła pewna zmiana w tym zakresie, o czym napisano we wstępie.

Plonowanie odmian „przewódkowych” w Polsce

Dotychczas przeprowadzone badania wskazują na ogół jednoznacznie, że przeniesienie wiosennego terminu siewu na jesień wpływa bardzo pozytywnie na poziom plonowania odmian „przewódkowych”, ale wysokość przyrostu plonu, jaki uzyskuje się z tego powodu, jest bardzo zmienna. W badaniach Grocholskiego i in. (6) średni przyrost plonu wskutek zastosowania siewu jesiennego wyniósł 34%. W badaniach Kardaśa i in. (11) przeprowadzonych w podobnym okresie średni przyrost plonu ziarna wskutek zastosowania jesiennego terminu siewu był nawet wyższy (40%). Znane są jednak badania, w których przeniesienie terminu siewu odmiany zarejestrowanej jako jara na jesień dawało znacznie słabsze efekty. Na przykład u Kurowskiego i Brudereka (13) zastosowanie listopadowego terminu siewu dawało średnio z 2 lat przyrosty plonu rzędu 4,8% w stosunku do siewu wiosennego wykonanego w optymalnym terminie (tab. 1).

Tabela 1

Plonowanie pszenicy jarej w zależności od terminu siewu

Rok badań	Termin siewu	Odmiana		Średnia	NIR (0,05)
		Cytra	Nawra		
2006	A-jesienny	7,79	7,16	7,48	I-0,120
	B-wiosenny – optymalny	7,37	6,51	6,94	II-0,098
	C-wiosenny – opóźniony	6,88	6,22	6,55	IxII-0,170
	Średnia	7,35	6,63		
2007	A-jesienny	9,13	8,63	8,88	I-0,080
	B-wiosenny – optymalny	8,77	7,90	8,34	II-0,065
	C-wiosenny – opóźniony	8,22	7,82	8,02	IxII-0,113
	Średnia	8,71	8,12		

Źródło: Kurowski i Bruderek, 2001 (13)

Niewątpliwie jednym z powodów dużych różnic w efektach produkcyjnych przy uprawie zbóż jest zmienność warunków pogodowych, których rolę w kształtowaniu plonów ziarna bardzo dobrze określają wahania zbiorów w Polsce, mieszczące się w ostatnich kilkunastu latach w szerokich granicach od 22 do 30 mln t (3). Z dotychczas opublikowanych wyników badań można wysnuć opinię, że rola warunków pogody w kształtowaniu plonów ziarna z wysiewanych jesienią „przewódek” jest większa niż w przypadku odmian ozimych czy jarych. Udowadniają to m.in. badania

Kardasza i in. (11), w których w jednym roku badań plony z siewów jesiennych były wyższe niż z wiosennych o kilkadziesiąt, a w drugim o kilkaset procent (około 4-krotnie). Zarówno z powyższych badań, jak i z innych (6, 30) nie wynika, by głównym czynnikiem różnicującym plony „przewódek” był przebieg pogody zimą, a w szczególności warunki termiczne. Zwykle bowiem „przewódki” dobrze lub bardzo dobrze zimują. Udowadniają to także wyniki badań autorów niniejszego opracowania, w których w ciągu sześciu lat prowadzenia eksperymentów polowych w kilku SDOO COBORU całkowite zniszczenie plantacji zimą miało miejsce tylko raz, w jednej lokalizacji. Przy czym w tej samej lokalizacji w wymienionym roku przy siewie o 15 dni wcześniejszym (październikowym) uszkodzeń ładu praktycznie nie stwierdzono. Świadczy to o tym, że stopień zaawansowania w rozwoju roślin odmian „przewódkowych” przed zimą ma pewne znaczenie w przetrwaniu okresu zimowego. Chociaż wyniki z innych lat badań wskazują, że dla dobrego przetrwania okresu zimowego „przewódkowe” odmiany pszenicy jarej niekoniecznie muszą wejść w fazę zaawansowanego krzewienia (tab. 2).

Tabela 2

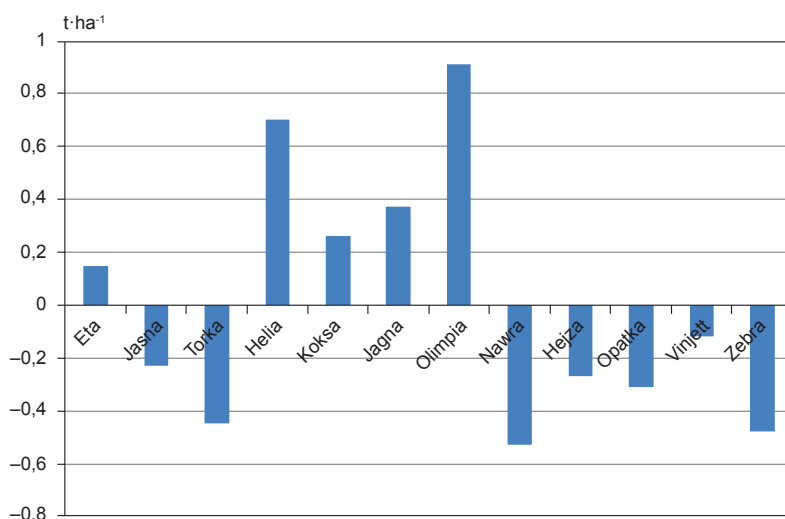
Terminy wschodów „przewódek” wysianych jesienią i wiosną

Miejscowość	Terminy siewu		
	III dekada października	II dekada listopada	I dekada kwietnia
Bezek 2009	7 listopada	zima	14 kwietnia
Bezek 2010	2 grudnia	zima	13 kwietnia
Czesławice 2009	12 listopada	26 marca	14 kwietnia
Czesławice 2010	20 listopada	25 marca	14 kwietnia
Cicibór 2009	10 listopada	brak wschodów	16 kwietnia
Cicibór 2010	15 listopada	10 grudnia	14 kwietnia

Źródło: badania własne

Z powyższej tabeli wynika, że nawet brak wschodów odmiany „przewódkowej” przed jesiennym zahamowaniem wegetacji nie musi oznaczać jej zniszczenia w okresie zimy.

Jak dotąd nie została wykonana ocena porównawcza odmian „przewódkowych” w zakresie poziomu zimotrwałości, ale analizując dotychczasowe wyniki własne oraz innych autorów, można stwierdzić, że na ogół wszystkie odmiany zaliczane przez hodowców do tej grupy charakteryzują się stosunkowo wysokim poziomem zimotrwałości. Niezależnie od tego wybór konkretnej „przewódki” do siewu jesiennego należy traktować jako ważny element agrotechniki. Weber i Kaus (30) przeprowadzili badania na stosunkowo dużej grupie odmian pszenicy jarej, których celem było wyodrębnienie grupy odmian posiadających cechy „przewódek”. Spośród 12 odmian tylko jedna Olimpia wykazywała istotny przyrost plonu wskutek przeniesienia jej siewu z wiosny na jesień (rys. 1). W przypadku pozostałych odmian różnice w poziomie plonowania w zależności od terminu siewu były nieistotne.

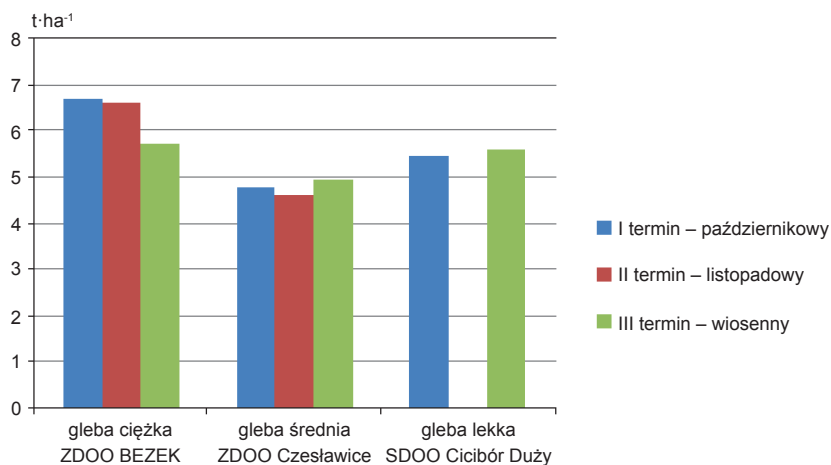


Rys. 1. Różnica plonów w warunkach siewu jesiennego i wiosennego

Źródło: Weber i Kaus, 2007 (30)

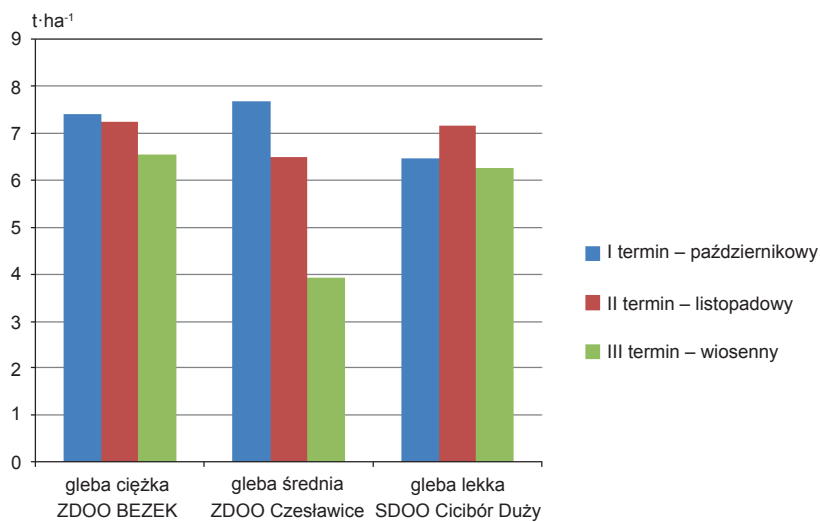
Również badania Kardaś i in. (11), w których wysiewano 4 odmiany pszenicy jarej Cytra, Helia, Tajfun i Żura udowadniają, że wybór odmiany do siewu jesiennego ma bardzo duże znaczenie. Różnice międzyodmianowe w wysokości plonów, jakie uzyskiwano w tych badaniach w warunkach siewu w I dekadzie listopada przekraczały 30%.

O reakcji „przewódek” na jesienny termin siewu mogą w pewnym stopniu decydować warunki glebowe (31). Taki wniosek wynika z analizy wyników badań przeprowadzonych w trzech Stacjach (Zakładach) Doświadczalnych Oceny Odmian (SDOO, ZDOO) COBORU w latach 2008–2011 (rys. 2–4). Doświadczenia w ZDOO Bezek zakładane były na rędzinie brunatnej średniej zaliczanej do kompleksu pszenego wadliwego, w SDOO Cicibór na glebie płowej o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego, zaliczanej do kompleksu żytniego bardzo dobrego oraz w ZDOO Czesławice na glebie brunatnej na lessie zaliczanej do kompleksu pszenego dobrego. Mimo bardzo dużego podobieństwa warunków atmosferycznych wynikającego ze stosunkowo niewielkiej odległości poszczególnych punktów badawczych (wszystkie punkty w województwie lubelskim) reakcja pszenicy jarej na jesienny termin siewu pozostawała w dużej zależności od warunków glebowych. Najbardziej uwidoczniło się to w pierwszym roku badań (2009) (rys. 2), kiedy to siew październikowy i listopadowy pszenicy „przewódkowej” dawał istotne zwwyżki plonów w stosunku do siewu wiosennego tylko na glebie ciężkiej (ZDOO Bezek), na glebie średniej wysokość plonu nie zależała istotnie od terminu siewu, a na glebie lekkiej (SDOO Cicibór) plony z siewu październikowego i wiosennego były podobne, natomiast z siewu listopadowego nie zebrano wcale plonu, bo doszło do całkowitego zniszczenia plantacji.



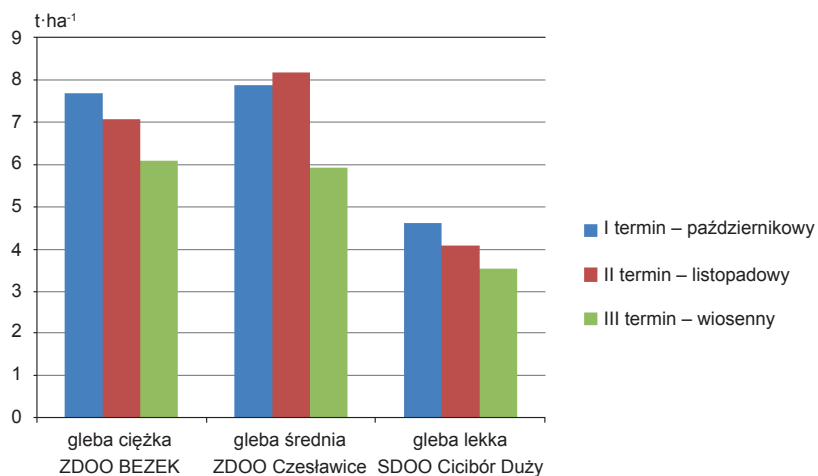
Rys. 2. Wpływ terminu siewu pszenicy „przewódkowej” na plonowanie w zależności od warunków glebowych w 2009 roku

Źródło: Wyzńska, 2013 (31)



Rys. 3. Wpływ terminu siewu pszenicy „przewódkowej” na plonowanie w zależności od warunków glebowych w 2010 roku

Źródło: Wyzńska, 2013 (31)



Rys. 4. Wpływ terminu siewu pszenicy „przewódkowej” na plonowanie w zależności od warunków glebowych w 2011 roku

Źródło: Wyzńska, 2013 (31)

Struktura plonu w zależności od terminu siewu

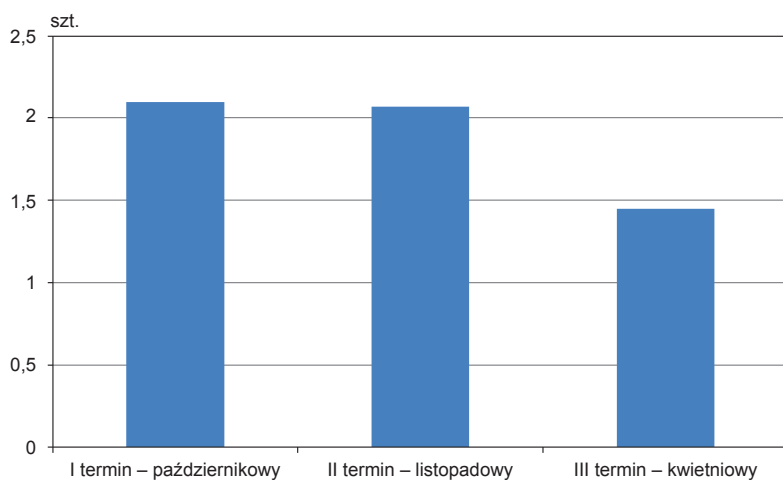
Z obserwacji własnych autorów pracy wynika, że o zwiększonej plenności odmian „przewódkowych” w warunkach siewu jesiennego decyduje lepsza niż przy siewie wiosennym zwartość łanu (większa liczba kłosów na jednostce powierzchni) (rys. 6) wynika z lepszego rozkrzewienia roślin (rys. 5). Wskazują na to także badania Kardaś i in. (11). Również bardzo pozytywną rolę w kształtowaniu plonu ziarna „przewódek” może odegrać zwiększony plon ziarna z kłosa (rys. 7) wynikający z większej masy 1000 ziaren oraz większej liczby ziarniaków w kłosie.

Tabela 3

Wpływ terminu siewu na wysokość źdźbeł pszenicy jarej i obsadę kłosów

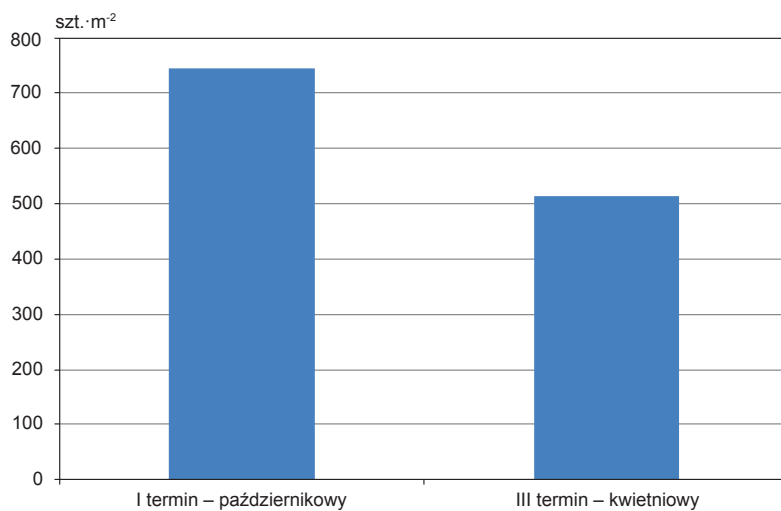
Odmiana	Średnia z 2 lat badań			
	średnia wysokość roślin (cm)		średnia liczba kłosów (szt. · m ⁻²)	
	siew jesienny	siew wiosenny	siew jesienny	siew wiosenny
Cytra	80,45	52,50	499	295
Helia	17,70	76,50	471	367
Tajfun	86,65	64,45	506	413
Żura	105,25	73,05	488	378

Źródło: Kardaś i in., 2010 (11)



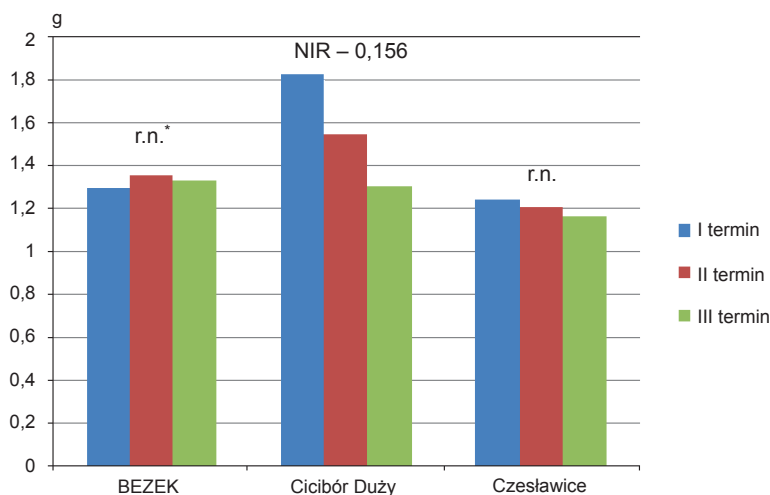
Rys. 5. Liczba pędów produktywnych na roślinach odmiany Monsun w zależności od terminu siewu (SDOO Cicibór Duży 2009–2010)

Źródło: opracowanie własne



Rys. 6. Liczba kłosów na m² w zależności od terminu siewu oraz odmiany pszenicy jarej w SDOO w Ciciborze Dużym w 2009 roku (średnio dla 5 odmian)

Źródło: opracowanie własne



Rys. 7. Średni plon ziarna z kłosa w zależności od terminu siewu w różnych Stacjach (Zakładach) Doświadczalnych Oceny Odmian (średnia z lat 2009–2011)

* r.n. – różnice nieistotne

Źródło: opracowanie własne

Czynniki ograniczające plonowanie „przewódek” – zachwaszczenie i choroby grzybowe

Przeniesienie terminu siewu z wiosny na późną jesień ma istotny wpływ na występowanie agrofagów. Z dotychczasowych pojedynczych doniesień wynika, że w zasiewach pszenicy „przewódkowej” wysianej jesienią występują typowe dla zbóż ozimych chwasty: maruna bezwonna, fiołek polny, mak polny, chaber bławatek i miotła zbożowa (11). Część z tych gatunków występuje także w obiektach zasianych wiosną, ale wówczas nasilenie ich występowania jest mniejsze (11).

Jesienny termin siewu pszenicy jarej w porównaniu z terminem wiosennym może być przyczyną zmian w zakresie zagrożenia przez choroby grzybowe. Dowiodły tego badania Kurowskiego i Bruderk (13), w których siew jesienny był przyczyną zwiększonego w stosunku do siewów wiosennych występowania chorób podstawy źdźbła. Natomiast wpływ takiego terminu siewu na występowanie chorób liści i kłosa był w tych badaniach wyraźnie mniejszy.

Jakość ziarna odmian „przewódkowych”

Pszenicę jarą uprawia się w naszym kraju głównie na cele wypiekowe (10). W związku z tym uzasadnione jest pytanie: na ile jesienny siew tej formy wpływa na zmiany walorów jakościowych ziarna. Dotychczasowe wyniki badań z tego zakresu

nie są jednoznaczne. Z badań Kardaś i in. (11) wynika, że zwłaszcza w przypadku niektórych odmian może dochodzić do dość dużych spadków jakości ziarna (tab. 4), co potwierdzają także niektóre rezultaty naszych badań (rys. 8–9). Z innych naszych badań wynika jednak, że wpływ przeniesienia terminu siewu pszenicy jarej z wiosny na jesień nie musi być negatywny, co obrazują rysunki 10 i 11. Tę rozbieżność uzyskiwanych efektów w zakresie jakości można tłumaczyć różnym terminem przechodzenia kolejnych faz wzrostu przez rośliny z siewów jesiennych i wiosennych, co ma duże znaczenie w przypadku, gdy dotyczy to tych faz, w których determinowana jest jakość. Z obserwacji własnych autorów wynika, że mający podstawowe znaczenie w kształtowaniu jakości proces dojrzewania ziarniaków może być w przypadku jesiennego siewu przyspieszony o jeden tydzień, a nawet więcej. Wydaje się jednak, że większą rolę w kształtowaniu jakości plonów ziarna z „przewódek” wysiewanych jesienią ma to, że zwykle uzyskuje się wtedy wyższe plony, a zjawisko obniżania jakości wraz ze wzrostem plonu jest często obserwowane w badaniach ze zbożami, niezależnie od tego, co jest przyczyną różnicowania plonów. Przykładowo w badaniach Stankowskiego i in. (27), w których zastosowanie trzech sposobów ochrony w porównaniu z wariantem kontrolnym przyczyniło się do bardzo silnego zwiększenia plonu ziarna i masy 1000 ziaren, doszło do istotnego zmniejszenia zawartości białka w ziarnie i innych cech jakościowych.

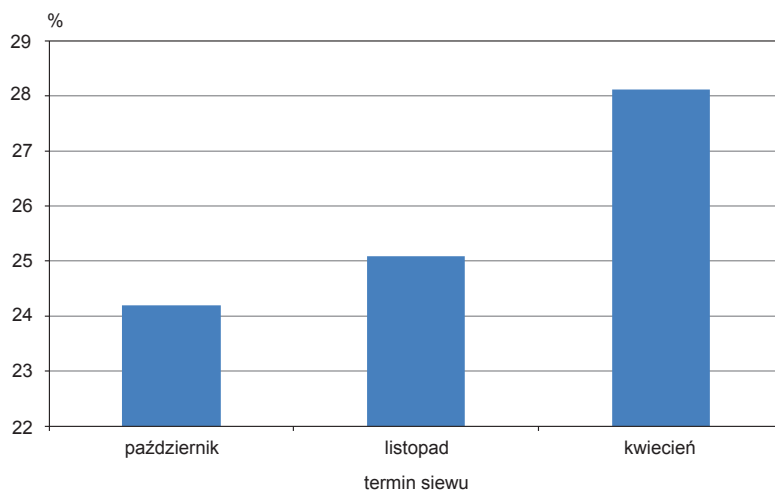
Tabela 4

Parametry jakościowe plonu ziarna

Odmiana	Białko (%)				Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego (ml)			
	sezon 2006/2007		sezon 2007/2008		sezon 2006/2007		sezon 2006/2007	
	termin siewu							
	jesienny	wiosenny	jesienny	wiosenny	jesienny	wiosenny	jesienny	wiosenny
Cytra	14,4 a*	17,4 b	12,9 c	17,3 a	30,4 d	41,7 d	30,9 d	41,8 a
Helia	13,1 c	16,3 c	14,0 a	16,4 c	31,1 c	37,8 c	33,5 b	39,1 c
Taifun	13,9 b	14,1 d	13,8 b	16,2 d	33,6 a	33,7 a	33,1 c	38,9 d
Żura	13,0 c	18,1 a	14,2 b	16,9 b	31,9 b	44,4 b	34,6 a	41,3 b
NIR (0,05)	0,254	0,202	0,229	0,098	0,120	0,125	0,152	0,103

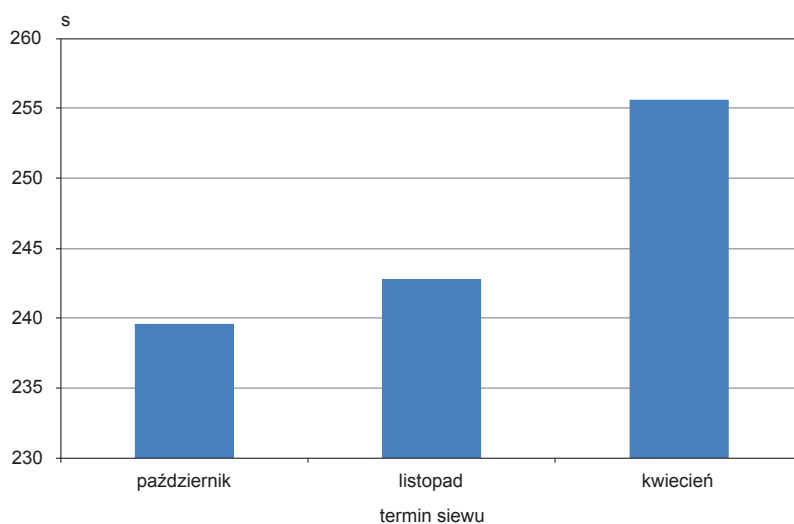
* wartości w kolumnach oznaczone jednakowymi literami nie różnią się istotnie na poziomie 0,05

Źródło: Kardaś i in., 2010 (11)



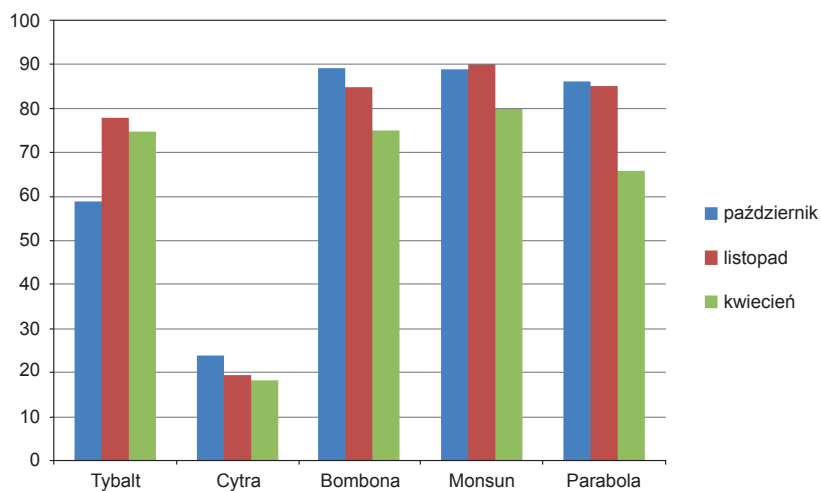
Rys. 8. Wpływ terminu siewu pszenicy jarej na zawartość glutenu w ziarnie (gleba ciężka)
(SDOO Bezek 2008–2011)

Źródło: badania własne



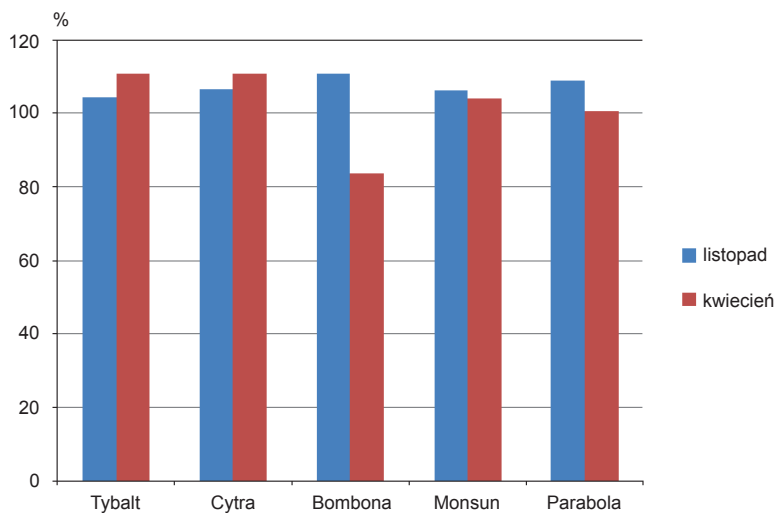
Rys. 9. Liczba opadania w zależności od terminu siewu (średnia z 4 odmian pszenicy jarej)
(SDOO Bezek 2008–2011)

Źródło: badania własne



Rys. 10. Indeks glutenu w zależności od terminu siewu i odmiany pszenicy jarej (SDOO Bezek 2008–2011)

Źródło: badania własne



Rys. 11. Wskaźnik sedymentacji Żeleny'ego odmian pszenicy jarej przy siewie listopadowym i kwietniowym w stosunku do uzyskanego przy siewie październikowym wyrażony w procentach (SDOO Bezek 2008–2011)

Źródło: badania własne

Podsumowanie

Reasumując, należy stwierdzić, że odmiany pszenicy jarej posiadające cechy „przewódek” wysiane późną jesienią zwykle dobrze zimują i wydają plony na ogół zdecydowanie wyższe niż przy siewie wiosennym. Przypadki silnych uszkodzeń łanów tych odmian w okresie zimy należą do rzadkości. W związku z tym można polecać je do szerokiego wykorzystania w praktyce, bowiem oprócz wymienionego wyższego plonu bardzo ważnym pozytywnym przeniesienia terminu siewu na jesień jest rozładowanie dużego spiętrzenia prac polowych wczesną wiosną.

Jakość ziarna pozyskanego z siewów wykonanych późną jesienią może być obniżona w stosunku do ziarna pozyskanego z siewów wiosennych, jednak na ogół nie są to obniżki bardzo duże.

Technologia produkcji ziarna z „przewódek” wysiewanych jesienią musi uwzględniać to, że przeniesienie siewu odmiany jarej na jesień skutkuje zwiększeniem niebezpieczeństwa masowego wystąpienia chorób podstawy źdźbła i korzeni a ponadto pojawieniem się zwiększonego niebezpieczeństwa ze strony gatunków chwastów typowych dla formy ozimej.

Literatura

1. Barbacki i in.: *Agrotechnika*, T. 2. PWN W-wa. 1950, 1-434.
2. Braun H.J., Saulescu N.N.: *Breeding winter and facultative wheat. Bread wheat* FAO Rome 2002, <http://fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e0f.htm>
3. FAOSTAT <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
4. Flugsberger K.A.: *Pšenicy dvuručki*. Izd. Gosud. Inst. Opytnoj agronomii Sv. 1929, 7: 3-4.
5. Glasnerova E., Teltcherova L.: *Prispevek k objasneni biologie ceskych presivek*. Ceskoslovenska Biologie, 1953, 1.
6. Grocholski J., Sowiński J., Kulczycki G., Wardęga S.: *Wpływ terminu siewu przewódkowych odmian pszenicy uprawianych na glebie pyłowo-ilastej na plon i parametry morfologiczne roślin*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo, 2007, (91)560: 7-12.
7. Hansel H.: *Merkmale der Fruth und Spatreife an den Jungpflanzen von Sommer und Wechselweizen*. Die Bodenkulture, 1948, 2.
8. Hnilička F., Petr J., Hnilíčková H., Martinková J.: *The yield formation in the alternative varieties of wheat*. Czech J. Genet. Plant Breed., 2005, 41: 295-301.
9. Hoffman J.: *Physiologische Untersuchungen an Gersten und Betrachtungen über Winterfestigkeit*. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 1944, 21.
10. Jasińska Z., Kotecki A.: *Szczegółowa Uprawa Roślin*. Tom I. AR Wrocław, 2003.
11. Kardasz P., Bubniewicz P., Bączkowska E.: *Ocena stanu zachwaszczenia i plonowanie czterech odmian pszenicy jarej przewódkowej wysianych w różnych terminach*. Post. Ochr. Roślin, 2010, 50(3): 1366-1374.
12. Konnecke G.: *Winter oder Sommerweizen Aussaat bei spater Herbstbestellung*. Die Deutsche Landwirtschaft, 1953, 11(4).
13. Kurowski T.P., Bruderek A.: *Zdrowotność pszenicy jarej w zależności od terminu siewu i odmiany*. Post. Ochr. Roślin, 2009, 49(1): 224-227.

14. Lista odmian rolniczych. COBORU. Słupia Wielka 2014.
15. Listowski i in.: Szczegółowa uprawa roślin. PWRiL, W-wa 1951, ss. 478.
16. Lewicki S.: Różnice w biologii zbóż ozimych i jarych. Pamiętnik Państw. Inst. Naukowego w Puławach Sv. A, 1927, **8**.
17. Myszkiewicz D.: Przewódki. <http://www.hr-strzelce.pl/index.php/porady/przewodki>
18. Okic A.: Produktivnost fakultativne sorte pšenice Zemunka 1 u jesenjoj i prolecnos setvi. Selekcja i Semenarstvo. 1995, **2(2)**: 195-199.
19. Ormena N.J., Diaz S.J.: Clodinafop, a new herbicide for selective control of grass weed in wheat. II. Selectivity on spring and alternative cultivars. Agr. Tec. Santiago, 1998, **58(2)**: 103-115.
20. Ozturk A., Caglar O., Bulut S.: Growth and field response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. J. Agron. Crop Sci., 2006, **192**: 10-16.
21. Penrouse L.D.J., Moosad M., Payne T.S., Ortis-Ferrara G., Braun H.J.: Comparison of controls development in breeding lines from Australian and CIMMYT/ICARDA winter and facultative wheta breeding programs. Aust. J. Agric. Res., 1996, **47**: 1-15.
22. Petr J.: Biologie ceskych presivek. I. Rostlinna vyroba. I. Rostlinna vyroba, 1960, **6**: 1473-1500.
23. Rudnicki F., Jaskulski D., Dębowski G.: Reakcje odmian pszenicy jarej na termin siewu i nawożenie azotem w warunkach posusznych. Roczn. Nauk Rol. A., 1999, **114(3-4)**: 97-107.
24. SAATEN UNION <http://saaten-union.pl/odmiany/zboza/pszenica/index.php/lennox/>
25. Servit M.: Die züchterische Bearbeitung des Wechselweizen Monatshefte für Landwirtschaft, 1913, Bd. **6**, Wien.
26. Schreiber S.A., Hartman G.: Neues von den Sommerungen. Neue Landwirtschaft, 2005, **3**: 2-5.
27. Stankowski S., Podolska G., Stypuła G.: Wpływ wybranych sposobów ochrony roślin na plon i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR, 2001, **218/219**: 155-159.
28. Stehlik V., Tymich V.: Slechtitelsky vyznam variet a typu skladajici ceskou červenou presivku. Zemedelsky Archiv, 1920, **11**: 9-10.
29. Stelmakh A.F., Genetic systems regulating flowering response in wheta. In: Wheat: Prospects for Global Improvement, H.J. Braun, F. Altay W.E. Kronstat, S.P.S. Beniwal & A. McNab (eds). Proceed. 5th Int. Wheat Conf., Ankara, Development in Plant Breeding, 1998, **6**: 491-501.
30. Weber R., Kaus A.: Plonowanie odmian pszenicy jarej w zależności od terminu siewu w warunkach południowo-zachodniej Polski. Fragm. Agron., 2007, **94**: 372-380
31. Wyzńska M.: Jesienne siewy zbóż – odmiany przewódkowe. Wieś Jutra, 2013, **2**: 6-7.

Adres do korespondencji:

dr hab. Jerzy Grabiński, prof. nadzw.
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 341
e-mail: jurek@iung.pulawy.pl

Jolanta Bojarszczuk, Jerzy Książak

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

OPLACALNOŚĆ UPRAWY MIESZANEK ŁUBINU ŻÓŁTEGO ZE ZBOŻAMI*

Słowa kluczowe: mieszanki zbożowo-strączkowe, koszty bezpośrednie, wartość produkcji, opłacalność, białko paszowe

Wstęp

Zapotrzebowanie na białko paszowe w Polsce i całej Unii Europejskiej jest obecnie pokrywane w 23–25% przez produkcję nasion roślin strączkowych (7). Rocznie Polska potrzebuje dla zaspokojenia potrzeb paszowych około 1 mln ton białka (8). W ostatnich latach prowadzona jest dyskusja na temat odnowy i wspierania uprawy roślin strączkowych (bobowatych grubonasiennych), w której zwolennicy wskazują, że produkcję należy rozwijać ze względu na pozytywne oddziaływanie tych gatunków na środowisko oraz możliwość ich wykorzystania jako dodatkowego źródła białka w produkcji pasz (8). Jedną z bardzo istotnych cech tej grupy roślin jest zdolność do wiązania azotu atmosferycznego, co ma istotne znaczenie zarówno ekologiczne, jak i ekonomiczne (27). Z badań Szukały (32) wynika, że łubiny poprzez bakterie brodawkowe wnoszą do gleby 40–90 kg·ha⁻¹ azotu atmosferycznego, a groch siewny pozostawia 40–60 kg N·ha⁻¹ (18), a tym samym wprowadzanie roślin bobowatych do płodozmianu pozwala na ograniczenie stosowania nawozów mineralnych nawet o 20–25% (28).

W latach 2001–2007 powierzchnia uprawy roślin strączkowych na nasiona i zielonkę w Polsce wynosiła około 100 tys. hektarów i była prawie czterokrotnie mniejsza niż areał ich uprawy w 1989 r. Kolejne lata (2008–2011) przyniosły pogłębiającą się recesję w uprawie roślin strączkowych. Wynikała ona przede wszystkim z niekorzystnych przesłanek ekonomicznych oraz problemów ze sprzedażą bądź przetwórstwem paszowym wyprodukowanych w siewie czystym nasion strączkowych lub też ich mieszanek ze zbożami pochodzącymi z zasiewów współrzędnych (mieszanych).

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

Do czynników mających wpływ na zmniejszenie zainteresowania uprawą roślin strączkowych zaliczyć można niską opłacalność produkcji nasion w dużej mierze wywołaną gwałtownie malejącym popytem na ten surowiec na rynku paszowym. Istotne znaczenie dla poziomu opłacalności ma również niski i niestabilny poziom plonowania roślin strączkowych, a także duża wrażliwość na przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. W warunkach produkcyjnych cechy te utrudniają bowiem możliwość oferowania na rynku jednorodnej pod względem jakościowym partii surowca, a także rodzą niepewność w zakresie płynności jego dostaw do zakładów produkujących paszę. Sytuacja taka zdecydowanie obniża rynkową konkurencyjność roślin strączkowych jako paszowego komponentu białkowego w porównaniu z białkiem importowanej śruty sojowej.

W ostatnich latach obserwowane jest jednak systematyczne zwiększanie powierzchni uprawy roślin strączkowych pastewnych. Wśród rodzimych gatunków największą dynamikę zbiorów w okresie 2004–2012 zanotowano w przypadku łubinu żółtego, którego powierzchnia uprawy wzrosła z 11 tys. ha w 2004 r. do prawie 42 tys. ha w 2007 r. i 72 tys. ha w roku 2010. W 2010 r. udział łubinu żółtego w zbiorach pastewnych roślin strączkowych wynosił już 64% (29). Uprawa mieszanek zbożowo-strączkowych w Polsce jest zróżnicowana regionalnie. Najwięcej takich mieszanek uprawianych jest w województwach mazowieckim, podlaskim i wielkopolskim, zaś najmniej w województwie podkarpackim. Uzyskiwane plony wynoszą przeciętnie około $2,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (16).

W literaturze niewiele jest opracowań dotyczących efektywności ekonomicznej uprawy mieszanek zbożowo-strączkowych na nasiona.

Celem pracy jest ocena opłacalności uprawy mieszanek łubinu żółtego z trzema gatunkami zbóż jarych w porównaniu z siewem czystym rośliny strączkowej. Materiał źródłowy opracowania stanowią wyniki doświadczenia polowego zrealizowanego w latach 2011–2013 w RZD Grabów IUNG-PIB Puławy.

Poziom plonowania

Na poziom plonowania mieszanek znaczący wpływ miały badane czynniki (gatunek zboża i udział łubinu w masie wysiewanych nasion), co miało z kolei przełożenie na wartość produkcji, efektywność ekonomiczną, a w tym opłacalność produkcji. Najwyższy poziom plonowania uzyskano z mieszanek łubinu z pszenicą niezależnie od udziału komponentów w plonie. Zwiększenie udziału nasion łubinu w wysiewanych mieszkankach ze wszystkimi gatunkami zbóż powodowało obniżenie poziomu ich plonowania (tab. 1). Wzrost udziału nasion łubinu w wysiewanej mieszance do 80% powodował zmniejszenie ich wydajności o: 18% w mieszance łubinu z jęczmieniem jarym, 20% w mieszance z pszenicą jarą i 14% w mieszance z pszenżytem, w porównaniu z plonem uzyskanym przy najniższym udziale rośliny bobowatej. Zależność taką obserwowało wielu autorów dla mieszanek zbóż z grochem (11, 13, 14, 15), jak również dla mieszanek zbóż z łubinem żółtym i wąskolistnym (19). Z innych badań

nad gęstością siewu i składem mieszanek wynika, że udział roślin strączkowych może wynosić od 30 do 50% (14), przy czym – ze względu na możliwość silniejszego wylegania – dla mieszanek z udziałem odmian wysokołodygowych korzystniejszy jest udział grochu stanowiący około 30%. Do podobnych wniosków prowadzą też wyniki badań Borowieckiego i Książaka (2), w których zwiększenie udziału grochu w mieszkankach przy jednoczesnym zmniejszeniu gęstości siewu zboża jarego prowadziło do zmniejszenia poziomu plonowania mieszanek. Plon łubinu żółtego w czystym zasiewie był około dwukrotnie mniejszy niż plon mieszanek zbożowo-strączkowych.

Tabela 1

Poziom plonowania i wartość produkcji ziarna mieszanek zbóż z łubinem żółtym
w porównaniu z czystym siewem rośliny strączkowej

Wyszczególnienie	Gatunek zboża w mieszance									Łubin 100%
	jęczmień			pszenica			pszenżyto			
	udział łubinu (%)									
	40	60	80	40	60	80	40	60	80	
Plon (dt·ha ⁻¹)	36,8	34,5	30,1	39,6	35,5	31,6	36,8	33,9	31,8	15,5
Średnio dla gatunku zboża	33,8			35,6			34,2			
Wartość produkcji (zł·ha ⁻¹)	2576	2415	2107	2772	2485	2212	2576	2373	2226	1472
Średnio dla gatunku zboża	2366,0			2489,7			2391,7			
Płatności obszarowe, w tym:										
• Jednolita płatność obszarowa (JPO)	956,8 7812,0	956,8 7812,0	956,8 7812,0	956,8 7812,0	956,8 7812,0	956,8 7812,0	956,8 7812,0	956,8 7812,0	956,8 7812,0	1652,8 7812,0
• Uzupełniająca płatność obszarowa (UPO)	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6
• Specjalna płatność obszarowa do powierzchni upraw roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych uprawianych w plonie głównym (ST)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	696,0

Źródło: opracowanie własne

Wartość produkcji

Z przeprowadzonej analizy porównawczej wynika, że wartość produkcji była najwyższa w uprawie mieszanek łubinu żółtego z pszenicą, co było efektem wyższego poziomu plonu tego rodzaju mieszanki (tab. 1). Biorąc pod uwagę udział nasion rośliny strączkowej w masie wysiewanych nasion, najwyższy poziom wartości produkcji, określonej na podstawie poziomu plonu i ceny uzyskanej ze sprzedaży nasion, za-

pewniła uprawa mieszanki z pszenicą przy 40% udziale łubinu żółtego. Wartość tego wskaźnika była wyższa o 25% w stosunku do mieszanki z tym gatunkiem zboża przy 80% udziale rośliny strączkowej oraz niemalże dwukrotnie wyższa od uzyskanego z uprawy łubinu żółtego w czystym siewie. Najniższą wartość produkcji spośród ocenianych mieszanek zbożowo-strączkowych uzyskano z uprawy mieszanek jęczmienia z łubinem żółtym. Wartość tego wskaźnika była jednakże zbliżona do poziomu wartości produkcji uzyskanej z uprawy mieszanek pszenżyta z łubinem żółtym.

Koszty bezpośrednie

Poziom kosztów bezpośrednich związanych z uprawą łubinu żółtego i jego mieszanek ze zbożami jarymi był zróżnicowany w zależności od gatunku zboża wchodzącego w skład mieszanek. Największe koszty bezpośrednie generowała mieszanka łubinu z pszenicą jarą. Ich poziom wynikał z wyższej ceny materiału siewnego tego gatunku zboża. Natomiast najniższy poziom kosztów bezpośrednich zanotowano dla uprawy łubinu żółtego w siewie czystym (tab. 2). W strukturze kosztów bezpośrednich największy udział stanowiły koszty zabiegów agrotechnicznych (ok. 53%), które kształtowały się na podobnym poziomie dla wszystkich kombinacji uprawowych. Wysoki udział miały również koszty nawożenia (średnio 30%). Wraz ze zwiększeniem udziału łubinu w masie wysiewanych nasion mieszanki poziom kosztów bezpośrednich zmniejszał się, co związane było z kosztami materiału siewnego rośliny strączkowej. Nieco większy udział w strukturze kosztów bezpośrednich uprawy łubinu żółtego niż w przypadku mieszanek zbożowo-strączkowych stanowił koszt materiału siewnego. Ich udział wynosił 21%, zaś w mieszankach zbóż jarych z łubinem średnio ok. 16%.

Nadwyżka bezpośrednia i opłacalność produkcji

Poziom opłacalności uprawy rodzimych roślin strączkowych uzależniony jest od wielu czynników, ale przede wszystkim od wartości produkcji obliczonej jako iloczyn rynkowej ceny i uzyskanych plonów, a także relacji uzyskanej wartości produkcji do poniesionych kosztów produkcji.

Analiza ekonomiczna wykazała, że najwyższy poziom nadwyżki bezpośredniej określającej poziom pokrycia kosztów bezpośrednich wartością produkcji (bez dopłat) zapewniła uprawa mieszanek łubinu żółtego z pszenicą. Była ona wyższa od nadwyżki uzyskanej z uprawy mieszanek tego gatunku z jęczmieniem i pszenżytem odpowiednio o 45 i 23% (tab. 2). Wraz ze zwiększaniem udziału łubinu żółtego w masie wysiewanych nasion mieszanki zmniejszał się poziom nadwyżki bezpośredniej. Poziom tego wskaźnika dla uprawy mieszanki przy 40% udziale rośliny strączkowej był około 10-krotnie większy niż dla 80% udziału łubinu żółtego. Wartość produkcji mieszanki jęczmienia jarego z 80% udziałem łubinu żółtego nie pokryła kosztów bezpośrednich, bowiem poziom nadwyżki bezpośredniej wyniósł -34 zł. Uprawa łubinu żółtego przy uzyskanym poziomie plonów również nie umożliwiła

pokrycia poniesionych kosztów, tym samym uprawę na tym poziomie rachunku kosztów można uznać za nieopłacalną. Z doniesień literatury wynika, że podobne wnioski z badań przedstawili Majchrzak i in. (20) oraz Majchrzycki i in. (21). W badaniach tych autorów koszty bezpośrednie uprawy łubinu znacznie przewyższyły wartość produkcji. Również Czerwńska-Kayzer i Florek (5) w swoich badaniach dowodzą, że koszty bezpośrednie uprawy łubinu żółtego były znacznie większe od wartości produkcji – o 1025,6 zł·ha⁻¹, zaś uprawa grochu pastewnego i łubinu wąskolistnego wygenerowała nadwyżkę bezpośrednią o wartości odpowiednio: 982,8 i 143,4 zł·ha⁻¹.

Efektywność wykorzystania ziemi i kapitału

Wskaźnik opłacalności wyrażony wielkością nadwyżki bezpośredniej określa jednocześnie poziom efektywności wykorzystania ziemi i kapitału. Przeprowadzona analiza wskazała, że uprawa poszczególnych mieszanek łubinu ze zbożami jarymi w stosunku do czystego siewu łubinu charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem zaangażowania czynników produkcji. Mieszanki zbożowo-strączkowe wyróżniają się bowiem wyższą efektywnością wykorzystania ziemi i kapitału określoną na podstawie poziomu nadwyżki bezpośredniej w odniesieniu do jednostki powierzchni i jednostki zaangażowanego kapitału. Uprawy te cechuje zatem niska ziemio- i kapitałochłonność. Odmienne zdanie prezentują Kopiński i Matyka (10), według których mieszanki zbożowo-strączkowe wyróżniają się wysoką ziemiochłonnością i niską kapitałochłonnością.

Znaczenie dopłat bezpośrednich do produkcji

Obok kosztów bezpośrednich w kalkulacji uwzględniono również koszty pośrednie, które również decydują o opłacalności produkcji, mimo tego, że nie są związane z poziomem plonów. Po uwzględnieniu tych kosztów okazuje się, że przychody z produkcji pokrywają jedynie poniesione koszty w uprawie mieszanek zbóż jarych przy 40% udziale łubinu żółtego. Natomiast wpływy ze sprzedaży nasion mieszanek z większym (60 i 80%) udziałem łubinu żółtego oraz rośliny strączkowej uprawianej w czystym siewie nie zapewniły pokrycia kosztów całkowitych poniesionych na ich produkcję, dlatego też należy zwrócić uwagę na rolę dopłat do ich produkcji. Zdaniem Skarżyńskiej (30) pozycja dopłat do produkcji nie powinna być pominięta w rachunku kosztów produkcji, ponieważ stanowi poważną pozycję w dochodzie. W badaniach własnych udział dopłat w dochodzie końcowym w przypadku uprawy mieszanek zbożowo-strączkowych stanowił średnio od 90 do 98%. Jednakże należy dodać, że w przypadku uprawy mieszanek z 80% udziałem rośliny strączkowej oraz uprawy łubinu żółtego udział dopłat w dochodzie stanowił ponad 100%. Dopłaty do uprawy łubinu żółtego, obejmujące poza jednolitą (JPO) i uzupełniającą płatnością obszarową (UPO) również specjalną płatność do uprawy roślin strączkowych (ST), za-

pewniły pokrycie straty oraz wygenerowanie dochodu w wysokości 900 zł i stanowiły 157% dochodu końcowego z działalności. Według Marciniaka i Gronkowskiej (23) dopłaty w uprawie łubinu żółtego w roku 2007 stanowiły 27%, a w 2009 r. 39,7%. Należy zaznaczyć, że w tych latach nie przysługiwała specjalna płatność obszarowa do powierzchni uprawy roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych. Z badań Czerwińskiej-Kayzer i Florek (5) wynika natomiast, że dopłaty do uprawy łubinu żółtego w roku 2011 stanowiły ok. 49% dochodu ogółem. Po uwzględnieniu dopłat w decyzyjnym rachunku kosztów okazuje się, że uprawa zarówno mieszanek, jak i czystego siewu łubinu żółtego, jest opłacalna. Uprawa łubinu żółtego umożliwiła wygenerowanie zysku na poziomie równym z poziomem zysku, który zapewniła uprawa mieszanek pszenżyta z rośliną strączkową, a jednocześnie o 5% wyższy od zysku z uprawy mieszanek łubinu żółtego z jęczmieniem jarym (średnio dla gatunku zboża). Porównując natomiast poziom dochodu uzyskanego z uprawy łubinu żółtego w czystym siewie z dochodem uzyskanym z uprawy mieszanek zbożowo-strączkowych, stwierdzono, że opłacalność uprawy łubinu była wyższa niż mieszanek z 80% udziałem rośliny strączkowej w masie wysiewanych nasion. Wprowadzenie płatności obszarowych czy też dopłat do produkcji, ma zatem znaczący wpływ na dochód rolniczy oraz silnie oddziałuje na obniżenie poziomu ryzyka dochodowego roślin rolniczych. Opinię taką potwierdzają również badania innych autorów (22).

Korzyści zaoszczędzonych kosztów

Elementem, który został uwzględniony w niniejszym rachunku kosztów uprawy łubinu żółtego i jego mieszanek ze zbożami jarymi są korzyści w postaci zaoszczędzonych kosztów w uprawie następczej, wynikające z wprowadzenia do gleby m.in. przyswajalnego azotu, co pozwala obniżyć koszty nawożenia i ochrony pestycydowej (9). Porównawcza analiza rachunku kosztów w badaniach własnych wykazała, że po uwzględnieniu tej pozycji nadal korzystna pod względem ekonomicznym pozostaje uprawa mieszanek zbożowo-strączkowych, a także łubinu żółtego, dla którego dochód wyniósł 1053 zł. W badaniach Czerwińskiej-Kayzer i Florek (5), uwzględniających tę kategorię, dochód z uprawy łubinu żółtego wyniósł 125,6 zł. Natomiast w badaniach Szukały i Myster (31) uprawa zarówno łubinu żółtego w siewie czystym, jak i w mieszankach była poniżej progu opłacalności, jednakże straty były niewielkie, bowiem na poziomie od 20 do 176 zł·ha⁻¹. Według Księżaka i in. (17) bardziej rentowna okazała się natomiast uprawa mieszanek międzygatunkowych, bowiem uprawa grochu z jęczmieniem lub pszenicą oraz pszenżytem zapewniła dodatni wynik finansowy, a wskaźniki opłacalności uprawy przekraczały 100%. Zdaniem Majchrzyckiego i in. (21) uprawa łubinu może być opłacalna, ale tylko w gospodarstwach o dużych powierzchniach i pod warunkiem uzyskania wysokich plonów. Badania Katanśkiej-Kaczmarek i in. (9) natomiast dowiodły, że uprawa roślin strączkowych przy plonie przeciętnym jest opłacalna, a w przypadku grochu przy plonie 40 dt·ha⁻¹ może być nawet konkurencyjna w stosunku do pszenicy.

Tabela 2

Wybrane pozycje kosztów uprawy i wyniki finansowe

Wyszczególnienie	Gatunek zboża w mieszance										Łubin 100%
	jęczmień			pszenica				pszenżyto			
	udział lubinu (%)										
	40	60	80	40	60	80	40	60	80		
Koszty bezpośrednie (zł·ha ⁻¹) w tym: ▪ materiał siewny ▪ nawozy mineralne ▪ środki ochrony roślin ▪ zabiegi agrotechniczne wraz ze zbiorem	2145,4	2143,5	2141,5	2177,5	2164,9	2152,2	2122,7	2128,4	2134,0	1935,9	
Średnio koszty bezpośrednie dla gatunku zboża	2143,5			2164,9				2128,4			
Udział w kosztach bezpośrednich (%): ▪ materiał siewny ▪ nawozy mineralne ▪ środki ochrony roślin ▪ zabiegi agrotechniczne wraz ze zbiorem	15,9 27,9 6,3 49,8	15,8 27,9 6,3 49,9	15,8 28,0 6,4 49,9	17,2 27,5 6,3 49,1	16,7 27,7 6,3 49,4	16,2 27,8 6,3 49,7	15,0 28,2 6,4 50,4	15,2 28,1 6,4 50,2	15,5 28,1 6,4 50,1	21,1 30,9 7,0 52,2	
Nadwyżka bezpośrednia (zł·ha ⁻¹)	430,6	271,5	-34,5	594,5	320,1	59,8	453,3	244,6	92,0	-463,4	
Średnio dla gatunku zboża	222,6			324,8				263,3			
Nadwyżka bezpośrednia (zł·zł ⁻¹ kosztów bezpśrednich)	0,20	0,13	-0,02	0,27	0,15	0,03	0,21	0,11	0,04	-0,24	
Średnio dla gatunku zboża	0,10			0,15				0,12			
Koszty pośrednie (zł·ha ⁻¹)	321,8	321,5	321,2	326,6	324,7	322,8	318,4	319,3	320,1	290,4	
Średnio dla gatunku zboża	321,5			324,7				319,3			
Koszty ogółem (zł·ha ⁻¹)	2467,2	2465,0	2462,7	2504,1	2489,6	2475,1	2441,2	2447,6	2454,1	2226,2	
Średnio dla gatunku zboża	2465,0			2489,6				2447,6			
Dochód z działalności bez dopłat (zł·ha ⁻¹)	108,8	-50,0	-355,7	267,9	-4,6	-263,1	134,9	-74,6	-228,1	-753,7	
Średnio dla gatunku zboża	99,0			0,0				55,9			

cd. tab. 2

Wyszczególnienie	Gatunek zboża w mieszanke												Łubin 100%
	jęczmień			pszenica						pszenżyto			
	udział łubinu (%)												
	40	60	80	40	60	80	40	60	80	40	60	80	
Dochód z działalności z dopłatami (zł·ha ⁻¹)	1065,6	906,8	601,1	1224,7	952,2	693,7	1091,6	882,2	728,7				899,0
Średnio dla gatunku zboża	857,8			956,9				900,8					
Korzyści z zaoszczędzonych kosztów	153,7	153,7	153,7	153,7	153,7	153,7	153,7	153,7	153,7	153,7	153,7	153,7	153,7
Dochód końcowy z działalności (zł·ha ⁻¹)	1219,3	1060,5	754,8	1378,4	1105,9	847,4	1245,3	1035,9	882,4				1052,7
Średnio dla gatunku zboża	1011,5			1110,6				1054,5					
Udział kosztów bezpośrednich w kosztach ogółem (%)	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0
Koszty bezpośrednie produkcji 1 dt ziarna (zł)	58	62	71	55	61	68	58	63	67				125
Średnio dla gatunku zboża	64,0			61,0				63,0					
Koszt jednostkowy produkcji 1 dt ziarna (zł·dt ⁻¹)	67	71	82	63	70	78	66	72	77				144
Średnio dla gatunku zboża	73,0			71,0				72,0					
Relacja wartości produkcji do kosztów ogółem (opłacalność) (%)	104,4	98,0	85,6	110,7	99,8	89,4	105,5	97,0	90,7				66,1
Średnio dla gatunku zboża	96,0			100,0				98,0					
Udział dopłat w dochodzie końcowym (%)	78,0	90,0	127,0	69,0	87,0	113,0	77,0	92,0	108,0				157,0
Średnio dla gatunku zboża	98,0			90,0				93,0					
Plon równoważący koszty bezpośrednie (t)	30,7	30,6	30,6	31,1	30,9	30,8	30,3	30,4	30,5				20,4

Źródło: opracowanie własne

Wydajność i koszt produkcji 1 kg białka

Na podstawie zawartości białka oraz plonu ziarna obliczono plon białka ogólnego uzyskany z mieszanek zbożowo-strączkowych i łubinu żółtego uprawianego w czystym siewie. Poziom plonowania białka był zależny od gatunku zboża i udziału łubinu w masie wysiewanych nasion mieszanki. Mieszanki łubinu żółtego z pszenicą jara pozwoliły na uzyskanie łącznego plonu białka większego średnio o 41% niż mieszanki rośliny strączkowej z jęczmieniem i średnio o 30% niż mieszanki z pszenżytem (tab. 3). Zwiększony udział łubinu żółtego w mieszance powodował zwiększenie plonu białka ogólnego. Według różnych autorów (4, 12, 24, 26) zawartość białka w plonie stanowi w głównym stopniu wypadkową składu gatunkowego mieszanek. W ich badaniach zwiększenie udziału nasion rośliny strączkowej w mieszance powodowało wzrost zawartości białka w mieszance. Ceglarek i in. (4) dowiedli, że zwiększenie udziału łubinu żółtego w mieszance z pszenżytem z 25 do 75% powodowało zwiększenie zawartości białka w mieszance z 19,7 do 33,6%. Kotwica i Rudnicki (12) w swoich badaniach nad mieszankami uprawianymi na glebach kompleksu żyniego dobrego wykazali, że zdecydowanie większa zawartość białka w nasionach roślin strączkowych spowodowała, że plon białka mieszanek zbożowo-strączkowych był wyższy niż mieszanek zbożowych, a różnica wyniosła średnio $207 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (34%). Autorzy ci wykazali, że średnia zawartość białka w mieszankach zbożowo-strączkowych wynosiła 16,8%, przy czym w mieszankach owsa z łubinem 10,8%, zaś w mieszankach pszenżyta z łubinem ok. 23%. Różnice zawartości białka wyjaśnia głównie udział rośliny strączkowej w plonie mieszanek. W badaniach Zielińskiej i Rutkowskiego (33) plon białka w nasionach z siewu współzrędnego grochu i zbóż był większy o 36% w porównaniu z siewem czystym. Ceglarek i in. (3) dowiedli natomiast, że zawartość białka w roślinach zależała od składu mieszanek i terminu ich zbioru. Średnia zawartość białka w mieszankach pszenżyta z bobikiem wynosiła 13,1%, a w mieszankach z wyką 14,6%. Z badań tych autorów wynika, że zwiększenie ilości wysiewu pszenżyta w mieszankach powodowało istotny spadek zawartości białka. Ostrowski i Daczevska (25) podają natomiast, że mieszanki pszenicy z grochem zawierały więcej białka niż mieszanki owsa z wyką.

Ważnym czynnikiem decydującym o zasadności zastąpienia białka sojowego białkiem innych roślin strączkowych jest relacja kosztów jego wyprodukowania do ceny białka zawartego w soi. Jak wynika z danych zawartych w tabeli 3, najniższy koszt produkcji 1 kg białka występuje w przypadku mieszanek łubinu żółtego z pszenicą i jest znacznie niższy (średnio o 30%) od kosztu zakupu 1 kg białka śruty poekstrakcyjnej sojowej. Natomiast koszt produkcji 1 kg białka z łubinu żółtego jest podobny jak w przypadku mieszanek łubinu z jęczmieniem jarym, natomiast niższy o około 17% niż cena 1 kg białka śruty sojowej.

Tabela 3

Wydajność i koszty produkcji 1 kg białka

Wyszczególnienie	Gatunek zboża w mieszance									Łubin 100%
	jęczmień			pszenica			pszenżyto			
	udział łubinu (%)									
	40	60	80	40	60	80	40	60	80	
Cena poekstrakcyjnej śruty sojowej (zł·t ⁻¹)	1910									
Cena 1 kg białka poekstrakcyjnej śruty sojowej	4,24									
Zawartość białka ogólnego (%)	18,73	19,94	23,38	25,25	28,21	29,42	20,34	21,83	24,34	40,75
Plon białka (kg·ha ⁻¹)	689,1	687,8	703,7	999,7	1001,3	929,5	748,5	739,9	773,9	631,6
Koszt 1 kg białka (zł)	3,58	3,58	3,50	2,50	2,49	2,66	3,26	3,31	3,17	3,52
Relacja koszt/cena	0,84	0,85	0,83	0,59	0,59	0,63	0,77	0,78	0,75	0,83

Źródło: opracowanie własne

Wyniki badań Majchrzyckiego i in. (21) również wskazują, że koszt produkcji 1 kg białka w przypadku bobiku i łubinu żółtego jest niższy od kosztu zakupu białka w postaci śruty poekstrakcyjnej, a przy najwyższym poziomie plonów dla gospodarstw wielkoobszarowych wynosi on zaledwie 70% ceny 1 kg białka śruty sojowej. W badaniach Szukały i Mysłęk (31) koszt produkcji 1 kg białka z łubinu żółtego przekraczał cenę 1 kg białka śruty sojowej od 17,2 do 41%. Badania Falińskiej i Szukały (6) dotyczące analizy ekonomicznej uprawy łubinu wąskolistnego dowodzą natomiast, że przy zastosowaniu uproszczeń w uprawie roli koszt produkcji 1 kg białka może być zbliżony do ceny białka w importowanej śrucie sojowej. Katońska-Kaczmarek i in. (9) na podstawie porównawczej analizy kosztów produkcji 1 kg białka w mieszankach pasz treściwych dowiedli, że nie ma wyraźnych różnic w cenach białka pomiędzy mieszankami paszowymi opartymi na soi i gatunkach krajowych roślin strączkowych, przy czym koszt 1 kg białka paszy otrzymanej przy udziale grochu, bobiku oraz łubinu żółtego jest nawet nieznacznie niższy.

Podsumowanie

Na poziom plonowania mieszanek znaczący wpływ miały gatunek zboża i udział łubinu w masie wysiewanych nasion. Najwyższy poziom plonowania uzyskano z mieszanek łubinu z pszenicą niezależnie od udziału komponentów w plonie. Wzrost udziału nasion łubinu w wysiewanej mieszance do 80% powodował zmniejszenie ich wydajności o: 18% w mieszance łubinu z jęczmieniem jarym, 20% w mieszance z pszenicą jara i 14% w mieszance z pszenżytem, w porównaniu z plonem uzyskanym przy najniższym udziale rośliny bobowatej. Plon łubinu żółtego w czystym zasiewie był około dwukrotnie mniejszy niż plon mieszanek zbożowo-strączkowych.

Poziom kosztów bezpośrednich uprawy łubinu żółtego i jego mieszanek ze zbożami jarymi był zróżnicowany w zależności od gatunku zboża wchodzącego w skład mieszanek. Największe koszty bezpośrednie generowała mieszanka łubinu z pszenicą jara, natomiast najniższe uprawa łubinu żółtego. W strukturze kosztów bezpośrednich największy udział stanowiły koszty zabiegów agrotechnicznych (ok. 53%), wysoki udział zajmowały również koszty nawożenia (średnio 30%).

Analiza ekonomiczna wykazała, że najwyższy poziom nadwyżki bezpośredniej zapewniła uprawa mieszanek łubinu żółtego z pszenicą i była wyższa od nadwyżki uzyskanej z uprawy mieszanek tego gatunku z jęczmieniem i pszenżytem odpowiednio o 45 i 23%. Wraz ze zwiększaniem udziału łubinu żółtego w masie wysiewanych nasion mieszanki zmniejszał się poziom nadwyżki bezpośredniej. Poziom tego wskaźnika dla uprawy mieszanki przy 40% udziale rośliny strączkowej był około 10-krotnie większy niż dla 80% udziału łubinu żółtego.

Mieszanki łubinu ze zbożami wyróżniają się wyższą efektywnością wykorzystania ziemi i kapitału, określoną na podstawie poziomu nadwyżki bezpośredniej w odniesieniu do jednostki powierzchni i jednostki zaangażowanego kapitału. Uprawy te cechuje zatem niska ziemio- i kapitałochłonność w porównaniu z uprawą łubinu żółtego.

Po uwzględnieniu kosztów pośrednich okazuje się, że przychody z produkcji pokrywają jedynie poniesione koszty w uprawie mieszanek zbóż jarych przy 40% udziale łubinu żółtego. Natomiast wpływy ze sprzedaży nasion mieszanek z większym (60 i 80%) udziałem łubinu żółtego oraz rośliny strączkowej uprawianej w czystym siewie nie zapewniły pokrycia kosztów całkowitych poniesionych na ich produkcję.

Analiza rachunku kosztów wykazała, że uprawa zarówno mieszanek, jak łubinu żółtego w czystym siewie, jest opłacalna jedynie po uwzględnieniu dopłat. Uprawa łubinu żółtego umożliwiła wygenerowanie zysku na poziomie równym z poziomem zysku, który zapewniła uprawa mieszanek pszenżyta z rośliną strączkową, a jednocześnie o 5% wyższy od zysku z uprawy mieszanek łubinu żółtego z jęczmieniem jarym (średnio dla gatunku zboża).

Przeprowadzona kalkulacja opłacalności uprawy mieszanek łubinu żółtego ze zbożami jarymi w porównaniu z czystym siewem rośliny strączkowej wskazuje na

ekonomiczne uzasadnienie zwiększenia powierzchni uprawy tej grupy roślin. Dodatkową korzyścią z uprawy roślin strączkowych jest jakość pozostawionego stanowiska dla roślin następczych, co pozwala obniżyć koszty nawożenia.

Zwiększony udział łubinu żółtego w mieszance powodował zwiększenie plonu białka ogólnego. Najniższy koszt produkcji 1 kg białka zanotowano w przypadku mieszanek łubinu żółtego z pszenicą i jest znacznie niższy (średnio o 30%) od kosztu zakupu 1 kg białka śruty poekstrakcyjnej sojowej. Natomiast koszt produkcji 1 kg białka z łubinu żółtego jest podobny jak w przypadku mieszanek łubinu z jęczmieniem jarym, a z kolei niższy o około 17% od ceny 1 kg białka śruty sojowej.

Z uwagi na dużą dynamikę zmian cen środków produkcji i ziarna zbóż oraz nasion roślin strączkowych i ich relacji przeprowadzona ocena ekonomiczna wymaga częstych aktualizacji. Niewątpliwie jednak takie analizy są przydatne do podejmowania decyzji.

Literatura

1. Bednarz B., Ciukaj J., Pobereżnik B., Pisarz A., Tomasiak I.: Kalkulacje produkcji rolniczej. MODR, Karniowice 2008, s. 57.
2. Borowiecki J., Księżak J.: Rośliny strączkowe w mieszankach ze zbożami w produkcji pasz. *Post. Nauk Roln.*, 2000, **2**: 89-100.
3. Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie mieszanek pszenżyta jarego z roślinami strączkowymi. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rol.*, 1997, **175(65)**: 55-60.
4. Ceglarek F., Pała J., Brodowski H., Buraczyńska D.: Plonowanie i wartość paszowa mieszanek pszenżyta jarego z łubinem żółtym. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rol.*, 1997, **175(65)**: 61-65.
5. Czerwińska-Kayzer D., Florek J.: Opłacalność wybranych upraw roślin strączkowych. *Fragm. Agron.*, 2012, **4**: 36-44.
6. Faligowska A., Szukała J.: Wpływ systemów uprawy roli i dolistnego dokarmiania mikroelementami na jakość nasion i efektywność ekonomiczną uprawy łubinu wąskolistnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2007, **522**: 219-228.
7. Florek K., Czerwińska-Kayzer D., Jerzak M.A.: Aktualny stan i wykorzystanie produkcji upraw roślin strączkowych. *Fragm. Agron.*, 2012, **4**: 45-55.
8. Jerzak M.A., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M.: Determinanty produkcji roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka – w ramach nowego obszaru polityki rolnej w Polsce, *Rocz. Nauk Roln., SERIA G*, 2012, **99(1)**: 113-120.
9. Kاتاńska-Kaczmarek A., Majchrzycki D., Mikulski W.: Ekonomiczne aspekty wykorzystania roślin strączkowych w uprawie polowej i żywieniu zwierząt gospodarczych w dobie biopaliw. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2007, **522**: 239-246.
10. Kopyński J., Matyka M.: Regionalne zróżnicowanie produkcji i opłacalności upraw roślin strączkowych pastewnych na nasiona w Polsce. *Pol. J. Agron.*, 2012, **10**: 9-15.
11. Kotecki A.: Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego udziału komponentów w mieszankach na plon nasion peluszkii uprawianej w różnych warunkach glebowych. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rozpr. hab.*, 1990, ss. 87.

12. Kotwica K., Rudnicki F.: Efekty uprawy jarych mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żytniego dobrego. *Acta Sci. Pol. Agri.*, 2004, **3(1)**: 149-156.
13. Księżak 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.
14. Księżak J.: Zróżnicowanie cech morfologicznych wybranych odmian grochu siewnego uprawianych w mieszankach z jęczmieniem jarym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 1998, **463**: 388-398.
15. Księżak J.: Wybrane elementy agrotechniki mieszanek roślin strączkowych ze zbożami uprawianych na nasiona. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2007, **9**: 171-188.
16. Księżak J.: Sposób na odbudowę arealu roślin strączkowych w Polsce. *Mat. Konf., Przysiek*, 2 marca 2012, 15-18.
17. Księżak J., Ufnowska J., Mieloch E.: Ocena plonowania, efektywności ekonomicznej i żywieniowej mieszanek grochu ze zbożami jarymi. *Rocz. AR w Poznaniu, Rol.*, 2000, **58**: 49-58.
18. Kulig B.: Uprawa roślin strączkowych, 2009, <http://matrix.ar.krakow.pl>.
19. Kulig B., Ziółtek W.: Plonowanie zróżnicowanych odmian grochu siewnego i bobiku w zależności od nawożenia azotem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1997, **446**: 207-212.
20. Majchrzak L., Pudełko J., Spurtacz S.: Opłacalność uprawy łubinu żółtego w warunkach produkcyjnych w latach 2005–2007. *Fragm. Agron.*, 2010, **4**: 102-110.
21. Majchrzycki D., Pepliński B., Baum R.: Opłacalność uprawy roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka paszowego. *Rocz. AR Poznań, Ser. Ekon.*, 2002, **343(1)**: 129-136.
22. Majewski E., Wąs A.: Znaczenie płatności bezpośrednich jako czynnika stabilizującego dochód rolniczy na przykładzie wybranych typów gospodarstw ZN SGGW, Warszawa, 2009, **(2)51**.
23. Marciniak J., Grontkowska A.: Opłacalność produkcji roślinnej w gospodarstwie ekologicznym. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2011, **13(2)**: 302-309.
24. Mostowski A.: Metodyka tworzenia kalkulacji nadwyżek bezpośrednich działalności rolniczych. *ODR Minikowo*, 2006.
25. Nowak E.: Rachunkowość zarządcza. Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu Kraków, 2001, 31-32.
26. Noworolnik K., Terelak H.: Wpływ agrochemicznych właściwości gleb na plon ziarna i białka jęczmienia jarego i owsa oraz ich mieszanek. *Rocz. Glebozn.*, 2006, **57(3/4)**: 72-79.
27. Ostrowski M., Daczewska M.: Plonowanie mieszanek zbożowo-strączkowych w warunkach Wielkopolski oraz wartość pokarmowa kiszzonek i suszu dla przeżuwaczy. *Rocz. Nauk Zoot.*, 1993, **20(2)**: 157-169.
28. Płaza A., Ceglarek F., Buraczyńska D., Rudziński R.: Ocena plonowania mieszanek grochu siewnego z pszenicą jarą uprawianych w rejonie Siedlec. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2007, **516**: 153-159.
29. Podleśny J., Księżak J.: Aktualne i perspektywiczne możliwości produkcji nasion roślin strączkowych w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2009, **14**: 111-132.
30. Prusiński J., Kaszkowiak E., Borowska M.: Wpływ nawożenia i dokarmiania roślin azotem na plonowanie i strukturalne elementy plonu nasion bobiku. *Fragm. Agron.*, 2008, **4**: 111-127.
31. Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2012. GUS, Warszawa 2012.
32. Skarżyńska A.: Wyniki ekonomiczne wybranych produktów rolniczych w latach 2005–2006. *IERiGŻ*, Warszawa 2007, 122-124.
33. Szukała J., Mystek A.: Wydajność paszowa łubinu żółtego uprawianego w siewie czystym i w mieszankach odmianowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2007, **516**: 237-246.

34. S z u k a ł a J.: Nowe trendy w agrotechnice roślin strączkowych i sposoby zwiększania opłacalności uprawy. Mat. Komisji Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Warszawa, 2012, **45**: 8-10, maszynopis.
 35. Z i e l i Ń s k a A., R u t k o w s k i M.: Porównanie wydajności owsa, jęczmienia oraz 4 odmian peluszek w siewie czystym i współrzędnym. Acta Acad. Agric. Techn. Olst., Agri., 1988, **46**: 113-124.
-

Adres do korespondencji:

dr Jolanta Bojarszczuk
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (81) 8863421 w. 354
e-mail: Jolanta.Bojarszczuk@iung.pulawy.pl

Grażyna Podolska

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

**CZYNNIKI SIEDLISKOWE I AGROTECHNICZNE WPŁYWAJĄCE
NA WARTOŚĆ TECHNOLOGICZNĄ PSZENICY OZIMEJ***

Słowa kluczowe: pszenica ozima, warunki siedliska, odmiana, nawożenie azotem, środki ochrony roślin, wartość wypiekowa, wartość przemiałowa, cechy reologiczne

Wstęp

Pszenica zajmuje czołową pozycję w powierzchni uprawy zbóż zarówno w świecie, jak i w Polsce. Wynika ona z jednej strony z dużego jej potencjału plonowania, z drugiej z możliwości wykorzystania ziarna w przemyśle młynarskim i piekarniczym, w którym zużywa się ok. 50% rocznych zbiorów. Ziarno przeznaczone do wykorzystania w przemyśle młynarskim musi charakteryzować się odpowiednią wartością technologiczną, na którą składa się zarówno wartość przemiałowa ziarna, jak i wartość wypiekowa mąki. Wartość tę określa się, wykonując próbny przemiał lub wypiek laboratoryjny, jednak taka ocena jest pracochłonna i czasochłonna. Szybciej i taniej surowiec można dokonać oceny cech fizycznych i chemicznych. Oznaczenia te informują głównie o: jakości kompleksu białkowego (zawartość białka, glutenu, wskaźnik sedymentacyjny), aktywności enzymów amylolitycznych (liczba opadania), zachowaniu ciasta podczas miesienia (właściwości reologiczne) czy o wartości przemiałowej (gęstość ziarna w stanie zsypanym). Literatura wskazuje, że osiągnięcie odpowiednich parametrów jakościowych nie jest łatwe, bowiem kształtowane są one przez wiele pojedynczych czynników i ich wzajemne interakcje. W największym stopniu o cechach jakościowych decyduje czynnik genetyczny, czyli odmiana; zakodowane w niej cechy ujawniają się w odpowiednich warunkach siedliska i agrotechniki. W niniejszym artykule zostaną opisane czynniki determinujące wartość technologiczną pszenicy ozimej istotne z punktu widzenia jej przydatności do

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

produkcji mąki i wypieku pieczywa. Jak wskazuje literatura, można je uszeregować następująco: odmiana, warunki pogody, a spośród czynników agrotechnicznych: dawka i sposób nawożenia azotem, nawożenie pozostałymi makro- i mikroelementami, ochrona zasiewów, natomiast przedplon, sposób uprawy roli, termin i gęstość siewu w kształtowaniu cech wartości technologicznej surowca odgrywają mniejszą rolę (1, 2, 7, 8, 11, 12, 16, 22, 25, 27, 28, 41, 45).

Odmiana

Pierwotnym źródłem jakości technologicznej jest czynnik genetyczny. Odmiany pszenicy ozimej przydatne do wyrobu mąki i wypieku pieczywa podzielono na 3 grupy (17): o bardzo dobrej wartości przemiałowej i wypiekowej – tzw. elitarne (grupa E), o dobrych cechach jakościowych – tzw. odmiany jakościowe (grupa A) oraz o średniej jakości – tzw. odmiany chlebowe (grupa B) (17). Klasyfikacja odmian odbywa się na podstawie ośmiu parametrów ważnych dla przemysłu piekarskiego i cukierniczego: liczba opadania, zawartość białka w ziarnie, wskaźnik sedymentacyjny SDS lub Zeleny’ego, wodochłonność mąki, rozmiękczenie ciasta, energia ciasta, objętość chleba, wydajność mąki. Rodzaj parametrów dobrano tak, by jak najlepiej charakteryzowały kondycję ziarna, jego wartość przemiałową, cechy reologiczne ciasta oraz wartość wypiekową (16, 17). Zakwalifikowanie odmian do określonej grupy technologicznej odbywa się na podstawie trzyletnich badań. W celu wyeliminowania wpływu warunków pogody odmiany porównuje się z odmianami wzorcowymi. Obecnie w Rejestrze COBORU znajduje się 1 odmiana zakwalifikowana do grupy pszenic elitarnych, 45 odmian – do grupy pszenic jakościowych i 34 odmiany – do grupy pszenic chlebowych (21).

Warunki siedliska

Z czynników pogodowych największy wpływ na kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy wywiera ilość opadów, temperatura i nasłonecznienie w okresie od kłoszenia do zbioru. Dla tworzenia dużej ilości białek glutenowych najkorzystniejsza jest słoneczna pogoda z umiarkowanymi opadami i wysoka temperatura powietrza. Deszczowa pogoda, zwłaszcza w okresie dojrzewania, sprzyja większej aktywności enzymów amylolitycznych, które mogą być przyczyną porastania ziarna (7, 11, 25, 43). Obszar Polski jest zróżnicowany pod względem warunków glebowo-klimatycznych, długości lata, sumy opadów, wilgotności powietrza, w związku z czym zostało wydzielonych kilka rejonów o zmiennych warunkach. W publikacjach (31, 32, 41, 42) na podstawie wieloletnich badań określano wpływ rejonu uprawy na cechy wartości technologicznej. Uwzględniono (42) podział Polski na rejon

wg COBORU, gdzie: I (północno-zachodni), II (północno-wschodni), III (środkowo-zachodni), IV (środkowo-wschodni), V (południowo-zachodni), VI (południowo-wschodni), VII (wschodni-górski) i VIII (górski). Rothkaehl i in. (42) na podstawie analizy wielkości cech technologicznych ziarna i mąki pszenicy wydzielili 3 obszary uprawy pszenicy jakościowej. Pierwszy obszar, w skład którego zaliczono rejony I, II, III i IV charakteryzuje się uzyskiwaniem najlepszych parametrów jakości. Ziarno pszenicy z drugiego obszaru obejmującego rejony V, VI, VII cechuje się nieco słabszymi parametrami. Najgorsze natomiast cechy jakościowe posiada pszenica uprawiana w rejonie VIII, co najprawdopodobniej związane jest z mniej korzystnymi warunkami przyrodniczymi, krótszym okresem wegetacji, dużą ilością opadów i gorszymi warunkami glebowymi (tab. 1, 2). Wpływ rejonu uprawy na cechy technologiczne potwierdzają badania Podolskiej i Filipiak (32) obejmujące sześć rejonów klimatyczno-glebowych wyodrębnionych przez COBORU, wskazując, że pszenica uprawiana w rejonie III – środkowo-zachodnim i IV – środkowo-wschodnim w odniesieniu do pozostałych rejonów cechuje się lepszymi wartościami przemiałowymi. Korzystniejsze parametry wypiekowe natomiast ma pszenica uprawiana w rejonie V – południowo-zachodnim i VI – południowo-wschodnim, na co wskazuje większa zawartość białka w ziarnie i wyższe wartości wskaźnika sedymentacyjnego, natomiast na kształtowanie się liczby opadania rejon uprawy ma niewielki wpływ (32).

Tabela 1

Średnie i współczynniki zmienności cech charakteryzujących jakość pszenicy w rejonach klimatyczno-uprawowych przyjętych przez COBORU

Statystyki	Rejony	Gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg·hl ⁻¹)	Liczba opadania (s)	Zawartość popiołu (% s.m.)	Zawartość białka (Nx5,7) (% s.m.)	Ilość glutenu (%)	Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml)
Współczynnik zmienności (%)	I	2,2	8,5	5,9	6,8	10,6	26,4
	II	2,5	14,5	7,1	6,2	10,0	24,2
	III	1,8	9,4	8,1	5,2	7,4	24,1
	IV	2,2	7,7	6,5	3,9	7,0	20,0
	V	2,9	18,9	6,7	4,2	8,7	20,6
	VI	2,4	14,0	5,4	7,0	10,1	16,1
	VII	2,9	9,3	8,1	3,0	8,2	16,0
	VIII	2,3	22,6	7,7	5,8	11,4	22,3
	Polska	2,5	13,8	6,7	6,4	9,9	23,3

Źródło: Rothkaehl i in., 2004 (42)

Tabela 2

Wartości analizowanych cech jakościowych ziarna pszenicy w grupach rejonów i ocena istotności różnic poszczególnych cech między grupami

Cechy	Rejony I–IV	Rejony V–VII	Rejon VIII
Gęstość ziarna w stanie zsylnym (kg/hl)	78,0 a *	77,1 b	75,7 c
Liczba opadania (s)	320,7 a	306,5 b	281,9 c
Zawartość popiołu (% s.m.)	1,77 a	1,77 a	1,80 a
Zawartość białka (Nx5,7) (% s.m.)	12,65 a	12,34 b	11,21 c
Ilość glutenu (%)	27,75 a	26,94 b	23,88 c
Wskaźnik sedimentacyjny Zeleny'ego (ml)	35,10 a	31,77 b	25,30 c

* grupy jednorodne

Źródło: Rothkahl i in. 2004 (42)

Zmienność badanych cech w rejonach wyjaśniono (42) za pomocą trendu wyliczonego na podstawie 10-letnich badań (tab. 3). Z trendu oszacowanego dla gęstości ziarna w stanie zsylnym wynika, że od pierwszego roku badań (1993) do 1999 roku wartości tej zmiennej w rejonach I–VII malały, a w ostatnich trzech latach obserwuje się wzrost tej cechy, natomiast w rejonie VIII występuje coroczny spadek gęstości ziarna o 0,4. Zawartość popiołu w ziarnie w rejonach I–IV i V–VII opisano jednym równaniem: $y = 1,594 + 0,110x - 0,011x^2$, $R^2 = 54,0\%$, z którego, podobnie jak z równania dla rejonu VIII wynika, że zawartość popiołu w ziarnie wzrastała do 1998 r., a w następnych latach malała. Podobny kształt mają trendy dla ilości glutenu w rejonach V–VII oraz VIII, zaś w rejonach I–IV ilość glutenu zwiększała się corocznie o ponad 0,4. Rosnącą, liniową zależnością charakteryzuje się we wszystkich rejonach trend zawartości białka, jednak zwrócono uwagę, że stała równania i współczynnik regresji są odpowiednio większe w rejonach I–IV w porównaniu z V–VII oraz I–IV i V–VII w porównaniu z VIII (tab. 3).

Tabela 3

Współczynniki trendów cech jakościowych ziarna pszenicy z lat 1993–2002 w grupach rejonów

Cechy	Rejon	Współczynniki równania $y = a + bx + cx^2$			Współczynnik determinacji (R^2)
		a	b	c	
Gęstość ziarna w stanie zsylnym (kg · hl ⁻¹)	I–IV	79,906	–0,985	0,089	25,1
	V–VII	79,939	–1,326	0,111	37,4
	VIII	77,516	–0,404	-	48,3
Zawartość popiołu (% s.m.)	I–IV	1,594	0,110	–0,011	53,5
	V–VII	1,593	0,110	–0,011	54,9
	VIII	1,553	0,145	–0,014	76,3
Zawartość białka (Nx5,7) (% s.m.)	I–IV	12,019	0,139	-	34,7
	V–VII	11,841	0,110	-	28,7
	VIII	10,749	0,102	-	22,5

cd. tab. 3

Cechy	Rejon	Współczynniki równania $y = a + bx + cx^2$			Współczynnik determinacji (R^2)
		a	b	c	
Ilość glutenu (%)	I–IV	25,825	0,427	-	27,4
	V–VII	23,938	1,435	-0,121	32,8
	VIII	19,632	2,258	-0,208	52,5
Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml)	I–IV	40,942	-4,195	0,457	17,0
	V–VII	-	-	-	trendy nieistotne
	VIII	-	-	-	

Źródło: Rothkaehl i in., 2004 (42)

W literaturze przedmiotu zwrócono uwagę na większy wpływ warunków pogodowych w latach, niż zmienności siedliska scharakteryzowaną rejonami kraju. Wykazano, że lata istotnie wpływały na zawartość białka, ilość glutenu, liczbę opadania i wskaźnik sedymentacyjny oraz rozmiękczenia ciasta, nie miały natomiast wpływu na gęstość ziarna w stanie zsypanym oraz wodochłonność mąki (5, 31, 37, 42).

Warunki glebowe

Literatura przedmiotu jest dość uboga w syntetyczne opracowania dotyczące wpływu warunków glebowych na jakość ziarna pszenicy. Badania Kusia i in. (20) prowadzone na parcelach glebowych wskazują, że pszenica ozima uprawiana na glebach o większej zawartości próchnicy (czarna ziemia i mada) wyróżnia się większą zawartością w ziarnie białka i glutenu w porównaniu z pszenicą uprawianą na glebie o składzie mechanicznym piasku całkowitego (kompleks 5). Badania (33, 35) wykazały słabą zależność korelacyjną wyróżników jakości od kompleksu glebowego (bezwzględna wartość r od 0,03 do 0,45). Autorzy wykazali istotne dodatnie zależności korelacyjne pomiędzy kompleksem rolniczej przydatności gleb a gęstością ziarna w stanie zsypanym, MTZ, rezystencją ciasta, wartością walorymetryczną, ujemnie natomiast z zawartością glutenu, rozmiękczeniem ciasta, wodochłonnością mąki (tab. 4).

Tabela 4

Współczynniki korelacji zależności plonu ziarna i badanych cech jakościowych z kompleksem rolniczej przydatności gleb i klasą bonitacyjną

Badana cecha	Kompleks rolniczej przydatności gleb	Klasa bonitacyjna
Plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$)	0,2637*	0,1033*
Gęstość ziarna w stanie zsypanym ($kg \cdot hl^{-1}$)	0,0009	-0,0708
MTZ (g)	0,2507*	0,2132*
Zawartość białka (%)	0,0298	-0,0257

cd. tab. 4

Badana cecha	Kompleks rolniczej przydatności gleb	Klasa bonitacyjna
Zawartość glutenu w mące (%)	-0,1928*	-0,0819*
Liczba opadania (s)	0,0779*	0,1455*
Wodochłonność mąki(%)	-0,0157	-0,0173
Rezystencja ciasta (min)	0,1602*	-0,0841
Rozmięczenie ciasta (j.B)	-0,1261*	0,0115
Wartość walorymetryczna (j.u.)	0,1384*	-0,0824

* korelacja istotna

Źródło: Podolska i Filipiak, 2009 (33)

Nawożenie azotem

Z czynników agrotechnicznych azot ma zasadnicze znaczenie w kształtowaniu jakości uzyskanego ziarna. Wyniki w dostępnej literaturze skłaniają do wnioskowania, iż wpływ odżywienia azotem na właściwości mąki i ciasta pszennego zależy od szeregu czynników i nie da się zawsze określić jako pozytywny, szczególnie w wysokich zakresach jego dawek. Najczęściej polepszanie właściwości ciasta następuje do pewnego progu nawozowego, którego wysokość kształtowana jest konstrukcją genetyczną uprawianej odmiany oraz warunkami pogody w okresie wegetacji. Często pod wpływem wysokich dawek azotu obserwuje się korzystny wpływ między innymi na zawartość białka, ilość glutenu, natomiast pogorszenie jakości glutenu (zmniejszenie zawartości bardziej wartościowych frakcji albumin i globulin). Zatem aplikacja azotu pod pszenice jakościowe związana zarówno z określeniem dawki, jak i terminu stosowania odgrywa zasadniczą rolę w otrzymaniu surowca o korzystnych parametrach jakości (1, 2, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 19, 23, 34, 37, 44, 49, 50).

Wartość przemiałowa ziarna. Literatura przedmiotu wykazuje brak lub niewielki wpływ azotu na cechy określające przemiałowość ziarna. Budzyński (5) wykazał, że zwiększanie nawożenia azotem w zakresie od 60 do 180 kg N·ha⁻¹ oraz sposób podziału nie różnicują takich cech, jak: zawartość popiołu w mące, gęstość ziarna w stanie zsypanym, natomiast wyższe dawki azotu wpływają istotnie na wzrost szklistości ziarna (tab. 5). Ostateczny zatem wpływ azotu na ilość uzyskanej mąki jest niewielki, ponieważ bez względu na ilość zastosowanego azotu Autorzy uzyskali prawie identyczny wyciąg mąki z ziarna wszystkich obiektów nawozowych. Wartość tego wyciągu była tylko o 0,4% wyższa w stosunku do ziarna wyprodukowanego bez azotu. Podobne wyniki uzyskał Achremowicz i in. (2).

Tabela 5

Zróżnicowanie cech wartości przemiałowej ziarna pszenicy w zależności od nawożenia azotem

Cecha	Dawka azotu i sposób jej podziału (kg·ha ⁻¹)					Średnia	NIR
	0	60	120	180	180		
			90* + 30**	120* + 60**	150* + 30**		
Gęstość usypowa ziarna (kg·hl ⁻¹)	79,4	79,8	80,5	80,9	81,0	80,3	r.n.
Zawartość popiołu w mące (% s.m.)	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,52	r.n.
Szkliwość ziarna (%)	25,8	19,6	35,3	49,3	47,7	35,5	7,9
Wyciąg mąki (%)	75,4	75,8	75,8	75,8	75,8	75,7	r.n.

* w stadium BBCH-27; ** w stadium BBCH-38

Źródło: Budzyński i in., 2008 (5)

Wartość wypiekowa mąki w znaczący sposób zależy od nawożenia azotem (1, 2, 5, 6, 23, 34, 37, 50). Nawożenie rosnącymi dawkami azotu skutkuje wzrostem zawartości białka w ziarnie, na co wskazują wyniki licznych publikacji. W badaniach C a c a k - P i e t r z a k i in. (6) wzrost dawki azotu z 40 do 80 kg·ha⁻¹ powodował wzrost zawartości białka o 1,8%; M a z u r e k i in. (23) wykazali zwiększenie zawartości białka o 2% przy zwiększeniu dawki N z 50 do 90 kg·ha⁻¹. Badania W r ó b l a i S z e m p l i Ń s k i e g o (50) wskazują, że wzrost dawki azotu od 0 do 160 kg·ha⁻¹ powodował wzrost zawartości białka o 3,3%, podobny wzrost otrzymali P o d o l s k a i in. (34) zwiększając dawkę azotu do 200 kg·ha⁻¹. B u d z y Ń s k i i in. (5) uzyskali na niskiej dawce azotu (60 kg·ha⁻¹) taką samą zawartość białka, jak w ziarnie z obiektu bez N, dopiero zastosowanie 120 i 180 kg N·ha⁻¹ powodowało istotny wzrost zawartości białka (tab. 6). P o d o l s k a i in. (34), D u b i s i in. (8) wskazują na liniowy wzrost zawartości białka pod wpływem wzrastających do 200 kg·ha⁻¹ ilości zastosowanego azotu, natomiast H a r a s i m i W e s o ł o w s k a (13) uzyskały brak wpływu ilości azotu od 100 do 150 kg·ha⁻¹ na zawartość białka w ziarnie pszenicy ozimej.

W licznych publikacjach udowodniono istotny wpływ wzrastającej dawki azotu na ilość glutenu w ziarnie i mące (1, 2, 5, 7, 8, 18, 28, 34, 37, 50). W r ó b e l i S z e m p l i Ń s k i (50) uzyskali 13% wzrost zawartości glutenu pod wpływem intensywnego nawożenia azotem. K n a p o w s k i i R a l c e w i c z (18) udowodnili, że na obiektach z zastosowaniem 160 kg N·ha⁻¹ w porównaniu do obiektów N₀, N₈₀ i N₁₂₀ następował wzrost ilości glutenu odpowiednio o 12,2%, 8,6% i 4,5%. P o d o l s k a i in. (34) uzyskali większy efekt wynoszący 15,2%. B u d z y Ń s k i i in. (5) potwierdzili statystycznie wzrost ilości glutenu pod wpływem dawki azotu oraz sposobu jej aplikacji (tab. 6).

Tabela 6

Zróznicowanie cech wypiekowych mąki pszenicy w zależności od nawożenia azotem

Cecha	Dawka azotu i sposób jej podziału (kg·ha ⁻¹)					Średnia	NIR
	0	60	120 90* + 30	180 120* + 60	180 150* + 30		
Zawartość białka w ziarnie (%)	11,7	11,4	12,2	12,9	12,8	12,2	0,4
Ilość glutenu mokrego (%)	23,8	23,9	26,4	29,6	29,0	26,5	0,7
Wskaźnik sedymentacji (ml)	70,2	67,5	74,5	78,5	78,7	73,9	3,7
Liczba opadania (s)	347	354	397	366	367	366	r.n.
Wodochłonność mąki (%)	57,2	56,8	57,6	58,4	58,0	57,6	0,6
Czas rozwoju ciasta (min)	2,0	2,0	2,5	3,6	3,5	2,7	0,8
Czas stałości ciasta (min)	3,3	3,7	3,9	4,9	5,4	4,1	1,2
Rozmięczenie ciasta (j.Br)	102	103	95	91	88	95	1,3
Rozciągliwość ciasta (FU)	148	150	161	168	166	158	7,0
Energia ciasta (cm ²)	63,7	57,7	72,1	76,7	75,6	69,1	4,5
Opór ciasta (j.Br)	277	237	254	275	256	260	r.n.

* w stadium BBCH-27; r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Budzyński i in., 2008 (5)

Jedną z cech świadczących o jakości glutenu jest jego rozplywalność i indeks glutenowy. Badań nad wpływem nawożenia azotem na tę cechę jest niewiele, a wyniki zmienne w latach. Zazwyczaj wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem wzrasta rozplywalność glutenu, ale jak wskazują badania Knapowskiego i Rałcewicz (18) w zakresie stosownych dawek azotu od N_0 do N_{160} rozplywalność glutenu mieściła się w ramach wartości granicznych. Badania Mazurkiewicz i Bojarczuka (24), Podolskiej i in. (34) i Stankowskiego i in. (49) wskazują, że u odmian o wyższej wartości technologicznej nawożenie azotem nie wpływa na rozplywalność glutenu, natomiast u odmian o gorszej jakości wysokie dawki azotu powodują wzrost rozplywalności glutenu. Inne wyniki wskazujące na jednakowy wpływ wzrastających dawek azotu na jakość glutenu bez względu na przynależność odmian do odpowiedniej grupy jakości uzyskano w badaniach Podolskiej (31).

Nawożenie azotem modyfikuje także wartości wskaźnika sedymentacji. W badaniach Podolskiej i in. (34) podwyższenie poziomu nawożenia do dawki 120 kg N·ha⁻¹ powodowało wzrost wartości testu sedymentacji. Wystąpiły pewne różnice w reakcji na nawożenie N między latami. W roku 1999 najwyższą wartość otrzymano stosując 200 kg N·ha⁻¹, w 2000 r. – 120 N·ha⁻¹, a w 2001 r. – 160 N·ha⁻¹. W badaniach Budzyńskiego i in. (5), Klupczyńskiego i Rałcewicz (18) najwyższy poziom testu sedymentacyjnego uzyskano stosując 180, a Dubisa 150 kg N·ha⁻¹ (8). Analogiczne wyniki uzyskali Wróbel i Szempliński (50). Kościelniak i Rothkaehl (19) wykazali interakcję odmiany z ilością zastosowanego azo-

tu. Wartości testu u odmian Mikon i Mobela były najwyższe, gdy zastosowano $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. U odmian Kobra, Bussard, Pegassos wskaźnik sedymentacji zwiększał się liniowo do $240 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Wyniki badań literaturowych co do wpływu nawożenia azotem na liczbę opadania nie są już tak jednoznaczne. Podolska (32), Budzyński i in. (5) (tab. 7), Dubis i Borysewicz (8) wykazali brak takiej zależności, natomiast Knapowski i Ralczewicz (18) udowodnili, że podwyższenie dawek azotu pod pszenicę ozimą do poziomu $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powoduje istotny wzrost wartości liczby opadania w porównaniu z otrzymanymi na obiektach N_{80} i N_0 .

Tabela 7

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

Wskaźniki wartości technologicznej	Współczynnik 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 sedymentacji (cm^3)	0,8356
Rozpływalność glutenu (mm)	0,4952
Rezystencja ciasta (min)	0,4177
Rozmięczenie ciasta (j.B)	-0,368
Wodochłonność mąki (%)	0,4771
Wartość walorymetryczna (j.u)	0,4220

* pogrubiona czcionka – korelacja istotna

Źródło: Podolska i in., 2005 (34)

Ocena poszczególnych wyróżników jakości ciasta na farinografie wykazała również istotny wpływ ilości azotu. Budzyński i in. (5) (tab. 6), Mazurek i in. (23) udowodnili, że działanie czynnika nawozowego na wodochłonność mąki jest słabe, aczkolwiek statystycznie istotne. W badaniach (6, 19, 37, 44) nawożenie azotem silniej różnicowało omawianą cechę mąki. Budzyński i in. (5) wykazali interakcję odmian i ilości azotu w kształtowaniu jakości ciasta. W przypadku odmian Sława i Mewa niskie nawożenie azotem ($60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) osłabiało strukturę ciasta. Dawki wyższe (dla odmiany Mewa tylko do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) wzmacniały ją. W badaniach Kościelniaka i Rothkaehl (19) poprawę stałości ciasta notowano u odmiany Kobra do dawki $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, u Mikon – do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, u odmian Mobela i Pegassos – do $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a u Bussard nawet do $240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W tych samych badaniach najkorzystniejsze (czyli niskie) rozmięczenie ciasta uzyskiwano na dawce $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tylko u odmiany Bussard poprawę wartości tej cechy notowano, stosując $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podolska i in. (34) poprawę opisywanych cech ciasta odmian Mikon, Kobra i Korweta notowała jeszcze do zastosowania $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Istotny wpływ dawki azotu na wartość wypiekową udowodniono wyliczając zależność korelacyjną (34). Szczególnie uwidacznia się dodatni wpływ wysokich dawek nawożenia azotem na zawartość białka i glutenu, wskaźnik sedymentacyjny. Współczynniki korelacji prostej wynoszą odpowiednio: 0,8228, 0,6513, 0,8356. Nieco mniejszą, ale równie istotną zależność stwierdzono w kształtowaniu cech reologicznych ciasta (tab. 7).

Na podstawie równań regresji (34) wyliczono, że wraz ze wzrostem dawki azotu o $10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zawartość białka ogólnego w ziarnie może zwiększyć się o 0,18%, glutenu o 0,75%, a wartość wskaźnika sedymentacji o $0,73 \text{ cm}^3$. Wzrost dawki azotu o 10 kg powoduje również wzrost wodochłonności mąki o 0,2%, zaś o 0,2 min wzrasta rezystencja ciasta.

Ochrona zasiewów

Środki ochrony roślin jako związki chemiczne mogą w roślinach uprawnych zmieniać procesy fizjologiczne i metaboliczne, zatem ich działanie z jednej strony ogranicza nasilenie agrofaga, z drugiej może powodować zmiany składu chemicznego (3, 4, 22, 27, 28, 38, 40, 48), co skutkować może pozytywnymi lub negatywnymi zmianami wartości cech fizycznych i chemicznych ziarna i mąki. Zmiany te zależą od stosowanego środka, a zwłaszcza jego substancji aktywnej, dawki, terminu aplikacji, odmiany i wzajemnych interakcji. Ocena wpływu środków nie jest jednoznaczna. Opublikowane badania często są sprzeczne, co wskazuje, że wpływ ten jest złożony z uwagi na wielokierunkowe interakcje substancji aktywnej i terminu zastosowania preparatu z gatunkiem, odmianą oraz warunkami pogody (9, 10, 12, 22, 26, 40, 45, 46, 47).

Stosowanie ochrony przeciwko chorobom może nie powodować zmian składu chemicznego lub skutkować wzrostem zawartości białka w ziarniakach lub glutenu (12, 29, 30, 39, 40). Bardzo często zmiany są zależne od warunków pogody, o czym świadczą badania Podolskiej (30), w których wykazała, że działanie azoksystrobiny, substancji czynnej preparatu Amistar 250 SC, na ilość glutenu i liczbę opadania jest uzależnione od lat oraz odmiany (tab. 8, 9).

Tabela 8

Wpływ aplikacji fungicydu Amistar 250SC na ilość glutenu w ziarnie pszenicy ozimej

Termin aplikacji	Lata					
	2005			2006		
	odmiana					
	Sukces	Tonacja	Średnio	Sukces	Tonacja	Średnio
Obiekt kontrolny	23,5	22,4	23,0	25,55	27,75	26,65
Liść flagowy	22,0	22,5	22,3	24,85	28,15	26,50
Dojrzałość mleczna	22,5	23,0	22,8	23,45	26,75	25,10
Średnio	22,7	22,6	22,7	24,61	27,55	26,0
NIR dla:						
Fungicydu	r.n.			r.n.		
Odmiany	r.n.			1,17		
Fungicyd x odmiana	r.n.			2.03		

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Podolska, 2008 (30)

Tabela 9

Wpływ aplikacji fungicydu Amistar 250SC na liczbę opadania pszenicy ozimej

Termin aplikacji	Lata					
	2005			2006		
	odmiana					
	Sukces	Tonacja	średnio	Sukces	Tonacja	średnio
Obiekt kontrolny	317	261	289	356	305	331
Liść flagowy	336	305	320	349	330	339
Dojrzałość mleczna	305	254	280	312	275	343
Średnio	319	273		372	303	
NIR dla:						
Fungicydu	r.n.			r.n.		
Odmiany	36,21			33,14		
Fungicyd x odmiana	48,61			55,75		

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Podolska, 2008 (30)

Dostępne w literaturze wyniki badań nad wpływem herbicydów na cechy jakościowe ziarna i mąki pszenicy ozimej dotyczą ich wpływu na pojedyncze cechy, najczęściej zawartość białka (3, 4, 27, 40), jak i zespół cech określających zarówno wartość przemiałową ziarna, jak i wypiekową mąki (9, 10, 14, 15, 36). Badania Kieloch (14, 15) wykazały brak wpływu chlorotoluronu, izoproturonu, jodosulfuronu metylosodowego + mezosulfuronu metylowego i chlorosulfuronu na cechy wartości wypiekowej, takie jak: liczba opadania, zawartość białka, ilość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny, gęstość ziarna w stanie zsypanym. Zgodne jest to z badaniami Gila i in. (9), które jednocześnie udowodniły brak wpływu herbicydów na cechy

farinograficzne mąki i jakościowe pieczywa (tab. 10). Literatura wykazuje istnienie interakcji odmian i środków chemicznych w kształtowaniu cech technologicznych surowca, np. badania Gila i in. (10) prowadzone nad zastosowaniem herbicydów: Atlantis 04 WG + Atpolan 80 EC, Huzar 05 WG, Gold 450 EC i Chwastox Trio 540 SL u odmian: Finezja, Pegassos, Turnia, Sukces wykazały, że zastosowane środki chwastobójcze u odmiany Finezja nie powodowały zmian wydajności mąki ogółem, korzystnie oddziaływały na tę cechę u odmiany Turnia. Dla pszenicy Sukces stwierdzono istotny wzrost wyciągu mąki jedynie po zastosowaniu Atlantis 04 WG + Atpolan 80 EC (tab. 11). Pod względem cech wypiekowych jedynie u odmiany Pegassos wykazano istotnie zmniejszenie się zawartości białka ogółem oraz wzrost liczby opadania i maksymalnej lepkości kleików. U pozostałych odmian herbicydy nie powodowały istotnych zmian tych wyróżników jakościowych (tab. 11). Sułek i Podolska (46) stwierdziły istotne zmniejszenie zawartości białka ogółem po zastosowaniu zwiększonej dawki preparatu Puma Universal 069 WG, natomiast większa dawka preparatu Chwastox Extra powodowała zmniejszenie ilości glutenu i liczby opadania.

Tabela 10

Cechy farinograficzne mąki i jakościowe pieczywa

Cecha	Herbicyd				
	Atlantis 04WG +Atpolan 80EC	Huzar 05 WG	Gold 540 EC	Chwastox Trio 540 SL	Obiekt kontrolny
Wodochłonność mąki (%)	59,7 a*	59,8 a	59,9 a	59,8 a	59,7 a
Rozwój ciasta (min)	1,2 a	1,3 a	1,3 a	1,2 a	1,2 a
Stalność ciasta (min)	9,5 a	8,2 a	10,3 a	7,3 a	8,2 a
Wartość walorymetryczna (j.u)	58 a	56 a	58 a	56 a	58 a
Objętość chleba (cm ³)	576 a	573 a	595 a	575 a	587 a
Porowatość miękiszu (%)	6,6 a	7,0 a	6,8 a	6,5 a	6,6

* średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie na poziomie istotności $p = 0,05$ (test Duncana)

Źródło: Gil i in., 2006 (9)

Tabela 11

Wpływ herbicydów na wydajność mąki ogółem

Herbicyd	Odmiana			
	Finezja	Sukces	Turnia	Pegassos
Atlantis 04 WG + Atpolan 80 EC	72,9 a*	69,1 a	68,6 a	67,7 ab
Chwastox Trio 540 SL	71,6 a	67,4 b	67,7 ab	68,6 a
Gold 450 EC	72,2 a	67,7 b	68,4 a	67,8 ab
Huzar 05 WG	72,0 a	68,3 ab	68,4 a	67,1 b
Kontrola	72,2 a	67,3 b	66,4 b	67,9 ab

* a, b, c – grupy jednorodne na podstawie testu Duncana przy $p = 0,95$

Źródło: Gil i in., 2008 (10)

Badania nad wpływem ochrony zasiewów na cechy technologiczne pszenicy obejmują nie tylko pojedyncze środki, a całe systemy ochrony, zazwyczaj porównanie dotyczy intensywności ochrony zasiewów. Uzyskane wyniki wskazują, że wpływ ten uzależniony jest od warunków pogody. W latach o dużym nasileniu agrofagów najczęściej ochrona zasiewów wywiera korzystny wpływ na parametry jakości surowca. W takich warunkach zazwyczaj po zastosowaniu środków ochrony roślin obserwuje się wzrost gęstości ziarna w stanie zsylnym, ilości białka i glutenu, wskaźnika sedymentacyjnego, wzrost rezystencji ciasta (36, 37) (tab. 12).

Tabela 12

Współczynniki korelacji, współczynnik determinacji i współczynniki równania regresji cech jakościowych ziarna z intensywnością ochrony

Cechy	Współczynniki równania $y = a + bx$		Współczynnik determinacji (R^2)	Współczynnik korelacji
Ciężar hektolitra ($\text{kg} \cdot \text{hl}^{-1}$)	73,0944	1,54889	36,7003	0,6058*
Zawartość białka (%)	11,2111	0,29	49,3863	0,7028*
Wskaźnik sedymentacji (ml)	23,9944	1,33778	112,85	0,3585*

* korelacja statystycznie istotna

Źródło: Podolska i in., 2004 (36)

Termin zbioru i przechowywanie ziarna

W otrzymaniu ziarna przydatnego do produkcji mąki bardzo istotny jest termin zbioru, jak też przechowywanie ziarna. Opóźnienie zbioru może przyczynić się do porośnięcia ziarna, złe przechowywanie może doprowadzić do jego stęchnięcia lub zagrzenia, co zwiększa rozpylność glutenu i ogranicza przydatność mąki do wypieku chleba. Mąka z ziarna, które uległo samozagrzeniu lub było niewłaściwie suszone zawiera gluten w pewnym stopniu zdenaturowany.

Ziarno zebrane z pola i magazynowane powinno mieć wilgotność nie przekraczającą 14%. Jeżeli jest zbyt wilgotne lub nabierze wilgoci w okresie magazynowania, wówczas na ziarniakach następuje rozwój pleśni. Rozwój pleśni powoduje ubytki suchej masy, przyczynia się do podwyższenia wilgotności ziarna oraz zmian w kompleksie białkowo-lipidowym i węglowodanowym. Poza tym w ziarnie spleśniałym powstają toksyczne metabolity, które są substancjami trującymi i mogą być źródłem poważnych chorób dla ludzi i zwierząt. Przechowywanie ziarna o wilgotności powyżej 14% grozi jego zepsuciem. Ziarno nawet częściowo spleśniałe może być skażone mykotoksynami i użycie go do paszy, a tym bardziej do celów konsumpcyjnych jest niedopuszczalne.

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

jego rozplýwalności 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 (25, 37).

Gęstość i termin siewu

Badania prowadzone w IUNG-PIB wskazują, że przy uprawie pszenicy na cele jakościowe, gdzie stosuje się większą dawkę nawożenia azotowego, większą zawartość białka można osiągnąć w łanach sianych rzadziej. Wysiew 4,5–3,5 mln ziaren na ha wydaje się być optymalny.

Podsumowanie

Reasumując, należy podkreślić, że w Doborze Odmian znajdują się genotypy charakteryzujące się wysokim potencjałem jakościowym. Jednak właściwości genetyczne odmiany nie dają gwarancji, że każdego roku, w dowolnych warunkach pogodowych i agrotechnicznych uzyska się pożądaną wartość technologiczną ziarna. W warunkach klimatycznych Polski korzystne właściwości odmian powinny być wspomagane odpowiednią technologią uprawy. Ma to szczególnie duże znaczenie w latach o niekorzystnym przebiegu pogody w okresie wegetacji i dojrzewaniu zbóż. Wyniki badań wskazują, że dla otrzymania korzystnych cech jakościowych ziarna pszenice należy wysiewać na glebach dobrych oraz stosować intensywną uprawę (wysokie nawożenie azotem, stosowanie ochrony chemicznej, dbanie o wysiew w terminie optymalnym, po dobrych przedplonach). Stosowanie oszczędności w środkach produkcji przyczynia się do pogorszenia parametrów jakości ziarna.

Literatura

1. Achremowicz B., Dziamba S., Styk B.: Wpływ nawożenia mineralnego na jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR 1998, **166**: 7-15.
2. Achremowicz B., Zając J.: Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. Roczn. Nauk Rol., Ser. A, Rośl. 1993, **110**: 149-157.
3. Bernat J., Szymczak J., Jasińska M., Zechałko A.: Wpływ herbicydów na jakość ziarna pszenicy. Roczn. Nauk. Rol., Ser. A, 1981, **104(4)**: 19-28.
4. Brzozowska I., Brzozowski J.: Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydu Granstar 75 DF i mocznika stosowanych dolistnie na zawartość białka ogólnego i makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej. Pam. Puł., 2002, **130(1)**: 65-71.

5. Budzyński W., Bielski S., Borysewicz J.: Wpływ nawożenia azotem na jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2008, **97**: 39-49.
6. 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.
7. Daniel C., Triboi E.: Effect of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition. *J. Cereal Sci.*, 2000, **32**: 45-56.
8. Dubis B., Borysewicz J.: Wpływ nawożenia azotem na plon i technologiczną jakość wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2008, **97**: 110-119.
9. Gil Z., Narkiewicz-Jodko M., Urban M.: 2004. Jakość technologiczna ziarna nowych odmian pszenicy ozimej w zależności od środków chwastobójczych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2006, **46(2)**: 312-315.
10. Gil Z., Nardkiewicz-Jodko M., Urban M.: Wartość przemysłowa ziarna i wypiekowa mąki odmian pszenicy ozimej w zależności od środków chwastobójczych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2008, **48(2)**: 538-585.
11. Goodling M.J., Smith G.P.: The potential to use climate, variety and nitrogen relationships to optimise wheat quality: 1998, Fifth Congress ESA, **1**: 229-230
12. Gooding M.J., Dimmock J.P.R.E, Ruske R., Pepler S., Ford K.E., Gregory P.J. The effect of fungicides on the yield and quality of wheat grain. VII Congress ESA Book of Proceedings. Cordoba, 2002, 441-443.
13. Harasim E., Wesołowska-Trojanowska M.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł*, 2010, **152**: 77-84.
14. Knapowski T., Ralcewicz M.: Ocena wskaźników jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59(2)**: 959-968.
15. Kieloch R., Rola H., Sumisławska J.: Wpływ herbicydów na wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin*, 2007, **47(3)**: 138-146.
16. Kieloch R., Rola H., Sumisławska J., Marczewski K.: Chemiczna ochrona zbóż przed chwastami a jakość ziarna. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2009, **49(2)**: 938-945.
17. Klockiewicz-Kamińska E.: Odmiany gwarantują jakość. *Przeg. Zboż.-Młyn.*, 2001, **6**: 10-12
18. Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W.J.: Metoda oceny i klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy. *Wiadomości Odmianoznawcze COBORU*, 1997, **67**: 1-18.
19. Kościelniak W., Rothkaehl J.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i wartość technologiczną ziarna jakościowych odmian pszenicy ozimej. *Przeg. Zboż.-Młyn.*, 2000, **7**: 7-11.
20. Kuś J., Kamińska M., Mróz A.: Plonowanie pszenicy ozimej na glebach o różnej przydatności rolniczej. *Pam. Puł.*, 2000, **118**: 241-248.
21. Lista opisowa odmian 2013, COBORU.
22. Masztakow S., Diejewa W., Wołyniec A.: Działanie herbicydów na rośliny uprawne. PWRiL, Warszawa 1980.
23. Mazurek J., Jaśkiewicz B., Klupczyński Z.: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od techniki nawożenia azotem. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 263-270.
24. Mazurkiewicz J., Bojarczyk M.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na jakość technologiczną odmian pszenicy ozimej uprawianych w monokulturze. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59(2)**: 1621-1629.

25. Miś A., Geodecki M., Grundas S.: Zmiany w ilości i jakości glutenu mokrego w okresie dojrzewania i zbioru pszenicy. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2000, **4**: 23-25.
26. Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M.: Zdrowotność i cechy towaroznawcze ziarna czterech odmian pszenicy ozimej w zależności od stosowanych herbicydów. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin*, 2002, **42**: 530-533.
27. Nowicka B.: Wpływ herbicydów na wysokość i jakość plonów odmian pszenicy ozimej. IUNG Puławy, 1993, R **302**: 1-47.
28. Olszewski J., Podolska G., Pszczółkowska A.: Stres biotyczny i abiotyczny oraz czynniki agrotechniczne a zawartość w nasionach ważnych roślin uprawnych białek powodujących nietolerancje pokarmowe. W: *Biologicznie aktywne peptydy i białka żywności*, J. Dziuba, L. Fornal (red.). WNT Warszawa, 2009, 388-408.
29. Podolska G.: Zależność cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej odmiany Tonacja od terminu stosowania fungicydu. *Prog. Plant Protm/Post. Ochr. Roślin*, 2007, **47(2)**: 261-266.
30. Podolska G.: The effect of Amistar fungicide on grain yield and protein compositions in winter wheat. *Zemdirbyste-Agriculture*, 2008, **95(3)**: 259-265.
31. Podolska G.: Wpływ warunków siedliska na poziom plonów i jakość ziarna pszenicy ozimej. Aplikacyjne i teoretyczne problemy w przemyśle rolno-spożywczym. Politechnika Opolska, 3013, 203-2011.
32. Podolska G., Filipiak K.: Wpływ warunków siedliska na poziom plonów i jakość ziarna pszenicy ozimej. Cz. I. Wpływ rejonu uprawy. *Zesz. Probl. PNR*, 2009, **542**: 389-396.
33. Podolska G., Filipiak K.: Wpływ warunków siedliska na poziom plonów i jakość ziarna pszenicy ozimej. Cz. II. Wpływ warunków glebowych. *Zesz. Probl. PNR*, 2009, **542**: 397-404.
34. 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.
35. Podolska G., Stankowski S., Podolski B.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowych. *Pam. Puł.*, 2004, **139**: 189-19.
36. Podolska G., Stypuła G., Stankowski S.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od intensywności ochrony zasiewów. *Ann. UMCS, Sect. E*, 2004, **59(1)**: 269-276.
37. Podolska G., Sułek A.: Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam Puł.*, 2002, **130/II**: 587-596.
38. Podolska G., Sułek A., Konopka I., Dziuba J.: Wpływ środków ochrony roślin na produktywność i zawartość białek alergennych w ziarnie pszenicy jarej odmiany Nawra. W: *Alergeny i składniki powodujące nietolerancje pokarmowe występujące w surowcach roślinnych i żywności. Materiały Konferencyjne I Krajowej Konferencji Naukowej*, Olsztyn 27–28 czerwca 2005, 65.
39. Rachon L.: Plonowanie kilku odmian pszenicy ozimej w warunkach stosowania fungicydu i retardanta. *Fragm Agron.*, 1991, **3**: 35-41.
40. Rola H., Kieloch R.: Wpływ chlorotoluronu na plonowanie oraz wybrane parametry jakościowe ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 2005, **139**: 199-210.
41. Rothkaehl J., Stępniewska S.: Jakość ziarna pszenicy ze zbiorów ostatnich lat w Polsce. *Przeg. Zboż.-Młyn.*, 2005, **8**: 3-6.
42. Rothkaehl J., Filipiak K., Podolska G.: Jakość ziarna pszenicy w zależności od rejonu uprawy. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 269-277.

43. Triboi E., Abad A., Michelena A., Lloveras J., Ollier J.L., Daniel C.: Environmental effects on the quality of two wheat genotypes; I. quantitative and qualitative variation of storage proteins. *Eur. J. Agron.*, 2000, **13**: 47-64.
44. Stankowski S., Piech M., Podolska G., Mazurek J.: Wpływ różnych sposobów nawożenia azotem na jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 405-415.
45. Urban M., Gil Z., Narkiewicz-Jodko M.: Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna kilku odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2001, **41**: 826-829.
46. Urban M.: Wpływ herbicydów na jakość ziarna odmian pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2002, **42**: 535-539.
47. Urban M.: Wpływ herbicydów na jakość ziarna 7 odmian pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2003, **43**: 990-993.
48. Sułek A., Podolska G.: Kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej pod wpływem wybranych herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2006, **46(2)**: 300-304.
49. Stankowski S., Piech M., Podolska G., Mazurek J.: Wpływ różnych sposobów nawożenia azotem na jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 405-415.
50. Wróbel E., Szempliński W.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 463-470.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Grażyna Podolska
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 347
e-mail: aga@iung.pulawy.pl

Alicja Sulek

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

WYBRANE ELEMENTY TECHNOLOGII PSZENICY JAREJ UPRAWIANEJ NA CELE MŁYNARSKIE I PIEKARNICZE*

Słowa kluczowe: pszenica jara, czynniki siedliskowe, nawożenie azotem, nawożenie mikroelementami, termin siewu, ochrona zasiewów, jakość ziarna

Wstęp

Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) jest jedną z najważniejszych roślin zbożowych zarówno w Polsce, jak i na świecie. Wynika to z jej wysokiego poziomu plonowania, cennego składu chemicznego oraz wyjątkowych właściwości technologicznych ziarna, co czyni ją niezastąpionym surowcem do produkcji mąki i wypieku pieczywa.

Uprawa pszenicy nastawiona na produkcję ziarna konsumpcyjnego powinna być tak prowadzona, aby uzyskać ziarno o odpowiednich parametrach jakościowych, pożądanych na dalszym etapie jego przerobu i zapewniających dobrą jakość produktu finalnego (4). Wykorzystanie konsumpcyjne pszenicy wymaga surowca o wysokich walorach jakościowych, spełniających wymagania technologiczne związane z dalszym jego przerobem. Celem producentów pszenicy jest osiągnięcie nie tylko wysokiego plonu, ale również odpowiedniej jakości ziarna. Ziarno pszenicy wykorzystywane na cele młynarsko-piekarskie powinno spełniać wymagania ogólnotowarowe, charakteryzować się wysoką wartością technologiczną określaną przez wartość przemiałową ziarna (ilość uzyskanej mąki o określonej zawartości popiołu ze 100 kg ziarna) oraz 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 jak, m.in.: liczba opadania, zawartość białka, ilość i jakość glutenu, wskaźnik

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

sedymentacyjny, wodochłonność mąki, rozmięczenie ciasta, energia ciasta (22). Wartość technologiczna ziarna zależy od wielu czynników (odmiana, przebieg pogody, warunki siedliska, agrotechnika) oraz ich wzajemnych interakcji (21).

Czynnik genetyczny

Wartość technologiczna ziarna pszenicy zależy od składu chemicznego i właściwości fizykochemicznych poszczególnych składników oraz zachodzących między nimi interakcji. Jest ona uwarunkowana przede wszystkim czynnikami genetycznymi (odmianą).

W naszym kraju oceną jakościową odmian pszenicy zajmuje się Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU). W opracowanym przez COBORU systemie klasyfikacji odmian pszenice jare zostały zakwalifikowane do 4 grup: E – pszenice elitarne, A – pszenice jakościowe, B – pszenice chlebowe, C – pszenice pozostałe (w tym paszowe) (tab. 1). Zasady klasyfikacji opierają się na siedmiu parametrach odnoszących się do wartości wypiekowej i jednym określającym wartość przemiałową. Odmiany zaliczane do trzech pierwszych grup jakościowych cechują się odpowiednio: bardzo dobrą, dobrą lub średnią wartością technologiczną i są potencjalnie dobrym surowcem do produkcji mąki i wypieku pieczywa (11).

Tabela 1

Wykaz odmian pszenicy jarej w zależności od grup jakości

E – pszenice elitarne	A – pszenice jakościowe	B – pszenice chlebowe	C – pszenice pozostałe
Bombona, Torka	Arabella, Bryza, Hewilla, Izera, Kandela, Katoda, KWS Toridon, Łagwa, Monsun, Nawra, Ostka Smolicka, Parabola, Raweta, Struna, Tybalt, Waluta, Żura, Partyzan, Mandaryna, Koksa, Korynta, Griwa, Cytra	Trappe, Zadra, Banti, Harenda	Radocha

Źródło: Lista opisowa odmian, 2013 (16)

Czynniki siedliskowe

Na jakość ziarna duży wpływ mają warunki siedliska (pogoda, gleba). Badania Sułek i Filipiak (35), wykazały, że warunki glebowe różnicowały cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. Najwyższą masą 1000 ziaren charakteryzowało się ziarno pochodzące z kompleksu pszennego bardzo dobrego. Wraz z pogorszeniem warunków glebowych zmniejszała się masa 1000 ziaren i najniższą wartością charakteryzowało się ziarno pochodzące z kompleksu żytniego bardzo dobrego. Badania wskazują, że wraz z polepszeniem się jakości gleby wzrasta wskaźnik sedymentacyjny, natomiast zmniejsza się zawartość białka i glutenu w ziarnie pszenicy jarej (tab. 2).

Tabela 2

Cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej w zależności od kompleksu glebowego

Badana cecha	Kompleks rolniczej przydatności gleb			
	pszenny bardzo dobry	pszenny dobry	żytni bardzo dobry	żytni dobry
Masa 1000 ziaren (g)	45,7 b *	40,3 a	41,8 ab	39,8 a
Zawartość białka (% s.m.)	13,0 a	13,4 a	13,8 a	14,7 a
Ilość glutenu (%)	30,5 ab	32,9 b	28,7 a	34,9 b
Indeks glutenowy	75,6 ab	68, 3 a	90,9 b	67,5 a
Wskaźnik sedimentacyjny (ml)	70,0 b	56,6 a	67,4 b	65,4 a
Liczba opadania (s)	364 a	321 a	349 a	466 b

* wartości oznaczone takimi samymi literami nie różnią się istotnie

Źródło: Sułek i Filipiak, 2009 (35)

Spośród czynników pogodowych znaczący wpływ na wartość technologiczną ziarna pszenicy wywierają: temperatura powietrza, opady i nasłonecznienie. Dla ukształtowania się korzystnych właściwości wypiekowych pszenicy pożądana jest umiarkowana ilość opadów, wysoka temperatura i duże usłonecznienie w okresie od kłoszenia do dojrzałości woskowej pszenicy. W tym okresie w warunkach suchej i słonecznej pogody następuje większe gromadzenie w ziarnie substancji białkowych, w tym białek glutenowych (1). Warunki pogodowe w okresie wegetacji roślin w mniejszym stopniu oddziałują na cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy charakteryzujących się lepszą wartością technologiczną.

Niepożądanym zjawiskiem jest zarówno długotrwała susza, jak i występowanie nadmiernych opadów w okresie dojrzewania i zbioru ziarna. Podczas suszy ziarniaki wcześniej tracą wodę i szybciej dojrzewają, w rezultacie ziarno jest drobne.

Badania Kocoń i Sułek (12) przeprowadzone w warunkach kontrolowanych nad wpływem stresu suszy na cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej wskazują, że brak wilgoci w glebie powoduje zmiany w składzie chemicznym ziarna. W badaniach Podolskiej i in. (23) stres suszy utrzymujący się na poziomie 30% ppw. od fazy krzewienia do fazy dojrzałości pełnej powodował wzrost zawartości białka ogółem i ilości glutenu, natomiast jakość glutenu mierzona indeksem glutenowym ulegała istotnemu pogorszeniu (tab. 3).

Nadmierne opady w okresie dojrzewania ziarna mogą być przyczyną porastania ziarna w kłosie. W wyniku zmian biochemicznych zachodzących w kiełkowanym ziarnie następuje rozkład skrobi do cukrów prostych, zmieniają się także proporcje ilościowe poszczególnych frakcji białkowych – zwiększa się poziom białek rozpuszczalnych w wodzie, a zmniejszeniu ulega zawartość białek glutenowych – gliadyn i glutenin (8).

Tabela 3

Jakość ziarna pszenicy jarej w zależności od stresu suszy

Cecha	Poziom wilgotności gleby		NIR _{0,05}
	60%	30%	
Masa ziarna z wazonu (g)	82,8	47,8	10,77
Masa 1000 ziaren (g)	59,9	55,1	r.n.
Zawartość białka (% s.m.)	15,2	16,3	0,65
Ilość glutenu (%)	33,9	39,2	4,30
Indeks glutenowy	91,6	85,9	6,10
Wskaźnik sedimentacyjny (ml)	79	77	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Podolska i in., 2006 (23)

Czynniki agrotechniczne

Nawożenie azotem

Azot zaliczany jest do najważniejszych pierwiastków, mających wpływ (17, 27) na parametry jakościowe ziarna i mąki, m.in. na zawartość białka, ilość, jakość i rozpuszczalność glutenu, wodochłonność mąki czy objętość pieczywa. Liczne wyniki badań (2, 3, 5, 6, 25, 30) nad nawożeniem azotem pszenicy jakościowej są dość jednoznaczne i świadczą o tym, że w miarę wzrostu nawożenia tym pierwiastkiem następuje zwiększenie parametrów jakościowych ziarna i mąki. Cechą, która w największym stopniu ulega zmianom pod wpływem nawożenia azotem jest zawartość białka i ilość glutenu. Z badań Cacak-Pietrzak i in. (5) wynika, że systematyczny wzrost ilości glutenu i zawartości białka następuje do zastosowania dawki 180 kg N·ha⁻¹, natomiast dalsze zwiększenie dawki azotu do poziomu 240 kg·ha⁻¹ nie wpływa na ilość glutenu. Nawożenie azotem w dawce powyżej 180 kg·ha⁻¹ wpływa korzystnie na cechy fizyczne ziarna pszenicy jarej (gęstość w stanie usypowym, masę 1000 ziaren, celność i twardość) (tab. 4 i 5).

W uzyskaniu ziarna o korzystnych parametrach jakości istotna jest nie tylko dawka azotu, a również termin jego stosowania (26, 36). Azot zastosowany w fazie liścia flagowego do dojrzałości mlecznej utrzymuje sprawność aparatu asymilacyjnego, wpływa na dobre wypełnienie ziarna i zawartość białka. Z badań własnych Sulek i Podolskiej (31) wynika, że najwyższą zawartość białka, w tym białek glutenowych uzyskało ziarno nawożone dawką 180 kg N·ha⁻¹ i aplikowaną w trzech terminach (60 kg N·ha⁻¹ – przed siewem, 60 kg N·ha⁻¹ – w fazie strzelania w źdźbło i 60 kg N·ha⁻¹ – w fazie kłoszenia). Zawartości tych składników są istotnie wyższe niż w ziarnie nawożonym taką samą dawką azotu, ale zastosowaną w dwóch terminach. Dawka i termin stosowania azotu nie miały wpływu na aktywność enzymów amylolitycznych (liczba opadania) (tab. 6).

Sposób aplikacji nawozu azotowego, tj. forma zastosowanego nawozu (sypka czy płynna), nie ma istotnego wpływu na wielkość plonu i na kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy jarej (26).

Tabela 4

Cechy chemiczne ziarna pszenicy jarej w zależności od dawek azotu

Nawożenie azotem (kg·ha ⁻¹)	Ilość glutenu (%)	Indeks glutenowy	Liczba opadania (s)	Zawartość popiołu (% s.m.)	Zawartość białka (% s.m.)
0	26,5	45	340	2,00	13,6
60	32,6	53	366	1,99	16,3
120	35,2	47	371	2,03	17,1
180	37,7	46	363	2,06	17,6
240	38,9	45	359	2,08	18,4
NIR _{0,05}	2,33	r.n.	r.n.	0,083	0,79

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Cacak-Pietrzak i in., 2011 (5)

Tabela 5

Cechy fizyczne ziarna pszenicy jarej w zależności od dawek azotu

Nawożenie azotem (kg·ha ⁻¹)	Gęstość w stanie usypowym (kg·hl ⁻¹)	Masa 1000 ziaren (g)	Celność i wyrównanie (%)	Szklistość (%)	Twardość (j.B)
0	73,6	33,3	62	76	770
60	72,8	31,9	62	83	794
120	72,2	32,5	63	88	801
180	72,7	33,7	61	90	814
240	71,1	31,4	58	93	806
NIR _{0,05}	1,47	1,92	4,11	4,63	23,6

Źródło: Cacak-Pietrzak i in., 2011 (5)

Tabela 6

Cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej w zależności od dawki i terminu stosowania azotu

Nawożenie azotem (kg N·ha ⁻¹)	Plon ziarna (dt·ha ⁻¹)	Ilość glutenu (%)	Masa 1000 ziaren (g)	Wskaźnik sedimentacyjny (cm ³)	Zawartość białka (% s.m)
90 (45* + 45**)	59,5	27,5	42,8	74,7	13,4
90 (30* + 30** + 30***)	57,3	27,9	43,3	77,3	13,7
180 (90* + 90*)	66,2	28,0	43,9	76,3	13,8
180 (60* + 60** + 60***)	64,3	29,8	46,3	78,0	14,2
Kontrola	48,8	25,5	40,1	70,0	12,7
NIR _{0,05}	6,32	1,71	4,75	r.n.	0,67

Terminy stosowania azotu w formie saletry amonowej: * przed siewem; ** w fazie strzelania w źdźbło; *** w fazie kłoszenia

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Sułek i Podolska, 2008 (31)

Potas i fosfor nie wpływają w tak zasadniczy sposób jak azot na wyróżniki jakościowe ziarna pszenicy, szczególnie przy dobrej i średniej zasobności gleb w te składniki, stąd badań nad tymi zależnościami jest mniej (14). Przy niedoborze fosforu i potasu w glebie oraz intensywnym nawożeniu azotem zmienia się skład chemiczny ziarna, obniża się zawartość białka i glutenu. W roślinach zostają zaburzone m.in. procesy przemiany związków azotowych, zmniejsza się synteza białka i następuje nagromadzenie azotanów oraz wolnych aminokwasów (15).

W ostatnich latach na skutek zmniejszonej emisji SO_2 do atmosfery siarka stała się w znacznej części Polski pierwiastkiem deficytowym w stosunku do potrzeb pokarmowych roślin. Przy niedoborze siarki w glebie i wysokim nawożeniu azotem zakłócony zostaje stosunek N:S i w konsekwencji obniża się wykorzystanie azotu, w wyniku czego dochodzi do obniżenia zawartości białka i ilości glutenu w ziarnie pszenicy. Podleśna i Cacak-Pietrzak (20) uważają, że nawożenie siarką bardzo korzystnie oddziałuje na cechy wypiekowe mąki. Pod wpływem nawożenia siarką następuje wzrost ogólnej zawartości białka w ziarnie pszenicy, poprawia się jakość glutenu oraz zwiększa się objętość pieczywa i porowatość miękiszu (tab. 7 i 8).

Tabela 7

Cechy chemiczne mąki w zależności od nawożenia siarką

Nawożenie	Popiół (% s.m.)	Białko ogółem (% s.m.)	Ilość glutenu (%)	Rozpływalność (mm)	Test Zeleny'ego (cm^3)
–S	0,65	14,0	29,1	9,5	46
+S	0,64	14,1	29,6	8,5	46
NIR _{0,05}	0,010	0,052	r.n.	0,110	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Podleśna i Cacak-Pietrzak, 2003 (20)

Tabela 8

Wyniki wypieku laboratoryjnego w zależności od nawożenia siarką

Nawożenie	Strata piecowa (%)	Wydajność pieczywa (%)	Objętość pieczywa (cm^3)	Porowatość miękiszu (%)	Masa właściwa miękiszu ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
–S	17,4	132,2	410,4	75,8	0,26
+S	17,3	132,2	424,9	77,2	0,27
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	12,73	0,763	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Podleśna i Cacak-Pietrzak, 2003 (20)

Nawożenie mikroelementami

Niedobór mikroelementów zmienia zasadniczo cechy jakościowe ziarna przy jednoczesnym jego obniżeniu. Pszenica jest bardzo wrażliwa na niedobór miedzi manganu

i cynku. Przy wysokich plonach rośliny pszenicy pobierają znaczną ilość mikroelementów z gleby i w związku z tym ich potrzeby nawozowe są często znacznie większe niż zasobność gleby w te składniki, stąd konieczność nawożenia mikroelementami (13). Badania Mazurka i in. (18) wykazały, że jakość ziarna pszenicy jarej nawożonej azotem z mikroelementami była wyższa niż nawożonej tylko azotem (tab. 9)

W intensywnych technologiach uprawy pszenicy jarej na cele konsumpcyjne nawożenie mikroelementami jest niezbędnym elementem agrotechniki, ponieważ zabezpiecza pełne pokrycie potrzeb pokarmowych roślin w niezbędne składniki.

Tabela 9

Wpływ techniki i dawki nawożenia azotem na plon i jakość ziarna pszenicy jarej

Cecha	Technika nawożenia				
	I*	II	III	IV	NIR _{0,05}
Ilość glutenu (%)	28,9	29,8	31,7	32,4	2,63
Rozpływalność glutenu (mm)	4,17	5,00	5,50	5,33	r.n.
Wskaźnik sedimentacji (ml)	51,5	52,7	54,7	54,8	3,04
Wodochłonność mąki (%)	64,4	64,0	64,5	64,4	r.n.
Objętość pieczywa (100 g)	528	530	545	514	14,1

* I – kg N·ha⁻¹, II – 40 kg N·ha⁻¹ + mikroelementy, III – 80 kg N·ha⁻¹, IV – 80 kg N·ha⁻¹ + mikroelementy

Źródło: Mazurek i in., 1999 (18)

Ochrona zasiewów

Nie ma jednoznacznej opinii na temat wpływu środków stosowanych do chemicznej ochrony roślin (herbicydy, fungicydy, insektycydy, retardanty) na cechy fizyczne i skład chemiczny ziarna pszenicy, gdyż wyniki badań (7, 10, 24, 29, 33) często są niejednoznaczne. Brak jednokierunkowego oddziaływania preparatów na parametry jakościowe ziarna pszenicy można tłumaczyć współdziałaniem kilku czynników, takich jak: skład chemiczny, stosowana dawka, warunki glebowe, reakcja odmian.

Zachwaszczenie nie tylko obniża plonowanie, ale również jakość ziarna pszenicy jarej. Ziarno pochodzące z plantacji zachwaszczonych ma gorszą zarówno wartość przemiałową, jak i wypiekową, co wynika z faktu nierównomierności dojrzewania i większej wilgotności w okresie zbioru; jest ono także częściej porośnięte (21).

Herbicydy jako środki chemiczne mogą powodować zmiany w składzie chemicznym ziarna. Grzesiuk i Kuła (8) podają, że niektóre herbicydy (fenylomocznikowe) mogą gromadzić się w roślinie, ograniczając syntezę skrobi i białek, a zwłaszcza poziom wolnych aminokwasów. Odmienne działają herbicydy triazynowe, które z reguły zwiększają gromadzenie w ziarnie białek i kwasów nukleinowych. Z badań własnych (32) wynika, że zastosowany w uprawie pszenicy jarej herbicyd Sekator 6,25 WG (jodosulfuron metylosodowy + amidosulfuron) w dawce 0,3 l·ha⁻¹ nie wpływał negatywnie na cechy chemiczne ziarna. Po jego zastosowaniu stwierdzono tendencję

wzrostową ilości glutenu w ziarnie pszenicy jarej (tab. 10). Makarska (19) wskazuje, że na ogólną zawartość białka istotny wpływ ma rodzaj zastosowanego herbicydu.

Tabela 10

Cechy wartości technologicznej ziarna w zależności od zastosowanego herbicydu

Czynnik doświadczania	Zawartość białka (%)	Ilość glutenu (%)	Indeks glutenowy	Popiół (%)	Liczba opadania (S)
Obiekt kontrolny	13,99	25,3	93	1,78	354
Sektor 6,25 WG	13,96	26,1	96	1,76	257
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Sulek i in., 2008 (32)

Przy uprawie pszenicy jarej na cele jakościowe bardzo ważnym elementem technologii produkcji jest ochrona przed chorobami, które przyczyniają się do obniżenia wartości użytkowej ziarna, szczególnie w przypadku, gdy pszenica jest porażona przez: fuzariozy, głównie, śniecie, rdze czy septoriozy. Ziarno zainfekowane przez fuzariozę jest drobne, ma małą masę objętościową i małą masę 1000 ziaren. Mąka z takiego ziarna charakteryzuje się zmienionym składem chemicznym, m.in. niską zawartością białka i wadliwym glutenem. Ziarno nie nadaje się do konsumpcji, a otrzymany chleb posiada wadliwe cechy i przyciemnioną barwę.

W badaniach nad wpływem różnych terminów stosowania fungicydu Amistar 250SC (azoksystrobina) w dawce 1 l·ha⁻¹ stwierdzono brak ujemnego wpływu tego preparatu na cechy fizyczne i skład chemiczny ziarna (tab. 11 i 12). Jedynie po zastosowaniu preparatu w fazie zawiązywania nasion zaznaczyła się tendencja wzrostowa ilości glutenu w odniesieniu do stwierdzonego na obiekcie kontrolnym. Nieznacznie większą dorodnością (masą 1000 ziaren, celnością i wyrównaniem) w stosunku do obiektu kontrolnego cechowało się ziarno po zastosowaniu preparatu Amistar 250 SC (azoksystrobina) w fazie liścia flagowego (28).

Tabela 11

Cechy fizyczne ziarna w zależności od terminu stosowania fungicydu

Czynnik doświadczania	Gęstość w stanie usypowym (kg·hl ⁻¹)	Masa 1000 ziaren (g)	Celność i wyrównanie (%)	Szklistość (%)	Twardość (j.B)
Obiekt kontrolny	76,1	41,2	69	88	830
Amistar 250 SC – faza liścia flagowego	75,5	42,1	73	89	850
Amistar 250 SC – faza zawiązywania nasion	77,4	40,3	68	89	810
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Sulek i in., 2007 (28)

Tabela 12

Cechy jakościowe ziarna w zależności od terminu stosowania fungicydu

Fungicyd	Conchita	Mauritia	Sebastian	Średnio
Alert 375 SC	11,4	10,7	11,1	11,1
Artea 330 EC	11,5	10,4	11,1	11,0
Capalo 337,5 SE	11,3	10,3	10,6	10,7
kontrola	11,0	10,6	10,4	11,1
Średnio	11,3	10,5	10,8	-
NIR _(0,05) dla: fungicydów – r.n.; odmian – 0,5; interakcji – 0,6				

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Sułek i in., 2007 (28)

Termin siewu

Do czynników agrotechnicznych, które mają mniejszy wpływ na jakość ziarna pszenicy zalicza się termin siewu. Opóźnienie terminu siewu o 14 dni w stosunku do optymalnego powoduje wzrost zawartości w ziarnie białka i ilości glutenu (17, 34) (tab. 13). Późniejszy siew pszenicy jarej wpływa niekorzystnie na wielkość ziarna, a to może być przyczyną pogorszenia jego wartości przemiałowej (21).

Tabela 13

Wpływ terminu siewu na jakość ziarna pszenicy jarej

Termin siewu	Ilość glutenu (%)	Indeks glutenowy	Liczba opadania (s)	Wskaźnik sedimentacji (cm ³)	Zawartość białka ogółem (% s.m.)	Masa 1000 ziaren (g)
Optymalny	26,7	71,1	338	76	12,5	44,5
Opóźniony	29,1	76,5	312	78	12,8	379
NIR _{0,05}	2,29	r.n.	r.n.	r.n.	0,61	4,23
Optymalny	27,7	87,5	380	81	13,2	45,8
Opóźniony	26,6	85,6	353	78	12,8	43,4
NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Optymalny	33,2	83,1	393	54	14,6	36,2
Opóźniony	36,2	83,2	401	58	15,6	32,5
NIR _{0,05}	2,85	r.n.	r.n.	r.n.	0,9	3,65

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Sułek, 2009 (34)

Zbiór i przechowywanie ziarna

Ziarno pszenicy powinno być zebrane z pola po osiągnięciu dojrzałości pełnej. Opóźnienie terminu zbioru może przyczynić się do porośnięcia ziarna i pogorszenia jego jakości. Po zbiorze ziarno powinno być przechowywane w elewatorach zbożowych z komorami żelbetowymi lub stalowymi gwarantującymi brak wpływu warunków zewnętrznych na wilgotność i temperaturę składowanego ziarna. Od wilgotności i temperatury masy zbożowej zależy intensywność zachodzących w niej procesów życiowych. Krytyczne parametry, powyżej których następuje znaczne przyspieszenie tych procesów, to wilgotność ziarna powyżej 15% i temperatura powyżej 15°C (10). Przekroczenie wyżej wymienionych wartości wilgotności i temperatury składowanego ziarna może doprowadzić do jego stęchnięcia lub zagrzenia, a także zwiększa ryzyko rozwoju grzybów pleśniowych i kumulacji mikotoksyn, co ogranicza jego wykorzystanie do celów konsumpcyjnych i paszowych (9).

Podsumowanie

Pszenica jara jest zbożem umożliwiającym produkcję ziarna o wysokich parametrach jakościowych, ale ma duże wymagania środowiskowe i agrotechniczne, czyli jest zbożem gospodarowania intensywnego. Najważniejszym czynnikiem decydującym o jakości surowca jest odmiana. Ponadto na cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej wpływ wywierają warunki siedliska i zabiegi agrotechniczne. Spośród czynników agrotechnicznych największy wpływ na kształtowanie cech jakościowych ziarna pszenicy ma nawożenie azotem, którego wpływ ujawnia się w warunkach właściwego i zrównoważonego odżywiania roślin pozostałymi makro- i mikroelementami. Najkorzystniejsze wskaźniki jakości ziarna (zawartość białka, ilość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny) otrzymuje się z pszenicy nawożonej azotem w dawce 180 kg·ha⁻¹ aplikowanej w trzech terminach (60 kg N·ha⁻¹ – przed siewem, 60 kg N·ha⁻¹ – w fazie strzelania w źdźbło i 60 kg N·ha⁻¹ – w fazie kłoszenia). Stosowane środki ochrony roślin – herbicyd Sekator 6,25 WG (jodosulfuron metylosodowy + amidosulfuron) i fungicyd Amistar 250 SC (azoksystrobina) w zasiewach pszenicy jarej nie powodują negatywnego wpływu na cechy jakościowe ziarna. Mniejszy wpływ na kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy jarej wywiera termin siewu.

Literatura

1. Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S.: Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy jarej. Biul. IHAR, 1995, **193**: 29-34.
2. Bly A.G., Woodard H.J.: Nitrogen management. Agron., J., 2003, **95**: 335-338.
3. Cacak-Pietrak G., Sulek A.: Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej. Biul. IHAR, 2007, **245**: 47-55.

4. C a c a k-P i e t r a k G.: Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego – wymagania technologiczne. *Przegl. Zboż.-Młyn.* 2008, **52(11)**: 11-13.
5. C a c a k-P i e t r a k G., S u ł e k A., G o n d e k E., S u ł e k A.: Plonowanie oraz cechy jakościowe ziarna nowych odmian pszenicy jarej w zależności od poziomu nawożenia azotem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2010, **553**: 11-19.
6. C a c a k-P i e t r z a k G., G o n d e k E., S u ł e k A., S u ł e k A.: Wpływ wzrastających dawek azotu na jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2011, **558**: 21-32.
7. G i l Z., N a r k i e w i c z -J o d k o M., U r b a n M.: Wpływ herbicydów na wartość przemiałową ziarna i wypiekową mąki odmian pszenicy ozimej. *Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2004, **44(2)**: 683-685.
8. G r z e s i u k S., K u l k a K.: *Biologia ziarniaków zbóż*. PWN, Warszawa 1998.
9. G ó r n i a k W., R o t h a e h l J.: Ryzyko porażenia substancjami skażającymi ziarno zbóż w trakcie przechowywania. Jakość ziarna i mąki – aspekt technologiczny i zdrowotny. *Wyd. IBRS*. Warszawa 2008, 14-15.
10. K l i m o n t K., O s i e c k a A.: Wpływ herbicydów na plon ziarna i cechy morfologiczne zbóż. *Biul. IHAR*, 2004, **223**: 59-71.
11. K l o c k i e w i c z -K a m i Ń s k a E., B r z e z i Ń s k i W.: Metoda oceny i klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 1998, **42**: 2-6.
12. K o c o Ń A., S u ł e k A.: Wpływ nawożenia azotem na plon i niektóre parametry jakościowe ziarna pszenicy jarej rosnącej w warunkach niedoboru wody w podłożu. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura*, 2004, **59(2)**.
13. K o c o Ń A.: Nawożenie pszenicy konsumpcyjnej a wielkość i jakość plonu. *Wieś Jutra*, 2006, 29-31.
14. K o c o Ń A.: Nawożenie jakościowej pszenicy jarej i ozimej a plon i jakość ziarna. *Pam. Puł.*, 2009, **139**: 56-64.
15. K o p c e w i c z J., L e w a k S.: *Gospodarka mineralna roślin. Podstawy fizjologii roślin*. PWN, 1998, 188-228.
16. *Lista Opisowa Odmian. COBORU*, 2013, 65-74.
17. M a z u r e k J., K u ś J.: Wpływ nawożenia azotem, terminu siewu i ilości wysiewu na plonowanie pszenicy jarej uprawianej po różnych przedplonach i na różnych glebach. *Cz. II. Biul. IHAR*, 1991, **177**: 137-143.
18. M a z u r e k J., J a ś k i e w i c z B., K l u p c z y Ń s k i Z.: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej w zależności od techniki nawożenia azotem. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 257-261.
19. M a k a r s k a E.: Wpływ herbicydów na jakość ziarna i cechy morfologiczne zbóż. *Biul. IHAR*, 1990, **233**: 59-71.
20. P o d l e ś n a A., C a c a k-P i e t r z a k G.: Kształtowanie plonu oraz parametrów przemiałowych i wypiekowych pszenicy jarej poprzez nawożenie azotem i siarką. *Pam. Puł.*, 2006, **142**: 381-392.
21. P o d o l s k a G., S u ł e k A.: Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Puł.*, 2002, **130**: 597-605.
22. P o d o l s k a G.: Wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od dawki nawożenia azotem. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2003, **47(6)**: 12-14.
23. P o d o l s k a G., S u ł e k A., D z i u b a J., K o n o p k a I.: Wpływ stresu suszy na plonowanie i zawartość związków alergizujących w nasionach pszenicy jarej odmiany Nawra. *Rocz. AR Poznań, Rolnictwo*, 2006, **380(66)**: 297-304.
24. R ó ż a Ń s k i L.: *Przemiany pestycydów w organizmach żywych i w środowisku*. PWRiL, Warszawa 1992.

25. Sułek A., Mazurek J.: Wpływ podstawowych czynników agrotechnicznych na plon i cechy plonotwórcze nowych odmian pszenicy jarej. Biul. IHAR, 2001, **220**: 69-79.
26. Sułek A., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A.: Wpływ różnych sposobów aplikacji azotu plon, elementy jego struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej. Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura, 2004, **59(2)**: 543-551.
27. Sułek A., Podolska G., Leszczyńska D., Noworolnik K.: Reakcja odmian zbóż na nawożenie azotem. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007, **9**: 29-36.
28. Sułek A., Podolska G., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A.: Wpływ terminu stosowania fungicydu Amistar 250 SC na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2007, **47(2)**: 352-355.
29. Sułek A., Podolska G.: Wpływ herbicydu na plonowanie i cechy jakościowe oraz kształtowanie się poszczególnych frakcji białka w ziarnie pszenicy jarej odmiany Nawra. W: Wybrane zagadnienia z zakresu alergenów nasion zbóż i roślin strączkowych, Ł. Fornal (red.). Wyd. Nauk. PTT, Kraków 2007, 89-96.
30. Sułek A., Cacak-Pietrzak G.: Kształtowanie się cech jakościowych ziarna odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotem. Fragm. Agron., 2008, **97**: 400-409.
31. Sułek A., Podolska G.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra w zależności od dawki i terminu stosowania azotu. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2008, **7(1)**: 103-110.
32. Sułek A., Podolska G., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A.: Wpływ herbicydu Sekator 6,25 WG na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2008, **48(2)**: 678-681.
33. Sułek A., Cacak-Pietrzak G., Szeleźniak E., Nieróbca P.: Wpływ herbicydów stosowanych w warunkach kontrolowanych na plon i jakość ziarna odmian pszenicy jarej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2009, **49(1)**: 1391-1395.
34. Sułek A.: Wpływ terminu siewu i terminu zbioru na plonowanie oraz zawartość białka w ziarnie pszenicy jarej odmiany Nawra. Fragm. Agron., 2009, **2**: 138-144.
35. Sułek A., Filipiak K.: Plonowanie i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej w rejonie południowo-wschodnim. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2009, **542**: 71-77.
36. Wróbel E.: Reakcja pszenicy jarej na dawkę i termin stosowania azotu. Pam. Puł., 1999, **118**: 448-454.

Adres do korespondencji:

dr hab. Alicja Sułek
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 349
e-mail: sulek@iung.pulawy.pl

Kazimierz Noworolnik

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

PLONOWANIE I JAKOŚĆ ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO BROWARNEGO W ZALEŻNOŚCI OD WYBRANYCH CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH*

Słowa kluczowe: jęczmień jary, plon ziarna, jakość browarna, czynniki agrotechniczne

Wstęp

W związku ze znacznym zwiększeniem w ostatnich latach spożycia piwa w Polsce, wzrasta znaczenie uprawy jęczmienia na cele browarne. Surowcem dla słodowni jest głównie jęczmień jary, który przewyższa jakością browarną jęczmień ozimy. Konkurencja między słodowniami generuje duże wymagania jakościowe wobec ziarna przeznaczonego na cele piwowskie.

Uprawa jęczmienia browarnego wymaga większej konsekwencji przy stosowaniu optimum w zakresie różnych czynników agrotechnicznych niż w przypadku jęczmienia pastewnego (20, 21). Ponieważ efektywność ekonomiczna produkcji jęczmienia browarnego zależy zarówno od wartości browarnej, jak i plonu ziarna, to należy uwzględnić wpływ danego czynnika agrotechnicznego na obie wymienione cechy. Celem właściwej agrotechniki jest uzyskanie dobrej wartości browarnej, przy zadawalającej wielkości plonu ziarna jęczmienia. Niektóre czynniki agrotechniczne (jak zbyt wysokie nawożenie azotem, czy też niektóre herbicydy), wpływając dodatnio na plon, mogą ujemnie oddziaływać na jakość ziarna (15, 16). Inne czynniki (jak wczesny termin i właściwa gęstość siewu oraz fungicydy) wpływają na ogół dodatnio na plon i jakość ziarna. Znaczny postęp w hodowli odmian jęczmienia browarnego i wprowadzenie do doboru dużej liczby nowych odmian wymaga przeprowadzenia doświadczeń dla określenia wpływu wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie i jakość ziarna tych odmian (skład chemiczny ziarna, cechy słoju i brzezki).

W licznych wcześniejszych pracach naukowych określono wpływ poszczególnych czynników siedliskowo-agrotechnicznych na plonowanie i jakość ziarna jęczmienia

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

jarego browarnego (7, 9, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 25, 27, 29). Celem niniejszego opracowania przeglądowego jest przedstawienie stwierdzeń zawartych w tych pracach, koncentrując się w szczególności na wynikach najnowszych badań IUNG-PIB uwzględniających niedawno wprowadzone do praktyki odmiany jęczmienia jarego browarnego i niebadane dotychczas środki ochrony roślin.

Wymagania jakościowe

Wyróżnia się 5 podstawowych parametrów jakościowych słodu składających się na indeks jakości browarnej (1, 6, 10, 13, 16, 28):

1. Ekstraktywność (%) – jest najważniejszym wskaźnikiem jakości słodu oznaczającym wielkość uzysku ekstraktu. Jest to ilość substancji rozpuszczalnych przechodzących ze słodu do brzeczki. Poziom ekstraktu zależy od składu chemicznego ziarna i aktywności enzymów hydrolizujących związki zawarte w słodzie. Ekstraktywność jest cechą odmianową, choć w mniejszym stopniu zależną także od czynników siedliskowo-agrotechnicznych. Im wyższa jest ekstraktywność, tym lepsza wydajność warzelni 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. Wartość tej cechy zależy od zawartości białka ogólnego w ziarnie, na którą wpływa wiele czynników siedliskowych i agrotechnicznych.
3. Stopień ostatecznego odfermentowania (%) – zdolność brzeczki do fermentacji pod wpływem drożdży piwnych. Zależy ona głównie od właściwości odmianowych.
4. Lepkość brzeczki (mPa.s) – główny miernik rozluźnienia skrobiowego wskaźującego na zakres procesów enzymatycznych w czasie słodowania. Zależy od właściwości odmianowych.
5. Siła diastatyczna (WK) – 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, tj.:

6. Zawartość białka w ziarnie (%) – powinna mieścić się w przedziale od 9,5 do 11,5% s.m. Wpływa ona na niektóre z podstawowych parametrów jakości browarnej. Zależy od wielu czynników: właściwości odmian, warunków glebowych i klimatycznych, nawożenia azotem i terminu siewu.
7. Energia kiełkowania (%) – określa stan fizjologiczny ziarna i jest miarą jego żywotności. Pożądana jest wysoka jej wartość, co najmniej 85%. Sprzyja temu dobre wyrównanie 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.

8. Kruchość słołu (%) – jest miarą rozluźnienia cytologicznego w procesie słodowania. Kruchy i dobrze rozluźniony słoł sprzyja uzyskaniu dużej wydajności ekstraktu w procesie zacierania słołu. Cecha ta zależy od odmiany.
9. 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. Tylko całkowicie dojrzałe ziarno określonej odmiany, pochodzące z podobnych warunków uprawy, o jednakowym zabarwieniu i podobnej masie ziarniaka daje wysokiej klasy słoł. Jednorodne i wyrównane jakościowo ziarno równomiernie pochłania wodę przy namaczaniu, równo kiełkuje i jednakowo przechodzi proces kiełkowania (10, 28). Obecność ziaren uszkodzonych przy omłocie lub przez szkodniki znacznie obniża jakość takiej partii. Wzrasta wtedy ryzyko zakażenia ziarna przez szkodliwą mikroflorę. Uszkodzone ziarna szybciej chłoną wodę i kiełkują, przyczyniając się do wytworzenia niejednorodnego słołu. Wysoka masa 1000 ziaren jęczmienia browarnego nie jest pożądana; lepsza jest średnia jej wartość. Na jakość browarną dodatnio wpływa niska zawartość łuski w ziarnie.

Warunki siedliskowe i uprawowe

Jakość ziarna browarnego zależy w dużym stopniu od warunków klimatyczno-glebowych. 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 niżki plonu ziarna (w wyniku zmniejszonego pobrania składników mineralnych) zwiększa się zawartość białka i łuski w ziarnie, a zmniejsza się celność ziarna i ekstraktywność słołu (2, 16, 25). 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 browarny należy uprawiać na glebach żyznych i zwężłych, należących do kompleksu pszenneego bardzo dobrego i kompleksu pszenneego dobrego lub na glebach średnich (kompleks żytni bardzo dobry, pszenney wadliwy) pod warunkiem dobrego przedplonu. Jest to uwarunkowane słabym systemem korzeniowym i krótkim okresem wegetacyjnym jęczmienia. W dobrych warunkach glebowych uzyskuje się wysokie plony ziarna przy umiarkowanej zawartości białka w ziarnie i właściwych wartościach głównych parametrów jakości słołu (2, 16). 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 zbyt wysoką zawartość białka w ziarnie.

Najlepszymi przedplonami pod jęczmień jary browarny są rośliny okopowe: buraki, ziemniaki i warzywa nawożone niezbyt dużymi dawkami azotu, ponadto oleiste, które w praktyce przeznacza się przeważnie pod pszenicę. W ostateczności jęczmień można uprawiać po pszenicy wysiewanej w dobrym stanowisku. Po takich przedplonach daje on wyższe plony ziarna, o lepszej jakości browarnej (2, 12, 23). 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 (4, 8, 23). Nieodzowna jest orka zimowa, natomiast wiosną bronowanie, a następnie agregat uprawowy lub kultywator.

Dobór odmian

Bardzo ważny jest wybór właściwej odmiany browarnej do uprawy w danym rejonie. Najważniejszym kryterium doboru odmiany jest syntetyczna ocena jej wartości browarnej, następnie wielkość plonu ziarna oraz odporność na choroby i wyleganie. Cechy te określono przez COBORU (3). Bardzo dobrą jakością browarną charakteryzują się odmiany: Despina, Bordo, Żeglarz, KWS Aliciana, Signora, Sebastian, KWS Orphelia, Henrike, Marthe i Conchita. Wysokim plonem wyróżniają się odmiany: KWS Orphelia, Nokia, Olympic, Afrodite, KWS Aliciana, Conchita, Victoriana, Signora, Sebastian, Goodluck i Kormoran. Lepszą odporność na choroby wykazują odmiany: Żeglarz, Marthe, Conchita, Afrodite, Kormoran, Goodluck, Olympic i Despina. Przy uprawie na żyzniejszych glebach ważna jest duża odporność roślin na wyleganie, jaką wykazują odmiany: Victoriana, Olympic, Żeglarz, Nokia, Bordo, Sebastian, Signora, Conchita i Poldek. Lepszym wyrównaniem ziarna odznaczają się odmiany: KWS Aliciana, Goodluck, Conchita, Signora, Despina, Victoriana, Bordo i Olympic.

Biorąc pod uwagę powyższe cechy charakterystyczne odmian jęczmienia, zwłaszcza wartość browarną i plon ziarna, za najbardziej przydatne do uprawy na cele browarne można uznać następujące odmiany: KWS Orphelia, KWS Aliciana, Żeglarz, Conchita, Despina, Bordo, Signora, Olympic, Nokia i Sebastian.

Nawożenie mineralne

Dobrą jakość browarną ziarna można uzyskać przy odpowiednim zaopatrzeniu roślin w składniki pokarmowe. Odpowiednie zaopatrzenie roślin w fosfor przeciwdziała ich wyleganiu i dodatnio wpływa na jakość browarną ziarna, zwłaszcza na ekstraktywność słodu. Potas natomiast dobrze wpływa na celność ziarna, licz-

bę Kolbacha i ekstraktywność słoðu (2, 4, 25). Wielkość dawek fosforu, potasu i magnezu zależy od zawartości przyswajalnych form tych pierwiastków w glebie oraz przewidywanego poziomu plonu jęczmienia i związanego z tym ich pobrania z gleby (tab. 1). Na przewidywany poziom plonu wskazują warunki glebowo-agrotechniczne danego pola i wielkość plonów roślin wcześniej uprawianych (16, 23). W przypadku niskiej zasobności w magnez zaleca się nawożenie w ilości 20–45 kg MgO·ha⁻¹. Górne granice przedziałów należy uwzględnić przy niskiej zawartości tych pierwiastków w glebie i przy oczekiwanym wysokim plonie jęczmienia, a dolne – przy wysokiej zasobności gleby. Zaleca się jesienne stosowanie tego nawożenia, przed orką zimową. Na glebach lżejszych, co najmniej średnio zasobnych w PKMg, można nawozić wiosną, przed kultywatorowaniem.

Tabela 1

Składnik	Zawartość fosforu i potasu w glebie			
	b. niska	niska	średnia	wysoka
Fosfor	60–80	45–59	30–44	20–29
Potas	75–90	55–74	40–54	25–39

Zalecane dawki P₂O₅ i K₂O (kg·ha⁻¹)

Źródło: Noworolnik, 2010 (23)

Jednym z głównych czynników agrotechnicznych determinujących poziom plonu ziarna i zawartości białka w ziarnie jęczmienia jest nawożenie azotem. Stwierdzono istotny dodatni wpływ nawożenia azotem na plon ziarna odmian jęczmienia jarego (8, 9, 15, 20, 25). Wzrost plonu ziarna był efektem zwiększenia liczby kłosów na jednostce powierzchni w miarę podwyższania dawki N. Obserwowano tendencję do zmniejszenia liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren badanych odmian pod wpływem dużej dawki N. Zbadano także wpływ dawki N na główne cechy ziarna decydujące o parametrach jakości słoðu. W miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem (od 1 do 3 g na wazon) uzyskano duży wzrost zawartości białka i beta-glukanów w ziarnie badanych odmian browarnych (tab. 2). Mniejszy wzrost zawartości białka w ziarnie wykazały odmiany: Conchita i Mauritia, a słabszymi zmianami zawartości beta-glukanów charakteryzowała się odmiana Sebastian. Celność ziarna oraz masa 1000 ziaren badanych odmian zmniejszyły się przy dużej dawce azotu. To świadczy o ujemnym wpływie zwiększania dawki N na cechy jakości słoðu. Potwierdzono to w innych badaniach (9, 11, 13, 22, 25).

Na podstawie badań (2, 4, 9, 22, 23, 25) ustalono, że dawka azotu pod jęczmień browarny nie może być tak duża jak na cele pastewne, aby nie dopuścić do zbyt wysokiej zawartości białka i beta-glukanów, ujemnie wpływających na jakość browarną. Większej zasobności w azot można spodziewać się na glebach związłych (kompleks pszenno-bardzo dobry lub dobry), w stanowisku po okopowych (zwłaszcza po

burakach). W takich warunkach optymalną dawką jest 25–30 kg N·ha⁻¹. W stanowisku po pszenicy można zalecać 35 kg N·ha⁻¹ na kompleksach pszennych i 45 kg N·ha⁻¹ na kompleksie żytnim bardzo dobrym. W przypadku wysokiego plonowania pszenicy (powyżej 6 t·ha⁻¹) dawki te należy zwiększyć o 10–15% (22, 23).

Tabela 2

Wpływ nawożenia azotem na wybrane cechy jakościowe odmian jęczmienia jarego (2009–2010)

Odmiana	Dawka N na wazon (g)	Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	Zawartość beta-glukanów w ziarnie (% s.m.)	Celność ziarna >2,5 mm (%)	Masa 1000 ziaren (g)
Sebastian	1	10,7	3,70	90	47,8
	2	12,4	3,87	89	46,7
	3	13,5	3,86	85	45,1
	średnio	12,2	3,81	88	46,5
Mauritia	1	9,8	3,73	89	50,3
	2	11,3	3,90	86	48,2
	3	12,4	4,25	83	45,0
	średnio	11,2	3,96	86	47,8
Conchita	1	11,5	3,48	88	48,1
	2	12,1	3,93	84	46,7
	3	13,8	4,23	83	44,2
	średnio	12,5	3,71	85	46,3
Kormoran	1	10,6	3,72	89	53,1
	2	11,8	4,30	84	50,5
	3	12,7	4,49	82	48,2
	średnio	11,7	4,17	85	50,6
Średnio	1	10,7	3,70	89	49,8
	2	11,9	4,40	85	48,0
	3	13,0	4,52	83	45,6
NIR _{0,05} dla dawek N		0,69	0,32	5,7	2,9
NIR _{0,05} dla odmian		0,73	0,31	r.n.	3,4
NIR _{0,05} dla interakcji		r.n.	r.n.	r.n.	3,8

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: opracowanie własne

Termin i gęstość siewu jęczmienia jarego

Termin siewu jest jednym z głównych czynników agrotechnicznych. Uzyskanie wysokiego plonu i dobrej jakości browarnej ziarna jęczmienia jarego jest możliwe

przy wysiewie w optymalnym terminie (9, 11, 15, 20). Brakuje informacji o różnej reakcji najnowszych odmian jęczmienia jarego na opóźnienie terminu siewu wyrażonej cechami morfologicznymi roślin, plonem ziarna i cechami jakości ziarna. Częste przedłużanie się okresu trwania warunków zimowych wymusza stosowanie opóźnionych terminów siewu zbóż jarych. Należy porównać zbiórki plonów nowych odmian jęczmienia przy opóźnieniu terminu siewu w powiązaniu z cechami morfologicznymi roślin silnie wpływającymi na plon ziarna.

W najnowszych (niepublikowanych) doświadczeniach mikropoletkowych stwierdzono, że jęczmień jary plonował znacznie wyżej w warunkach wczesnego terminu siewu w porównaniu z późnym terminem siewu (tab. 3). Było to efektem lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin wysianych wcześniej i tym samym większej liczby kłosów na jednostce powierzchni, pomimo tendencji do większej liczby ziaren w kłosie w przypadku późnego terminu siewu. Nie stwierdzono wpływu opóźnionego terminu siewu na masę 1000 ziaren. Wypadanie roślin jęczmienia jarego w okresie wegetacji przy wczesnym terminie siewu wynosiło 5–6%, a przy późnym terminie siewu 8–11%. Poszczególne odmiany reagowały niejednakową zniżką plonu ziarna na opóźnienie terminu siewu. Znaczny spadek plonu ziarna wykazały odmiany Conchita i Mauritia. Słabszą ujemną reakcję pod względem plonu ziarna na opóźnienie terminu siewu stwierdzono u odmian Xanadu i Kormoran. Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego roślin zmniejszał się w warunkach opóźnienia terminu siewu, w największym stopniu u odmiany Conchita.

Tabela 3

Wpływ terminu siewu na cechy struktury plonu odmian jęczmienia jarego
(badanych w latach 2010–2011)

Odmiany	Termin siewu	Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego	Liczba ziaren w kłosie (szt.)	Masa 1000 ziaren (g)	Plon ziarna z 1 m ² (g)
Conchita	7–12 IV	3,46	17,9 a*	47,9 a	914 a
	17–22 IV	2,98	18,2 a	48,2 a	706 b
Kormoran	7–12 IV	3,71	18,1 a	48,3 a	866 a
	17–22 IV	3,50	17,0 a	49,4 a	798 b
Xanadu	7–12 IV	3,82	18,4 a	44,5 a	887 a
	17–22 IV	3,53	17,9 a	46,4 a	825 b
Mauritia	7–12 IV	3,67	17,2 a	45,4 a	848 a
	17–22 IV	3,28	17,6 a	47,1 a	759 b

* a, b – grupy jednorodne na podstawie testu Duncana

Źródło: opracowanie własne

Niejednakowa reakcja badanych odmian na termin siewu wyrażona plonem ziarna wiąże się ze zróżnicowaniem głównych cech, decydujących o wielkości plonu ziarna, pomiędzy odmianami (15, 21, 23). Wyżej plonujące odmiany przeważnie wytwarzały

większą od innych odmian liczbę kłosów na jednostce powierzchni i wykazywały większą tolerancyjność na opóźnienie terminu siewu. Spośród cech struktury plonu ziarna najsilniej dodatnio skorelowana z plonem jest bowiem liczba kłosów na jednostce powierzchni.

Zawartość białka i celność ziarna zmieniały się pod wpływem terminu siewu w (tab. 4). Stwierdzono zwiększenie zawartości białka w ziarnie badanych odmian przy opóźnieniu siewu. Celność ziarna badanych odmian wzrastała przy opóźnieniu siewu. Większą zwyzkę celności ziarna przy opóźnieniu siewu stwierdzono u odmiany Kormoran.

Tabela 4

Wpływ terminu siewu na cechy jakości ziarna odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Termin siewu	Zawartość białka (% s.m.)	Celność ziarna → 2,5mm (%)
Conchita	7–12 IV	9,9 b*	78 a
	17–22 IV	10,4 a	81 a
Kormoran	7–12 IV	10,0 b	80 b
	17–22 IV	10,5 a	85 a
Xanadu	7–12 IV	11,2 a	78 b
	17–22 IV	11,3 a	82 a
Mauritia	7–12 IV	11,0 b	81 a
	17–22 IV	11,8 a	84 a

* a, b – grupy jednorodne na podstawie testu Duncana

Źródło: opracowanie własne

Optymalny termin siewu jęczmienia jarego zależy głównie od długości trwania zimy i waha się w granicach od 20 marca do 10 kwietnia. W przypadku opóźnienia terminu siewu skraca się okres wegetacyjny jęczmienia; oddziaływanie na rośliny wydłużonego dnia i wyższej temperatury przyspiesza rozwój i dojrzewanie roślin, co przyczynia się do niżki plonu ziarna, głównie z powodu zmniejszenia rozkrzewienia produkcyjnego i liczby kłosów w łanie. Wielkość tej niżki plonu zależy od wielu czynników siedliskowo-agrotechnicznych wpływających na stopień rozkrzewienia roślin decydujący o różnej tolerancji na opóźnienie siewu w zależności od warunków ich uprawy. Im większa niżka plonu, tym większy wzrost zawartości białka w ziarnie, co obniża jakość słodowniczą ziarna. Dlatego jęczmień browarny powinien być wysiewany jak najwcześniej, przed innymi gatunkami zbóż uprawianymi na cele pastewne i konsumpcyjne, dla których wzrost zawartości białka w ziarnie nie jest niekorzystny.

Zróznicowanie cech pokrojowych odmian (w szczególności dotyczy to niejednorodnej zdolności do krzewienia się roślin) powoduje różną ich tolerancję na opóźnienie siewu. Niektóre odmiany – Xanadu, Kormoran, Sebastian, Granal, Żeglarz i Basza,

charakteryzują się mniejszymi zniżkami plonu przy wysiewie w terminie opóźnionym i można zalecać ich uprawę w sezonach z często występującym przedłużeniem zimy. Jest to spowodowane zachowaniem lepszej zdolności do rozkrzewienia produkcyjnego roślin w warunkach skróconego okresu ich krzewienia.

Ujemny wpływ opóźnienia siewu na plonowanie jęczmienia, spowodowany słabszym krzewieniem się roślin pod wpływem opóźnienia siewu i gorszym zwarciem łanu, można łagodzić zwiększeniem ilości wysiewu.

Przy wczesnym terminie siewu zboża jare spotykają się z silniejszą konkurencją chwastów, niż ze stwierdzoną przy późnym wysiewie. Spowodowane jest to niższą temperaturą występującą na przełomie marca i kwietnia, która nie sprzyja szybkim wschodom zbóż, zwłaszcza ciepłolubnego jęczmienia. W takich warunkach chwasty mogą wschodzić szybciej od jęczmienia, co wymusza stosowanie pielęgnacji mechanicznej (brona lekka) tuż przed jego wschodami, a następnie na początku krzewienia i w dalszej kolejności – stosowanie oprysku herbicydem.

Stwierdzono, że spośród czynników agrotechnicznych gęstość siewu najsilniej współdziała z innymi czynnikami agrotechnicznymi i siedliskowymi w aspekcie wpływu na plony jęczmienia (15, 22). Wiąże się to z zależnością optymalnej liczby kłosów w łanie od różnych czynników siedliskowo-agrotechnicznych. Liczba kłosów jest bowiem tym elementem struktury plonu ziarna, który jest najsilniej dodatnio powiązany z wielkością plonu. Jednak przy nadmiernym zagęszczeniu pędów produkcyjnych zbóż występują zjawiska ujemne, jak wyleganie roślin, porażenie ich przez choroby, zmniejszenie liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Możemy na to wpływać poprzez zastosowanie właściwej ilości wysiewu ziaren, przy uwzględnieniu zdolności odmian jęczmienia do rozkrzewienia produkcyjnego (5, 15, 17, 21, 27).

W badaniach własnych stwierdzono istotny wpływ gęstości siewu na plon ziarna i główne elementy jego struktury kilku odmian jęczmienia jarego (tab. 5). Wzrost plonu ziarna przy dużej gęstości siewu był efektem zwiększenia liczby kłosów na jednostce powierzchni wszystkich odmian (w największym stopniu u odmiany Mauritia). Masa ziarna z kłosa (średnio dla odmian) była istotnie wyższa przy małej gęstości siewu.

Stwierdzono niejednakowe zmiany zawartości białka w ziarnie poszczególnych odmian pod wpływem gęstości siewu (tab. 6). Nieistotne zróżnicowanie zawartości białka wystąpiło w ziarnie odmian Toucan i Mauritia, natomiast wzrost wartości tej cechy przy dużej gęstości siewu uzyskano u odmian Conchita i Kormoran. Dodatni wpływ dużej gęstości siewu na celność ziarna stwierdzono u odmian Toucan i Mauritia oraz średnio z odmian. Ujemny wpływ dużej gęstości siewu na masę 1000 ziaren stwierdzono u odmian Conchita i Kormoran.

Tabela 5

Wpływ gęstości siewu na plonowanie i elementy struktury plonu odmian jęczmienia jarego (2009–2011)

Odmiana	Gęstość siewu (liczba ziaren·m ⁻²)	Plon ziarna z 1 m ² (g)	Liczba kłosów z 1 m ²	Masa ziarna z kłosa (g)	Liczba ziaren w kłosie (szt.)
Toucan	250	622	792	0,79	19,8
	350	710	975	0,73	18,7
	450	771	1107	0,70	18,1
	średnio	701	958	0,74	18,9
Mauritia	250	632	698	0,90	19,3
	350	770	963	0,80	17,4
	450	863	1125	0,76	17,6
	średnio	755	929	0,82	18,1
Conchita	250	695	820	0,85	19,0
	350	880	1042	0,84	20,5
	450	972	1170	0,83	20,8
	średnio	850	1011	0,84	20,1
Kormoran	250	683	687	0,99	22,0
	350	847	939	0,94	21,6
	450	970	1004	0,96	23,1
	średnio	833	876	0,96	22,2
Średnio	250	657	749	0,88	20,1
	350	798	980	0,83	19,6
	450	898	1102	0,81	19,9
NIR _{0,05} dla gęstości siewu		62	76	0,05	r.n.
NIR _{0,05} dla odmian		58	72	0,07	1,4
NIR _{0,05} dla interakcji		71	r.n.	0,08	1,7

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6

Wpływ gęstości siewu na cechy jakościowe ziarna odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Gęstość siewu (liczba ziaren·m ²)	Zawartość białka (% s.m.)	Zawartość beta-glukanów w ziarnie (% s.m.)	Celność ziarna → 2,5mm (%)	MTZ (g)
Toucan	250	10,8	4,02	77	39,7
	350	11,0	4,07	84	39,0
	450	11,0	4,06	87	38,4
	średnio	10,9	4,04	83	39,0
Mauritia	250	10,8	3,84	81	46,7
	350	10,7	3,73	85	46,2
	450	11,1	3,93	90	43,5
	średnio	10,9	3,88	85	45,5

cd. tab. 6

Odmiana	Gęstość siewu (liczba ziaren · m ²)	Zawartość białka (% s.m.)	Zawartość beta-glukanów w ziarnie (% s.m.)	Celność ziarna → 2,5mm (%)	MTZ (g)
Conchita	250	11,5	4,03	80	44,6
	350	12,2	3,95	83	41,2
	450	12,6	3,97	86	39,8
	średnio	12,1	3,98	83	41,9
Kormoran	250	11,0	3,85	78	45,1
	350	11,3	3,77	81	43,5
	450	11,8	3,80	82	41,7
	średnio	11,4	3,81	80	43,4
Średnio	250	11,0	3,93	79	44,0
	350	11,3	3,88	83	42,4
	450	11,6	3,94	86	40,8

Źródło: opracowanie własne

Na glebach żyznych występuje silniejsze krzewienie roślin i bujniejszy ich wzrost niż w słabszych warunkach glebowych. W efekcie dobrego zaopatrzenia w składniki pokarmowe i wodę wzrasta możliwość wylegania (szczególnie wrażliwego na to zjawisko jęczmienia) w przypadku zbyt dużej obsady roślin. Nadmierne zagęszczenie ładu i słabe jego przewietrzenie sprzyjają nasileniu się porażenia zbóż przez choroby, które wraz z wyleganiem przyczyniają się do znacznych strat plonu ziarna. Uzasadnia to potrzebę rzadszego siewu jęczmienia na lepszych glebach (15, 16).

Odmiany różnią się wymaganiami co do normy wysiewu, z powodu niejednakowej tolerancji na wzajemne zacienianie się roślin, zdolności do krzewienia się i różnej odporności na wyleganie roślin. Gęściej należy wysiewać odmiany słabiej krzewiące się, o mniejszych wymaganiach świetlnych i odporniejsze na wyleganie i choroby (tab. 7) (15, 16, 17, 21).

Jęczmień jary powinien być wysiewany na głębokość około 3 cm, w rozstawie rzędów 10–15 cm.

Tabela 7

Normy wysiewu ziarna jęczmienia jarego browarnego (kg · ha⁻¹)

Odmiana	Termin siewu	Kompleks glebowo-rolniczy		
		pszenno bardzo dobry	pszenno dobry	żytni bardzo dobry
Afrodite, Aliciana, Basza, Blask, Binal, Kormoran, Nuevo Ser, KWS Orphelia, Serwal, Toucan, Żeglarz	27 III–3 IV	125–130*	130–136*	140–147*
	4 IV–10 IV	128–134	133–139	144–152

cd. tab. 7

Odmiana	Termin siewu	Kompleks glebowo-rolniczy		
		pszenny bardzo dobry	pszenny dobry	żytni bardzo dobry
Class, Conchita, Despina, Goodluck, Henrike, Mauritia, Nadek, Poldek, Ryton, Sebastian, Victoriana, Xanadu	27 III–3 IV	130–135	136–142	147–154
	4 IV–10 IV	134–140	140–146	152–160
Beatrix, Bordo, Granal, Gwarek, Jersey, Marthe, Olympic, Prestige, Signora, Stratus	27 III–3 IV	136–142	142–148	154–161
	4 IV–10 IV	141–147	147–154	160–167

Normy wysiewu obliczono przy uwzględnieniu masy 1000 ziaren – 45 g; w przypadku nasion o wyższej masie 1000 ziaren należy zwiększyć normę wysiewu o tyle, o ile jest wyższa MTZ

* górne granice przedziałów ilości wysiewu stosować w przypadku zmniejszonej zdolności kiełkowania ziaren i w warunkach gorszej kultury gleby. Dolne granice przedziałów stosować w warunkach dobrej kultury gleby i starannej uprawy roli.

Źródło: Noworolnik, 2010 (23)

Tabela 8

Zakres zwiększania (+ %) lub zmniejszania (– %) normy wysiewu jęczmienia jarego w zależności od różnych warunków siedliskowych i czynników agrotechnicznych

Warunki siedliskowe i agrotechniczne	Mniejsze ujemne oddziaływanie czynnika	Większe ujemne oddziaływanie czynnika
Kwaśny odczyn gleby	+ (3–5%)	+ (6–7%)
Opóźniony termin siewu	+ (2–4%)	+ (5–8%)
Mało staranna uprawa roli	+ (3–5%)	+ (6–7%)
Duże zachwaszczenie pola	+ (2–3%)	+ (4–5%)
Duże nasilenie chorób w rejonie	– (2–3%)	– (4–6%)
Rejon o klimacie sprzyjającym wyleganiu roślin	– (1–3%)	– (4–6%)

Źródło: Noworolnik, 2010 (23)

Wpływ wybranych herbicydów na plonowanie i jakość browarną ziarna odmian jęczmienia jarego

Jęczmień jary jest gatunkiem o małej konkurencyjności wobec chwastów, ze względu na krótkie pędy. Ważnym czynnikiem agrotechnicznym jest więc chemiczna ochrona roślin. Ograniczenie zachwaszczenia ładu jęczmienia wskutek stosowania herbicydów wpływa dodatnio na jego plon, dzięki zmniejszeniu konkurencji o wodę i składniki pokarmowe. Różne herbicydy mogą niejednakowo wpływać na wartość browarną ziarna i słodu (23, 25, 29). Niektóre herbicydy (Logran Extra 62WG, Segal 65WG) w doświadczeniach polowych (29) wpływały ujemnie na niektóre cechy słodu, ale większość z nich oddziaływało neutralnie.

Celem nowych badań (2008–2009) było określenie wpływu herbicydów: Aminopielik D 450 SL (2,4-D, dikamba), Chwastox Turbo 340 SL (MCPA, dikamba) i Granstar 75 WG (tribenuron metylowy) + Trend 90 EC (adiuwant) na zachwaszczenie, plonowanie, cechy struktury plonu i jakości ziarna trzech browarnych odmian jęczmienia jarego (19). Stwierdzono dodatni wpływ stosowanych herbicydów na plon ziarna wszystkich badanych odmian jęczmienia jarego wskutek ograniczenia zachwaszczenia (tab. 9), a także dodatni wpływ herbicydów na liczbę kłosów jęczmienia na jednostce powierzchni, w związku ze zmniejszeniem wypadania roślin w okresie wegetacji i zwiększeniem stopnia ich rozkrzewienia produkcyjnego. Herbicydy wpłynęły także dodatnio na liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren badanych odmian jęczmienia jarego. Zawartość białka ogólnego w ziarnie była mało zróżnicowana, a jedynie w przypadku herbicydu Granstar 75 WG i odmiany Basza była istotnie wyższa w stosunku do obiektu kontrolnego. Wzrost celności ziarna odmian jęczmienia jarego pod wpływem stosowanych herbicydów miał charakter tendencji. Zwiększenie zawartości białka ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego z reguły pogarsza jego wartość browarną, natomiast wzrost celności ziarna wpływa dodatnio na cechy słodu (25, 29).

Tabela 9

Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Herbicyd	Plon ziarna (t·ha ⁻¹)	Liczba kłosów na 1 m ² (szt.)	Zawartość białka (% s.m.)	Celność ziarna (%)
Basza	Aminopielik D 450	7,24	778	12,0	87
	Chwastox Turbo 340	7,25	767	11,9	88
	Granstar 75 WG	7,18	772	12,2	86
	Obiekt kontrolny	6,78	741	11,5	84
Blask	Aminopielik D 450	7,15	776	12,6	85
	Chwastox Turbo 340	7,30	773	12,3	84
	Granstar 75 WG	7,09	769	12,6	85
	Obiekt kontrolny	6,65	735	12,1	82
Granal	Aminopielik D 450	6,70	750	13,0	91
	Chwastox Turbo 340	6,68	742	13,2	90
	Granstar 75 WG	6,64	746	13,3	88
	Obiekt kontrolny	5,97	715	12,9	86
NIR (0,05)		0,36	28	0,47	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Noworolnik, 2010 (19)

Stwierdzono istotną zmienność ekstraktywności słodu (najważniejszego parametru jakości browarnej ziarna) pod wpływem herbicydów. Obserwowano wyższą wartość tej cechy w przypadku niestosowania herbicydów. Spośród odmian wyższą ekstraktywnością charakteryzowały się Basza i Blask (tab. 10). Badane herbicydy wpływały istotnie na liczbę Kolbacha uwzględnionych odmian, z wyjątkiem odmiany Granal.

Zwiększenie wartości tej cechy stwierdzono na obiekcie kontrolnym u odmiany Basza. Siła diastatyczna wszystkich odmian była istotnie wyższa na obiektach herbicydowych u odmiany Basza. Nie stwierdzono istotnego wpływu herbicydów na wskaźnik Q, a ponadto na lepkość brzezki, stopień ostatecznego odfermentowania brzezki i energię kiełkowania po 72 h. Retardanty mogą ujemnie wpływać na niektóre cechy jakości słodu (2, 11), więc nie zaleca się ich stosowania w uprawie jęczmienia browarnego, zwłaszcza że sprzyjają temu niskie dawki azotu praktykowane w jego uprawie.

Tabela 10

Wpływ herbicydów na podstawowe cechy jakości słodu odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Herbicyd	Ekstraktywność słodu (%)	Liczba Kolbacha (%)	Siła diastatyczna (j. W-K)	Wskaźnik Q
Basza	Aminopielik D 450	83,8 ab*	46,1 ab	343 b	6,25 a
	Chwastox Turbo 340	84,0 ab	46,5 ab	340 b	6,15 a
	Granstar 75 WG	83,4 a	45,4 a	348 b	6,16 a
	Kontrola	84,9 b	47,6 b	302 a	6,27 a
Blask	Aminopielik D 450	83,0 a	42,5 a	277 a	6,15 a
	Chwastox Turbo 340	83,3 ab	43,0 ab	301 b	6,08 a
	Granstar 75 WG	83,1 a	43,7 ab	287 ab	6,06 a
	Kontrola	84,2 b	44,5 b	302 b	6,13 a
Granal	Aminopielik D 450	80,7 a	42,0 a	353 a	6,20 a
	Chwastox Turbo 340	81,0 a	42,7 a	342 a	6,12 a
	Granstar 75 WG	81,3 ab	42,3 a	343 a	6,15 a
	Kontrola	82,5 b	43,2 a	357 a	6,20 a

* a, b – grupy jednorodne na podstawie testu Duncana

Źródło: opracowanie własne (19)

Wpływ fungicydów na plonowanie i jakość browarną ziarna jęczmienia jarego

Jęczmień jary jest gatunkiem często porażanym przez różne patogeny, które stwarzają zagrożenie dla jego plonowania (7, 14, 24). Różne fungicydy mogą niejednokrotnie wpływać na niektóre cechy struktury plonu i jakości ziarna browarnych odmian jęczmienia. Celem najnowszych badań w tym zakresie było określenie wpływu wybranych fungicydów: Amistar 250 SC i Prosaro 250 EC (w latach 2008–2009) oraz Alert 375 SC, Artea 330 EC i Capalo 337 SE (w latach 2010–2011) na plonowanie, cechy struktury plonu i cechy jakości ziarna kilku browarnych odmian jęczmienia jarego (18, 24).

Stwierdzono dodatni wpływ fungicydów na ograniczenie chorób w łanie i plonowanie jęczmienia (26, 27). W nowszych badaniach (24) fungicydy (zwłaszcza Prosaro 250 EC) wpłynęły dodatnio na liczbę ziaren w kłosie, masę 1000 ziaren i plon badanych odmian jęczmienia. Niższą liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren jęczmienia jarego na obiekcie kontrolnym można tłumaczyć zmniejszeniem powierzchni asymilacyjnej

roślin wskutek większego nasilenia chorób. Zawartość białka ogólnego w ziarnie była mało zróżnicowana. Badane fungicydy wpływały na niektóre cechy jakości browarnej ziarna jęczmienia. Większe zróżnicowanie wyników w obrębie fungicydów i odmian dotyczyło 4 parametrów jakości browarnej ziarna: ekstraktywności słodu, Liczby Kolbacha, siły diastatycznej i zawartości białka rozpuszczalnego w brzeczce (tab. 11, dane niepublikowane). Zróżnicowanie pozostałych cech było niewielkie. Nie stwierdzono istotnej zmienności ekstraktywności słodu (najważniejszego parametru jakości browarnej ziarna) pod wpływem fungicydów. Obserwowano jedynie tendencję do wyższej wartości tej cechy w przypadku stosowania fungicydu Amistar 250 SC u odmiany Blask. Zwiększenie liczby Kolbacha pod wpływem fungicydu Amistar 250 SC stwierdzono u odmian Blask i Granal, a pod wpływem fungicydu Prosaro 250 EC u odmiany Basza. Siła diastatyczna wszystkich odmian była istotnie wyższa na obiekcie z Prosaro 250 EC w porównaniu z obiektem kontrolnym. Istotnie niższą zawartość białka rozpuszczalnego w brzeczce stwierdzono na obiekcie kontrolnym, a jedynie w przypadku odmiany Blask zróżnicowanie to było niewielkie. Reasumując, stosowane fungicydy Amistar 250 SC i Prosaro 250 EC nie wpłynęły negatywnie na ogólną jakość browarną ziarna odmian jęczmienia jarego (Basza, Blask, Granal i Nadek).

Tabela 11

Wpływ fungicydów na podstawowe cechy jakości słodu 4 odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Fungicyd	Ekstraktywność słodu (%)	Liczba Kolbacha (%)	Siła diastatyczna (j. W-K)	Zawartość białka rozpuszczalnego (% s.m.)
Basza	Amistar 250 SC	84,0 a*	47,9 ab	342 ab	5,42 a
	Prosaro 250 EC	84,1 a	48,5 a	354 a	5,38 a
	Kontrola	83,2 a	45,8 b	326 b	5,06 b
Blask	Amistar 250 SC	83,4 a	48,1 a	240 ab	5,13 a
	Prosaro 250 EC	82,5 a	45,9 ab	264 a	5,15 a
	Kontrola	82,3 a	45,2 b	231 b	4,92 a
Granal	Amistar 250 SC	81,2 a	47,8 a	328 ab	5,44 a
	Prosaro 250 EC	81,5 a	47,2 ab	350 a	5,52 a
	Kontrola	80,7 a	45,9 b	316 b	5,14 b
Nadek	Amistar 250 SC	80,8 a	44,6 a	231 b	5,08 a
	Prosaro 250 EC	80,3 a	44,1 a	260 a	4,95 ab
	Kontrola	80,0 a	43,9 a	225 b	4,76 b

* a, b – grupy jednorodne na podstawie testu Duncan

Źródło: opracowanie własne

Badane fungicydy w drugim doświadczeniu (2010–2011) wpłynęły dodatnio na plon ziarna, liczbę ziaren w kłosie, a zwłaszcza na masę 1000 ziaren wszystkich odmian jęczmienia jarego (18). Podobne wyniki uzyskano w doświadczeniach P e c i o

(25), w których wyższa plonu jęczmienia jarego pod wpływem stosowania fungicydów była efektem zwiększenia liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren, dzięki znacznemu ograniczeniu porażenia chorobami. Wyższą zawartością białka ogólnego w ziarnie cechowała się odmiana Conchita (tab. 12). Istotny wzrost zawartości białka przy stosowaniu fungicydów Alert 375 SC i Artea 330 EC w porównaniu z obiektem kontrolnym stwierdzono w ziarnie odmiany Sebastian, a tendencję do takiego wzrostu obserwowano u odmiany Conchita. Wzrost zawartości białka ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego pod wpływem fungicydów stwierdzili K r a s k a i P a ł y s (8).

Celność ziarna zależała od fungicydów, jak również od odmian (tab. 13). Większą wartością tej cechy charakteryzowała się odmiana Conchita w porównaniu z odmianą Sebastian. Istotny wzrost celności ziarna pod wpływem fungicydów Alert 375 SC i Capalo 337,5 SE uzyskano u odmiany Sebastian. Odmiana Mauritia wykazała wyższą celność ziarna na obiekcie z fungicydem Capalo 337,5 SE w porównaniu z obiektem kontrolnym. Nieistotny wpływ fungicydów na zawartość białka w ziarnie i celność ziarna jęczmienia jarego stwierdzono w badaniach N a r k i e w i c z - J o d k o i i n. (14).

Tabela 12

Wpływ fungicydów na zawartość białka w ziarnie (% s.m.) czterech odmian jęczmienia jarego

Fungicyd	Conchita	Mauritia	Sebastian	Średnio
Alert 375 SC	11,4	10,7	11,1	11,1
Artea 330 EC	11,5	10,4	11,1	11,0
Capalo 337,5 SE	11,3	10,3	10,6	10,7
kontrola	11,0	10,6	10,4	11,1
Średnio	11,3	10,5	10,8	-
NIR (0,05) dla: fungicydów – r.n., odmian – 0,5; interakcji – 0,6				

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: opracowanie własne (18)

Tabela 13

Wpływ fungicydów na celność ziarna (%) czterech odmian jęczmienia jarego

Fungicyd	Conchita	Mauritia	Sebastian	Średnio
Alert 375 SC	91	89	86	89
Artea 330 EC	91	88	85	88
Capalo 337,5 SE	93	91	87	90
kontrola	89	83	78	83
Średnio	91	88	84	-
NIR (0,05) dla: fungicydów – 5,4, odmian – 5,8; interakcji – 7,0				

Źródło: opracowanie własne (18)

Podsumowanie

Poszczególne czynniki agrotechniczne i warunki siedliskowe wpływają różnorodnie na plonowanie i jakość browarną ziarna jęczmienia jarego. Warunki sprzyjające uzyskaniu wysokiego plonu ziarna są na ogół korzystne dla wartości browarnej, ze względu na ujemną korelację plonu z zawartością białka w ziarnie. Wiele czynników agrotechnicznych wpływa dodatnio zarówno na plon ziarna, jak i na jakość browarną ziarna jęczmienia jarego. Wśród nich należy wymienić: właściwy przedplon, nawożenie fosforem i potasem, wczesny termin siewu, uprawę roli i pielęgnację mechaniczną. Stosowanie optimum w zakresie wymienionych czynników sprzyja uzyskaniu wysokiego plonu ziarna przy stosunkowo niskiej zawartości białka w ziarnie. Inne czynniki – fungicydy, optymalne gęstości siewu, dodatnio wpływają na plon ziarna, ale nie modyfikują znacząco jego wartości browarnej. Natomiast podwyższanie dawki azotu, stosowanie niektórych herbicydów, generując wzrost plonu, mogą pogarszać niektóre cechy browarne ziarna i słodu. Na zmniejszenie zarówno plonu ziarna, jak i jego jakości browarnej wpływa zachwaszczenie łąn i nasilenie chorób.

Literatura

1. B i c h o Ń s k i A.: Zmienność i współzależność wybranych cech technologicznych jęczmienia jarego browarnego. Biul. IHAR, 2003, **228**: 105-110.
2. B u d z y Ń s k i W.: Jęczmień browarny. Rynki i technologie produkcji roślin. Wieś Jutra, 2005, Warszawa, 171-181.
3. COBORU.: Lista opisowa odmian. Rośliny zbożowe, 2013, ss. 174.
4. D u d a s F.: Effect of cultivation on the quality of malting barley and malt. Acta Univ. Agric. Fakul. Agron., 1994, **42(1-2)**: 137-147.
5. J e d e l P.E., H e l m J.H.: Agronomic response to seeding rate of two- and six-rowed barley cultivars. Can. J. Plant Sci., 1995, **75(2)**: 315-320.
6. K l o c k i e w i c z - K a m i Ń s k a E.: Metoda oceny wartości browarnej i klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia. Wiad. Odmianoznawcze, 2005, **80**: 1-17.
7. K o r b a s M., H o r o s z k i e w i c z - J a n k a J.: Wpływ ochrony roślin na jakość plonu zbóż. Wieś Jutra, 2007, **4(105)**: 29-32.
8. K r a s k a P., P a ł y s E.: Wpływ poziomów nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej oraz systemów uprawy roli na zawartość i plon białka ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego i żyta ozimego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2005, **45(2)**: 810-812.
9. K u k u ł a S., P e c i o A.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plon i jakość ziarna browarnych odmian jęczmienia jarego. Pam. Puł., 1998, **113**: 53-60.
10. K u n z e W. 1999. Technologia piwa i słodu. Piwochmiel Spółka z o.o. Warszawa.
11. L a u e r J.G., P a r t r i d g e J.R.: Planting date and nitrogen effect of spring malting barley. Agron. J., 1990, **82(6)**: 1083-1088.
12. L i s z e w s k i M.: Wpływ przedplonu na plonowanie jęczmienia jarego. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 1998, **347**: 235-242.
13. L i s z e w s k i M.: Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną jęczmienia odmian Rudzik i Brenda. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 2001, **407**: 91-100.

14. Narkiewicz-Jodko M., Mularczyk A., Urban M.: Wpływ fungicydów na jakość i zdrowotność ziarna jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2008, **48(1)**: 237-245.
15. Noworolnik K.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. *Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG*, 2003, **8**: 1-66.
16. Noworolnik K.: Kształtowanie jakości ziarna jęczmienia jarego browarnego poprzez zabiegi agrotechniczne. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2007, **9**: 65-75.
17. Noworolnik K.: Plonowanie i zawartość białka w ziarnie browarnych odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu. *Fragm. Agron.*, 2008, **98**: 53-60.
18. Noworolnik K.: Wpływ wybranych fungicydów na jakość browarną ziarna odmian jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2011, **51(1)**: 515-518.
19. Noworolnik K.: Wpływ wybranych herbicydów na plonowanie i zachwaszczenie odmian jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2010, **50(1)**: 313-316.
20. Noworolnik K.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 2010, **152**: 191-198.
21. Noworolnik K.: Effect of sowing rate on yielding and grain quality of new cultivars of spring barley. *Polish J. Agron.*, 2010, **3**: 20-23.
22. Noworolnik K.: Podstawy technologii produkcji jęczmienia browarnego. *Wiś Jutra*, 2010, **4(141)**: 23-24.
23. Noworolnik K.: Uprawa jęczmienia jarego na cele piwowarskie. *Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB*, 2010, **169**: 1-38.
24. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Wpływ wybranych fungicydów na plonowanie kilku odmian jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2011, **51(2)**.
25. Pecio A.: Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.*, 2002, **76**: 4-112.
26. Pecio A., Bichoński A.: Plon i jakość browarna ziarna jęczmienia jarego w zależności od sposobu ochrony roślin przed chorobami. *Biul. IHAR*, 2003, **230**: 317-326.
27. Pecio A., Bichoński A., Ptasińska Z.: Wpływ chemicznej ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na wartość browarną ziarna jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, 2000, **67**: 42-52.
28. Praca zbiorowa pod red. H. Gąsiorowskiego. *Jęczmień – chemia i technologia*. PWRiL Warszawa, 1997, ss. 282.
29. Urban M.: Ocena wpływu herbicydów na plon, jakość ziarna i słołów odmian jęczmienia jarego i ozimego. *Rozprawy Naukowe IOR*, 2007, **16**: 1-58.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 208
e-mail: knoworolnik@iung.pulawy.pl

Jerzy Grabiński

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

WARUNKI GLEBOWE I AGROTECHNIKA W KSZTAŁTOWANIU WYSOKOŚCI I JAKOŚCI PLONÓW ŻYTA OZIMEGO*

Słowa kluczowe: żyto ozime, agrotechnika, odmiany, wymagania glebowe, nawożenie, ochrona, plonowanie, jakość ziarna

Wstęp

Polska jest od wielu lat liczącym się na świecie producentem żyta. W roku 2012 udział naszego kraju w światowych zbiorach tego gatunku wynosił 19,7 % (11). Duże zainteresowanie uprawą żyta w Polsce wynika ze znacznego udziału gleb bardzo lekkich i lekkich charakteryzujących się niskim pH, niską zawartością składników pokarmowych i małą pojemnością wodną (18). Niewiele jest gatunków, które można w takich warunkach uprawiać i osiągać przy tym dobre efekty produkcyjne, ale na pewno można do nich zaliczyć żyto (47). Ze względów rynkowych areał jego uprawy w Polsce od kilkadziesiąt lat systematycznie maleje, ale mimo to ciągle jest ono u nas jednym z najważniejszych gatunków zbóż. Jak wynika z danych GUS, w 2013 r. żyto uprawiano w naszym kraju na powierzchni prawie 1,2 mln ha, co stanowiło 17,4% ogólnej powierzchni obsianej zbożami. Celem artykułu jest określenie uwarunkowań produkcyjnych ziarna żyta na podstawie literatury. Porządek omawiania w pracy kolejnych zagadnień jest zbieżny ze stosowanym w instrukcjach technologii produkcji poszczególnych gatunków roślin uprawnych opracowywanych w IUNG-PIB.

Warunki glebowe

Jakość gleb jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o poziomie uzyskiwanych plonów roślin uprawnych. Dotyczy to także zbóż, które w tym względzie są grupą bardzo zróżnicowaną (36). Doskonale pokazują to przeprowadzone

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

w latach 80. XX wieku badania W i t k a (53) (tab. 1), z których wynika, że na glebach słabych żyto jest gatunkiem najwyższej plonującym.

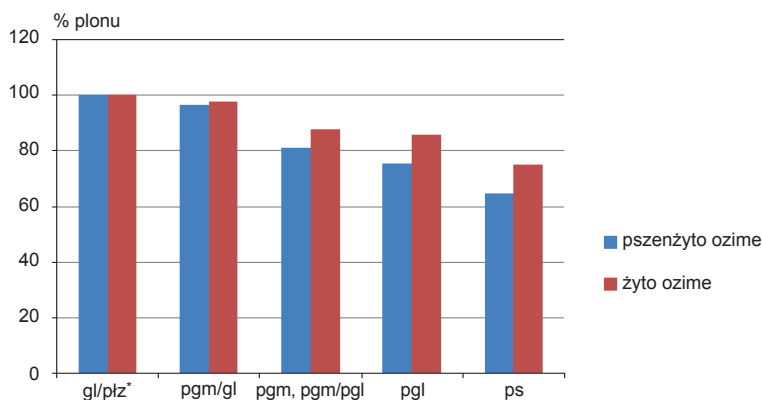
Tabela 1

Plony zbóż na glebach różnych kompleksów glebowych

Kompleks glebowo-rolniczy	Pszenna ozima	Żyto	Jęczmień	Owies
Pszenny bardzo dobry	5,4	4,7	5,4	4,7
Pszenny dobry	5,2	4,4	5,0	4,6
Pszenny wadliwy	4,4	3,4	3,9	2,9
Żytni bardzo dobry	4,3	4,5	4,5	4,2
Żytni dobry	3,4	4,1	4,0	3,7
Żytni słaby	-	3,1	2,7	2,8
Żytni bardzo słaby	-	2,3	-	-
Zbożowo-pastewny mocny	4,1	2,9	-	4,2
Zbożowo-pastewny słaby	-	4,5	2,7	2,9

Źródło: Witek, 1992 (53)

O tym, że żyto reaguje stosunkowo małą obniżką plonu w miarę pogarszania się warunków glebowych świadczą też nowsze badania Noworolnika (40), które przeprowadzono w oparciu o doświadczenia polowe, (ściśle) statyczne, zakładane przez działy doświadczalnictwa terenowego wojewódzkich ośrodków postępu rolniczego w latach 1989–2002. Wymienione badania wykazały, że plony żyta na glebach najsłabszych zaliczanych do piasków słabogliniastych były niższe niż na glinie lekkiej o 24%. W przypadku drugiego z uwzględnionych w badaniach gatunków – pszenżyta, różnica w plonowaniu na wymienionych glebach była wyraźnie wyższa i sięgała aż 35% (rys. 1).

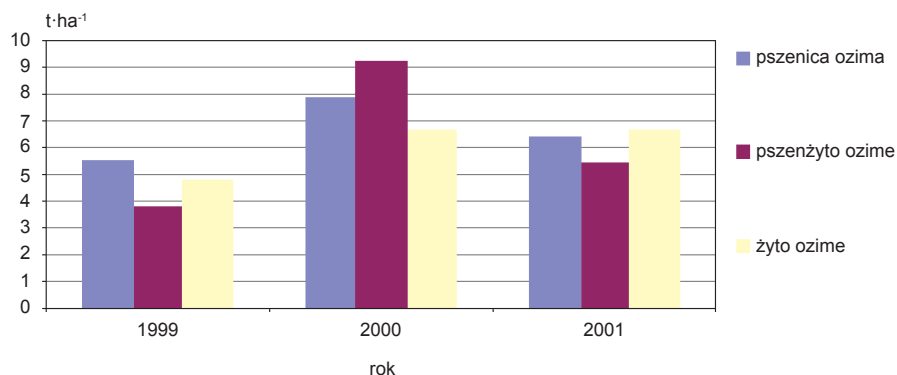


* gl/plz – gliny lekkie całkowite lub pyły zwykłe; pgm/gl – piaski gliniaste mocne położone na glinach lekkich; pgm,pgm/pgl – piaski gliniaste mocne całkowite lub położone na piaskach gliniastych lekkich; pgl – piaski gliniaste lekkie całkowite; ps – piaski słabogliniaste

Rys. 1. Plony relatywne ziarna pszenżyta ozimego i żyta ozimego w zależności od warunków glebowych (za 100% przyjęto plonowanie danego gatunku na glinie lekkiej na podłożu pylastym)

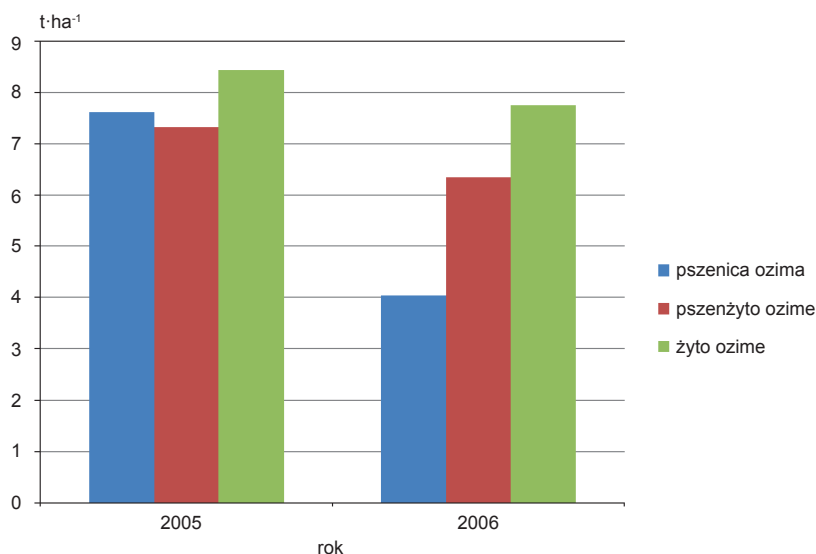
Źródło: obliczenia własne na podstawie Noworolnik, 2009 (40)

Dobre przystosowanie żyta do niekorzystnych warunków, typowych dla gleb lekkich, nie oznacza, że gatunek ten nie nadaje się do uprawy na glebach lepszych, zaliczanych do kompleksów pszennych. Jak wykazały badania, na takich glebach żyto nie ustępuje plennością innym gatunkom zbóż ozimych (rys. 2), a mieszańcowe formy mogą je nawet pod tym względem przewyższać (rys. 3).



Rys. 2. Plonowanie gatunków zbóż ozimych w Stacji Doświadczalnej Osiny w latach 1999–2001
(żyto reprezentowane przez odmiany populacyjne)

Źródło: opracowanie własne

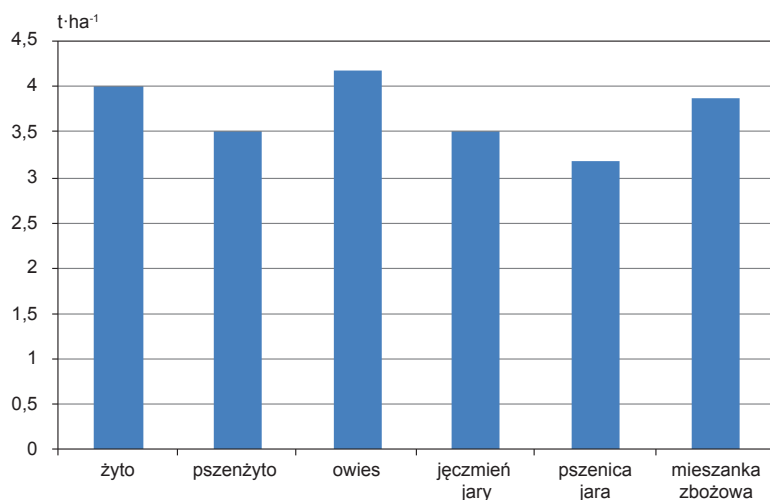


Rys. 3. Plonowanie gatunków zbóż ozimych w Stacji Doświadczalnej Osiny w latach 2005–2006
(żyto reprezentowane przez odmiany mieszańcowe)

Źródło: opracowanie własne

Przedplon

Najlepszymi przedplonami dla żyta, podobnie jak dla innych gatunków zbóż, są rośliny strączkowe na zielonkę i na nasiona oraz rośliny okopowe (22). Areal uprawy tych roślin w Polsce jest jednak obecnie bardzo mały, a poza tym, jeśli już takie rośliny są uprawiane w danym gospodarstwie, to po nich wysiewa się raczej pszenicę, a dla żyta przypada ostatnie miejsce w rotacji. Po zbożach plon ziarna żyta jest o około 10% niższy niż po roślinach nie zbożowych, a w przypadku jego uprawy po sobie przez szereg lat spadki plonu mogą przekraczać nawet 15%. Jak wykazały badania przeprowadzone przez Dworakowskiego (10) reakcja żyta na przedplon zbożowy była słabsza niż pszenicy, jęczmienia czy pszenżyta (rys. 4).



Rys. 4. Plonowanie zbóż ozimych i jarych w stanowisku po zbożach

Źródło: Dworakowski, 2000 (10)

Niektóre badania wskazują, że w określonych warunkach wpływ przedplonu na plonowanie żyta może być bardzo silny (54). W badaniach Wojciechowskiego (55) średnio najwyższe plony żyta osiągnięto przy zmianowaniu: ziemniaki na oborniku-owies-groch-żyto, natomiast w przypadku gdy żyto było uprawiane naprzemiennie z owsem, plony pierwszego z wymienionych gatunków były aż o 37% niższe. W tym samym doświadczeniu żyto uprawiane po życie dawało plony o ponad 50% niższe.

Głównym zagrożeniem dla zasiewów monokulturowych żyta jest wzrost zachwaszczenia w wyniku przerzedzenia ładu oraz mniejszej konkurencyjności roślin (9, 46, 57).

Uprawa roli

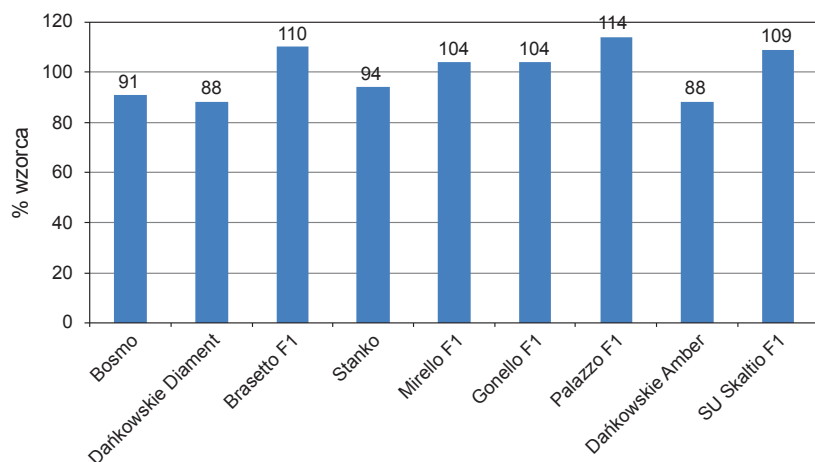
Uprawa roli kształtuje właściwości gleby, zachwaszczenie łąnów oraz zdrowotność roślin (29). Dlatego też we wszystkich podręcznikach do szczegółowej uprawy podkreśla się duże znaczenie w technologiach produkcji dobrego przygotowania roli do siewu. Niezależnie od tego już od kilku dekad – a w ostatnich latach szczególnie intensywnie – coraz powszechniejsze jest stosowanie w praktyce ograniczeń w zakresie intensywności uprawy roli. Limitacja uprawy może przyczynić się do pewnych pozytywnych zmian w glebie, a w szczególności związanych z poprawą zwięzłości gleby i jej porowatości, a także wilgotności w warstwie ornej. Poza tym daje możliwość ograniczenia kosztów realizacji technologii (15). Jednym z najważniejszych problemów ujawniających się po zmniejszeniu intensywności uprawy jest wzrost zachwaszczenia uprawianej rośliny. W badaniach Pa r y l a k i O l i w y (42) spłycenie orki siewnej lub zastąpienie jej bronowaniem powodowało wzrost zachwaszczenia żyta o ponad 30%. K r a s k a i P a ł y s (31), uprawiając żyto w zmianowaniu trójpolowym, uzyskali w obiektach z bezorkowym systemem uprawy roli zwiększenie ilości chwastów jednoliściennych oraz *Matricaria maritima*, *Geranium pusillum* oraz *Stelaria media*. Trzeba tutaj nadmienić, że wzrost zachwaszczenia w wyniku ograniczeń w uprawie nie ma charakteru postępującego, ale dotyczy tylko momentu wprowadzania takich systemów na danym polu, na co wskazuje K o r d a s (30). Uproszczenia w uprawie roli mogą prowadzić także do wzrostu porażenia chorobami podstawy źdźbła i korzeni (2). S z c z y g i e l s k i i S n a r s k a (51) łączą ten fakt ze zwiększonym zachwaszczeniem, co potwierdziły także badania G o ł ę b i o w s k i e j i in. (15).

Wyniki badań dotyczące wpływu ograniczeń w zakresie uprawy roli na plonowanie zbóż są zróżnicowane. Można je podsumować stwierdzeniem, że ograniczenia w zakresie uprawy roli nie muszą prowadzić do istotnego spadku plonu ziarna żyta. W badaniach P i s k i e r i S ł a w i Ń s k i e g o (44) na glebie określonej jako piasek gliniasty mocny porównywano reakcję żyta hybrydowego na zastosowanie systemu orkowego i bezorkowego. Przy obu systemach uzyskiwano podobną obsadę kłosów na jednostce powierzchni oraz plon ziarna z kłosa. Tym samym różnice w zakresie plonu ziarna również były nieistotne. Wyniki te wskazują, że żyto podobnie jak inne gatunki zbóż może być uprawiane w systemach bezorkowych.

Wybór odmiany

Tak jak w przypadku innych gatunków roślin uprawnych bardzo duże znaczenie w kształtowaniu plonu ziarna żyta i jego jakości odgrywa odmiana. W literaturze jest bardzo wiele wyników badań potwierdzających ten fakt. Największym zbiorem informacji o odmianach roślin uprawnych dysponuje Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych. Według danych tej instytucji udostępnionych na stronie

internetowej (www.coboru.pl) w roku 2013 na ziarno było zarejestrowanych 37 odmian żyta, w tym 19 populacyjnych, 16 mieszańcowych i 2 syntetyczne. Odmiany różnią się między sobą wieloma cechami biologicznymi decydującymi o ich produkcyjności w określonych warunkach agrotechniki i środowiska, a w szczególności w zakresie odporności na najważniejsze dla żyta choroby: pleśń śniegową, rdzę brunatną i mączniaka prawdziwego. Jest to przyczyną często bardzo dużej różnicy w poziomie uzyskiwanych plonów (rys. 5).



Rys. 5. Plonowanie odmian żyta w województwie lubelskim w latach 2011–2013

Źródło: Czajka i in., 2013 (8)

Oprócz działań rejestracyjnych COBORU nadzoruje prace związane z Porejestrowym Doświadczalnictwem Odmianowym, których celem jest określanie przydatności zarejestrowanych odmian roślin uprawnych dla poszczególnych regionów – województw. Efektem tych działań są Listy Odmian Zalecanych. Odmiany żyta znajdujące się w poszczególnych województwach na tych listach pokazuje tabela 2.

Tabela 2

Odmiany wpisane na Listy Odmian Zalecanych na obszarze poszczególnych województw (na podstawie www.coboru.pl)

Odmiana	Dolnośląskie	Kujawsko-Pomorskie	Lubelskie	Lubuskie	Łódzkie	Małopolskie	Mazowieckie	Opolskie	Podkarpackie	Podlaskie	Pomorskie	Śląskie	Świętokrzyskie	Warmińsko-Mazurskie	Wielkopolskie	Zachodniopomorskie
Roztockie									2005							
Dankowskie Diament	2008 ¹	2008	2008	2010	2010		2008	2008	2008	2008	2008	2008	2012	2008		2009
Brazetto	2012	2012	2012	2012	2012		2011		2012		2012	2011	2012	2012	2012	
Palazzo	2012	2011	2013	2012	2011		2011	2011		2012	2012	2012	2012	2012	2012	2013
Stanko		2012	2010	2013	2010		2010		2010	2010	2010	2010	2012	2010	2010	2011
Domir				2012	2011			2011	2010	2011		2012	2011			
Gonello	2012		2012					2011		2012		2012			2012	2012
Visello					2010		2010	2009	2010					2010		2010
Minello	2011	2012		2010											2012	2011
Bosmo			2008	2011					2005				2012			
Daran				2010							2012		2012	2008		
Bellami			2011				2011						2012			
Herakles										2010			2012			
Balistic							2010						2012			
Dankowskie Amber		2013			2012					2013			2013*			
Dankowskie Złote									2005							
Stach				2012												
SU Skaltio			2013	2013			2013						2013	2013	2013	
SU Drive					2013*								2013*			
Armand											2013		2013*			
Horyzo												2013*				

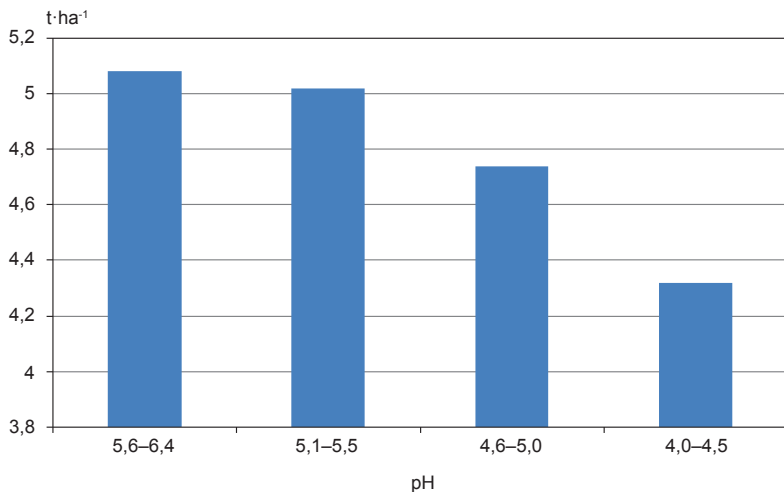
¹ rok wpisania na LZO; * wstępna rekomendacja na LZO

Źródło: Lista zalecanych odmian... (34)

Sporym problemem w przypadku żyta jest sporysz, co uwydatnia się w latach o zwiększonych opadach w czasie kwitnienia, kiedy to ilość pyłku może być niewystarczająca do dobrego zapylenia. Największą odpornością na tę chorobę spośród odmian populacyjnych wykazuje odmiana Dańkowskie Złote, a spośród odmian mieszańcowych Minello i Visello (33). Dla zmniejszenia porażenia sporyszem odmian heterozyjnych firma KWS-LOCHOW opracowała technologię „Pollen Plus”. Odmiany wyprodukowane w tej technologii wytwarzają zwiększoną ilość pyłku i tym samym są mniej podatne na wymienioną chorobę.

Nawożenie

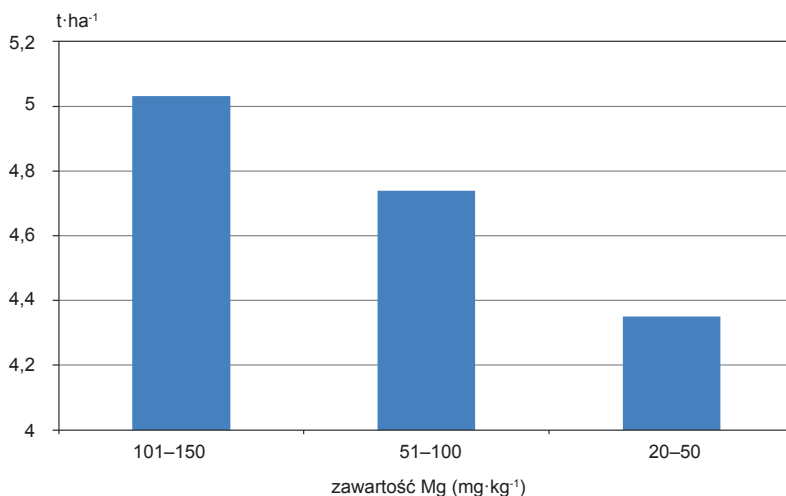
Podstawowym warunkiem dobrej efektywności zastosowanych nawozów jest odpowiedni poziom pH gleby. Żyto należy do gatunków stosunkowo najlepiej znoszących niskie pH, ale także ono reaguje znacznymi obniżeniami plonu w przypadku, gdy ten parametr jakości gleby nie jest odpowiedni (rys. 6). Bardzo niski poziom pH może być przyczyną dużych zaburzeń w pobieraniu podstawowych dla prawidłowego rozwoju składników magnezu, fosforu czy potasu. Dlatego też, jak twierdzi Filip i Badora (12), można w takich warunkach zauważyć na roślinach żyta objawy niedoboru wymienionych pierwiastków. Ci sami autorzy (12) twierdzą, że obniżone pH gleby skutkuje zwiększonym pobieraniem manganu.



Rys. 6. Wpływ pH gleby na plonowanie żyta ozimego

Źródło: Noworolnik, 2009 (40)

Z badań Noworolnika (40) wynika, że żyto reaguje pozytywnie na dobrą zasobność gleby w magnez (rys. 7). Dlatego należy zadbać w czasie regulacji pH gleby o wzbogacenie gleby także w ten składnik poprzez wybór odpowiedniego wapna (25).



Rys. 7. Plonowanie żyta na glebach o różnej zasobności w magnez

Źródło: Noworolnik, 2009 (40)

Podobnie jak w przypadku innych roślin uprawnych efektywność stosowanych dawek nawożenia podstawowego zależy przede wszystkim od stopnia zasobności gleby w dany składnik. Zależność tę w przypadku fosforu obrazuje tabela 3.

Tabela 3

Prawdopodobieństwo wzrostu plonu roślin uprawnych wskutek nawożenia fosforem w zależności od zasobności gleby w fosfor przyswajalny

Klasa zasobności w fosfor	Zboża	Kukurydza	Rzepak
Bardzo niska	duże	bardzo duże	bardzo duże
Niska	duże	duże	duże
Średnia	średnie	średnie	średnie
Wysoka	małe	średnie	małe
Bardzo wysoka	małe	małe	małe

Źródło: Penas i Sander, 1993 (43)

Nierzadko reakcja roślin na nawożenie podstawowe jest stosunkowo silna. W badaniach Potarzyckiego i Lewickiej (45) wzrost plonu pszenicy ozimej po zastosowaniu fosforu w pełnej dawce w stosunku do obiektu bez tego nawozu wyniosła 28%.

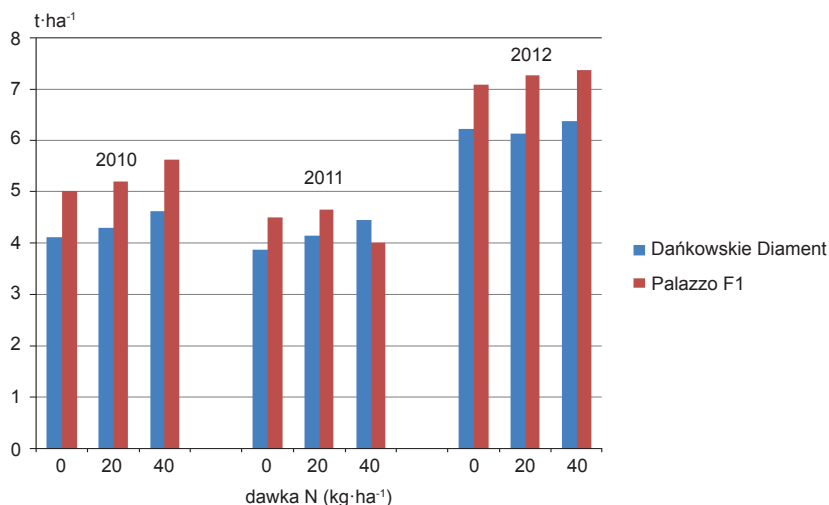
Nawozy fosforowo-potasowe pod żyto należy stosować przedsięwzięcie. Żyto bowiem dla wydania wysokiego plonu musi się dobrze rozkrzewić już jesienią, a jednym z warunków tego jest dobra dostępność fosforu. Fosfor zastosowany na wiosnę będzie raczej słabo wykorzystany, bo przemieszczanie tego składnika w głąb profilu glebowego jest bardzo małe. W badaniach Szarej i in. (50) w ciągu 5 lat przemiesz-

czaniewymienionego pierwiastka poniżej poziomu 60 cm dotyczyło tylko 3–4% tego składnika.

Literatura dotycząca nawożenia żyta azotem nie jest tak bogata jak w przypadku pszenicy. Optymalna dawka tego składnika pod żyto waha się w szerokich granicach. W wielopunktowych badaniach Fotymy (13) optimum dawki azotu wynosiło 100–105 kg·ha⁻¹. Przy poprawnej agrotechnice taka dawka pozwala na uzyskanie plonu ziarna na poziomie 5–6 t·ha⁻¹, a nawet wyższego. W przypadku niektórych przedplonów optymalna dawka azotu jest znacznie mniejsza. W badaniach Liszewskiego (35) optymalna dawka dla żyta po strączkowych wynosiła tylko 25 kg N·ha⁻¹.

Żyto nie ustępuje poziomem możliwych do uzyskania plonów innym gatunkom zbóż i dlatego w warunkach, w których czynnikiem limitującym dobre wykorzystanie azotu nie są niedobory wody istnieje możliwość produkcyjnego wykorzystania nawet dawek przekraczających 140–150 kg N·ha⁻¹. Dotyczy to zwłaszcza odmian mieszańcowych.

Ważnym warunkiem dobrej efektywności wykorzystania azotu jest odpowiednie jego dawkowanie w czasie wegetacji. Pierwsza dawka azotu może być konieczna do zastosowania już jesienią, w przypadku, gdy żyto jest wysiewane na polu, na którym przeoruje się słomę. Uzasadnione jest zastosowanie wówczas około 8 kg azotu na 1 t słomy (25). Jak wykazały badania polowe przeprowadzone w województwie podlaskim, w pewnych warunkach może być uzasadnione stosowanie azotu jesienią także na polach, na których nie przeoruje się słomy. W wymienionych badaniach przyrosty plonu ziarna żyta wskutek zastosowania jesienią 40 kg N·ha⁻¹ mieściły się w szerokich granicach od 0,16 do 0,6 t·ha⁻¹ (rys. 8). Tylko w jednym roku badań zdarzył się przypadek obniżenia plonu pod wpływem zastosowanego w tym czasie azotu.



Rys. 8. Wpływ jesiennego nawożenia azotem na plonowanie odmian żyta ozimego (Rzepiski – woj. Podlaskie)

Źródło: opracowanie własne

Sposób zastosowania azotu na wiosnę zależy od wysokości dawki. Jeżeli przewidziana do zastosowania w tym okresie ilość azotu jest mała (do 50–60 kg N·ha⁻¹), to stosujemy ją jednorazowo w czasie ruszania vegetacji. W przypadku dawek większych, ale nie przekraczających 120–130 kg N·ha⁻¹, wskazane jest zastosowanie azotu w dwóch terminach – w czasie ruszania vegetacji w ilości 50–70% planowanej na wiosnę dawki, a pozostałą część w fazie strzelania w źdźbło. Duże dawki przekraczające 120–130 kg N·ha⁻¹ powinno się dzielić na trzy części, np. 50–60% w czasie ruszania vegetacji; 20–30% w fazie strzelania w źdźbło i pozostałą część w fazie kłoszenia (25).

Rola podziału dawki w kształtowaniu jakości ziarna żyta nie jest tak duża jak w przypadku pszenicy, w technologii której niemal obowiązkowo dla podwyższenia parametrów jakości stosuje się późne nawożenie azotem. W badaniach (21), w których stosowano dodatkowe nawożenie 30 kg N·ha⁻¹ tuż przed kłoszeniem żyta (tab. 4) zmiany w zakresie jakości wydajności przemiałowej i właściwości chemicznych mąki były niewielkie. Również objętość pieczywa – podstawowa cecha jakości pieczywa, nie zmieniała się w wymienionym przypadku (tab. 4).

Tabela 4

Wydajność przemiałowa, właściwości chemiczne mąki oraz aktywność enzymów amylolitycznych w zależności od technologii produkcji

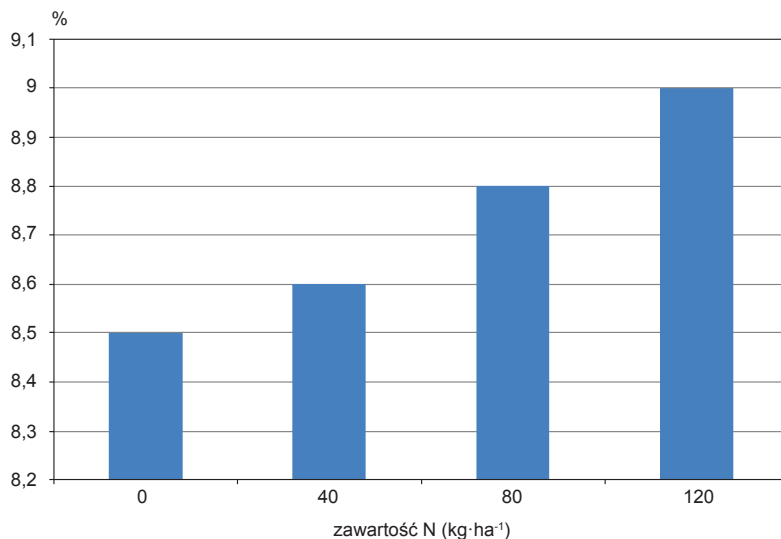
Technologia	Gęstość w stanie usypowym	Zawartość otrąb drobnych (%)	Wyciąg mąki (%)	Zawartość popiołu (%)	Zawartość białka (%) s.m.	Zawartość skrobi (%) s.m.	Liczba opadania (s)	Lepkość kleiku (j.B)	Objętość pieczywa (100 g·cm ³)
1*	72,97	20	58,84	0,52	5,81	76,35	210	281,5	183,5
2	72,86	21,17	56,17	0,48	5,95	73,57	227	283,5	183,2
3	73,04	20,67	54,50	0,46	5,87	73,40	213	278,0	195,7
4	73,63	19,17	55,59	0,47	5,94	78,98	251	316,5	181,0
5	71,90	19,0	53,50	0,56	6,45	78,29	236	271,5	194,0
6	72,83	18,33	56,34	0,53	5,95	74,32	230	307,0	183,0
NIR	r.n.	1,05	r.n.	r.n.	0,32	r.n.	r.n.	20,0	r.n.

- * 1. 40 kg N·ha⁻¹ w okresie ruszania vegetacji, bez ochrony chemicznej
 2. 40 kg N·ha⁻¹ w okresie ruszania vegetacji, pełna ochrona chemiczna
 3. 40 kg N·ha⁻¹ w okresie ruszania vegetacji, pełna ochrona chemiczna, Insol w fazie kłoszenia
 4. 40 kg N·ha⁻¹ w okresie ruszania vegetacji, 30 kg N w fazie ukazywania się liścia flagowego, bez ochrony chemicznej
 5. 40 kg N·ha⁻¹ w okresie ruszania vegetacji, 30 kg N w fazie ukazywania się liścia flagowego, pełna ochrona chemiczna
 6. 40 kg N·ha⁻¹ w okresie ruszania vegetacji, 30 kg N w fazie ukazywania się liścia flagowego, pełna ochrona chemiczna, Insol w fazie kłoszenia

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Grabiński i in., 2000 (21)

Warto tutaj przytoczyć jeszcze badania Mazurka i Noworolnika (38), w których mimo bardzo dużego wzrostu dawki nawożenia od 0 do 120 kg N·ha⁻¹ zanotowano wzrost zawartości białka jedynie o 6% (rys. 9). Wiązało się to jednak ze wzrostem plonu ziarna o 38%.



Rys. 9. Wpływ dawki nawożenia azotem na zawartość białka w ziarnie żyta

Źródło: Mazurek i Noworolnik, 2001 (38)

Siew

Bardzo duże znaczenie w technologii produkcji ziarna żyta ma termin siewu (17, 24). Najwyższe plony ziarna tego gatunku uzyskuje się przy siewie w drugiej (północna i wschodnia część kraju) i trzeciej (środkowa, zachodnia i południowa część kraju) dekadzie września, ale jeśli wymieniona pora roku będzie długa i ciepła, to nawet siewy opóźnione o 2–3 tygodnie (a nawet więcej) mogą dać dobre efekty produkcyjne. Zwykle jednak opóźnienie terminu siewu żyta powoduje duże spadki plonu, nierzadko kilkudziesięcioprocentowe. Negatywny wpływ opóźnienia terminu siewu na plon wynika ze skrócenia przedzimowego okresu rozwoju, a tym samym słabszego ukorzenienia i rozkrzewienia się roślin przed jesiennym zahamowaniem vegetacji. W efekcie łany takie są mniej zwarte i słabiej wyrównane. Zwykle też ulega zmniejszeniu masa 1000 ziaren (24). Odmiany żyta różnią się reakcją na opóźnienie terminu siewu. W badaniach własnych autora artykułu wśród odmian wrażliwych na opóźnienie terminu siewu znalazły się Dańkowskie Amber i Dańkowskie Diament (tab. 5). Spadek plonu ziarna przy siewie późnym u tych odmian w porównaniu z optymalnym wynosił 20%. Do grupy mniej wrażliwych na opóźnienie terminu siewu zaliczono odmiany: Horyzo, Brasetto oraz Caroass.

Tabela 5

Plon ziarna grup odmian żyta różnie reagujących na termin siewu (2005–2008)

Typ reakcji na nawożenie azotem	Wykaz odmian	Termin siewu	Średni plon z odmian ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	Średni plon odmian (%)
Odmiany wrażliwe na opóźnienie terminu siewu	Dańkowskie Amber, Dańkowskie Diamant,	I – optymalny II – opóźniony	1350,8 1173,0	100,0 86,8
Odmiany mało wrażliwe na opóźnienie terminu siewu	Horyzo, Brazetto, Caroass	I – optymalny II – opóźniony	1460,6 1430,3	100,0 102,1

Źródło: dane niepublikowane

Wcześniejsze niż zalecane terminy siewu nie mają raczej uzasadnienia. Wskazują na to badania wykonane przez Grabińskiego (17). Wynika z nich, że w warunkach takich terminów silniejsze jest porażenie przez choroby grzybowe, co może być jedną z przyczyn obniżenia poziomu plonów.

Jeśli z jakichś przyczyn stosuje się mimo wszystko opóźniony termin siewu, to wskazane jest zwiększenie normy wysiewu (o 10–15%) (25).

Żyta nie należy siać zbyt gęsto, bo jego krzewistość potencjalna jest bardzo duża i w związku z tym możliwe jest uzyskanie wystarczająco dużego zagęszczenia kłosów na jednostce powierzchni nawet przy małych normach wysiewu (tab. 6).

Tabela 6

Wpływ gęstości siewu i nawożenia azotem na plonowanie żyta ozimego odmiany Nawid

(Grabów 1999–2000)

Dawka N ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Gęstość siewu ($\text{mln ziaren} \cdot \text{ha}^{-1}$)				
	1	1,5	2,0	2,5	średnia
0	4,06	4,53	4,49	4,59	4,42
40	5,23	5,47	5,58	5,78	5,51
80	5,92	5,99	6,18	6,26	6,08
120	6,04	6,41	6,61	6,53	6,40
160	6,07	6,33	6,55	6,40	6,33
Średnia	5,46	5,75	5,88	5,91	

NIR dla: gęstości siewu – 0,403; Dawka N – 0,350; Interakcja (I*II) – r.n.; Interakcja (II*I) – r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Grabiński i Mazurek, 2002 (23)

Poprzez zwiększanie gęstości siewu można co prawda zwiększyć liczbę kłosów na jednostce powierzchni, ale wówczas skutek niekorzystnych zjawisk w łanie związanych z silną konkurencją między roślinami o światło, wodę i składniki pokar-

mowe, plon ziarna z kłosa ulega silnemu zmniejszeniu i w efekcie poziom plonowania nie zwiększa się, a nierzadko maleje (19, 23). Negatywne zmiany w wysokości plonowania i jego jakości wywołane nadmiernym zagęszczeniem mogą być potęgowane zwiększoną presją chorób oraz wyleganiem. W tabeli 7 podano optymalne ilości wysiewu (w mln ziaren·ha⁻¹) dla zrejonizowanych odmian populacyjnych i mieszańcowych (25).

Tabela 7

Normy wysiewu dla żyta ozimego (w mln ziaren·ha⁻¹)

Kompleks przydatności rolniczej					
żytni bardzo dobry		żytni dobry		żytni słaby, żytni bardzo słaby	
termin siewu					
optymalny	opóźniony	optymalny	opóźniony	optymalny	opóźniony
3,0 (2,5)*	3,5 (3,0)	3,5 (3,0)	4,0 (3,5)	4,3 (4,0)	4,7 (4,4)

* w nawiasach podano normy wysiewu dla odmian mieszańcowych

Źródło: Grabiński, 2014 (25)

Podobnie jak w przypadku terminu siewu reakcja odmian żyta na gęstość siewu zależy od czynnika odmianowego. W badaniach autora niniejszej pracy odmiany Brasetto i Caroass zaliczono do grupy wymagającej siewów rzadkich – około 2,0 mln ziaren·ha⁻¹. U odmian zaliczonych do tej grupy obserwowano nieistotne zmiany wielkości plonu ziarna przy zwiększaniu ilości wysiewu. Odmiany Horyzo i Dańkowskie Diament zaliczono do grupy wymagającej gęstszych siewów. U tych odmian stwierdzono istotne zwiększenie plonu ziarna przy gęstym siewie w porównaniu z rzadkim o 10,1% (tab. 8).

Tabela 8

Plon ziarna grup odmian żyta różnie reagujących na gęstość siewu (2005–2008)

Typ reakcji na nawożenie azotem	Odmiana	Gęstość siewu (szt.·m ⁻²)	Średni plon z odmian	Średni plon odmian (%)
Odmiany wymagające siewów rzadkich	Brasetto, Caroass i CHD 25	200	1165,5	100,0
		300	1199,5	102,9
Odmiany wymagające siewów gęstych	Horyzo i Dańkowskie Diament	200	1206,6	100,0
		300	1328,7	110,1

Źródło: dane niepublikowane

Pielęgnacja zasiewów

Żyto lepiej niż inne zboża konkuruje z chwastami (1), ale nie na tyle, by można było zrezygnować zupełnie ze stosowania w nim herbicydów. Zwłaszcza w przypadku

uproszczonych zmianowań, w których konkurencyjność ze strony rośliny uprawnej jest mniejsza (9, 57). Rola innych czynników agrotechnicznych w zachwaszczaniu żyta jest mniejsza. Zdaniem Gawrońskiej-Kuleszy i in. (14) na zwiększenie zachwaszczenia może wpłynąć zarówno zwiększony poziom nawożenia mineralnego, jak i stosowane w gospodarstwie nawożenie organiczne. Najbardziej efektywnie chwasty w życie (podobnie jak w innych zbożach ozimych) zwalcza się jesienią. Opryski herbicydowe są możliwe do wykonania od momentu siewu, aż do zahamowania wegetacji (56). W przypadku stosowania herbicydów bezpośrednio po siewie (do 2–3 dni po siewie) skuteczność działania na chwasty zależy w zasadniczym stopniu od uwilgotnienia gleby.

Jesienne zabiegi przeciw chwastom w życie mają szczególne znaczenie w przypadku tzw. chwastów uciążliwych, takich jak np. miotła zbożowa, przytulia czepna, chaber bławatek czy rumianowate. Chwasty te, wschodząc jesienią, dobrze ukorzeniają się przed zimą i na wiosnę bardzo często są już w zaawansowanych fazach rozwoju (zwłaszcza gdy zimą występowały okresy ocieplenia) i ich zniszczenie herbicydami jest wtedy trudniejsze.

W literaturze naukowej można spotkać wiele doniesień o badaniach, w których stosowano dawki herbicydów obniżone w stosunku do zalecanych, bez negatywnych skutków produkcyjnych. Przykładowo w badaniach Buczek i in. (4) redukcja dawki preparatu Huzar 05 WG o 25% w uprawie pszenicy nie powodowała istotnych zmian w poziomie plonu ziarna. W związku z wymienioną już zwiększoną konkurencyjnością żyta w stosunku do chwastów można założyć, że jest ono bardziej niż inne gatunki predystynowane do stosowania obniżonych dawek herbicydów.

Za najbardziej szkodliwe choroby w uprawie żyta uznaje się mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną (5, 16). Straty w plonach wywołane przez nie mogą sięgać nawet 29% (27, 39). Przy czym stopień porażenia przez te choroby jest bardzo zmienny w latach (49). Dużą rolę w ograniczaniu występowania chorób odgrywa prawidłowa agrotechnika w zakresie zmianowania, uprawy roli, wyboru odmian, prawidłowego doboru parametrów siewu (gęstość, termin, jakość materiału siewnego). Ewentualne błędy czy uproszczenia w tym zakresie mogą prowadzić do zwiększenia zagrożenia.

Zwykle ochrona chemiczna przed chorobami grzybowymi polega na jedno- lub dwukrotnym oprysku fungicydami. Jeżeli łan żyta jest zwarty, a warunki pogody sprzyjają rozwojowi chorób, to pierwszy zabieg grzybobójczy może przypadać już na fazę 1.–2. kolanka. Natomiast drugi na koniec fazy strzelania – początek kłoszenia. Jeżeli zagrożenie jest mniejsze może wystarczyć jeden zabieg grzybobójczy. Zwykle przypada on wówczas na fazę pojawiania się liścia flagowego.

Pomimo obecności w wydzielinach korzeniowych żyta kwasów hydroksamowych, decydujących o zwiększonej odporności na porażenie przez patogeny odglebowe, zboże to jest infekowane przez gatunki z rodzaju *Fusarium* (3, 32, 41, 52). Za najbardziej szkodliwe dla żyta uważa się *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum* oraz *Microdochium nivale* (6, 7, 41). Źródłem infekcji przez te choroby jest zanieczysz-

czone ziarno, resztki poźniwne, gleba oraz chwasty. Silny rozwój chorób fuzaryjnych na kłosach następuje w przypadku, gdy temperatura w dzień waha się w granicach 12–24°C, a w nocy od 5 do 12°C, a ponadto panuje wysoka wilgotność powietrza połączona z częstymi opadami deszczu. Dużemu nasileniu fuzariozy kłosów sprzyja łagodna jesień i zima oraz chłodna i mokra wiosna, a ponadto uproszczone zmianowania, zbyt duże gęstości siewu, niezbilansowane nawożenie azotem.

Tak jak w przypadku innych gatunków zbóż, dla zabezpieczenia żyta przed wyleganiem poleca się przede wszystkim metody niechemiczne polegające na stosowaniu się do zasad dobrej praktyki w zakresie wyboru odmiany, gęstości siewu i odpowiedniego dawkowania azotu. Dobrze zagęszczone łany na stanowiskach warunkujących uzyskanie plonu przekraczającego 5–6 t·ha⁻¹ należy zabezpieczać przed wyleganiem także poprzez zastosowanie retardantów. Rynek produktów, których zadaniem jest zapobieganie wyleganiu zbóż opiera się na 5 substancjach aktywnych. Należą do nich: chlorek chloromekwatu, chlorek mepikwatu, etefon, trineksapak etylu i proheksadion wapnia (37). Wymienieni autorzy największe skrócenie źdźbeł żyta uzyskiwali po aplikacji mieszaniny trineksapaku etylu z chlorkiem chloromekwatu w fazie pierwszego kolanka, a następnie etefonu w fazie pojawiania się liścia flagowego. Dużego wpływu regulatorów wzrostu na plonowanie zbóż można oczekiwać w warunkach dużego zagrożenia wyleganiem, ale znane są także przypadki pozytywnego wpływu zastosowania retardantów na plon ziarna żyta w przypadku, w którym wyleganie nie wystąpiło. Miało to miejsce w badaniach Matysiak i in. (37). O takiej sytuacji pisze też Hafner (26).

Zbiór i przechowywanie ziarna

W czasie zbioru w danej partii ziarna obok ziarna o bardzo niskiej wilgotności mogą znaleźć się także ziarniaki o podwyższonej wilgotności. Ta nierównomierność wilgotności poszczególnych ziarniaków może stać się przyczyną procesów samozagrzewania nawet wtedy, gdy ziarno uznawane jest za suche (28). W związku z tym duża część ziarna wymaga mimo wszystko dosuszania, aby nie doszło do obniżenia jakości warunkującej zmniejszenie przydatności do wykorzystania w przemyśle spożywczym czy paszowym. Według Rynieckiego i Szymańskiego (48) ziarno żyta (podobnie jak innych zbóż) do dobrego przechowywania do 6 miesięcy musi charakteryzować się wilgotnością co najwyżej 14, a w przypadku okresu dłuższego 13%.

Podsumowanie

Z przeprowadzonego przeglądu literatury wynika, że żyto ozime posiada wiele walorów decydujących o jego większej niż inne gatunki zbóż przydatności do uprawy na glebach lekkich. To właśnie dzięki nim może ono także w takich warunkach wydać wysokie plony ziarna. Może się to jednak stać tylko wtedy, gdy przestrzegane

są zasady prawidłowej agrotechniki, której podstawą powinien być wybór odmiany najbardziej przystosowanej do danych warunków. Ważne jest także zwrócenie szczególnej uwagi na tzw. beznakładowe elementy technologii produkcji związane z terminowością i precyzją realizacji zabiegów, wśród których szczególne miejsce zajmuje termin siewu. To dzięki niemu rośliny żyta wchodzą w okres zimy dobrze rozkrzewione i ukorzenione, co powoduje, że wiosną w warunkach pozimowego dostatku wilgoci szybko rosną i w efekcie są dobrze przygotowane do lepszego przetrwania okresu suszy wiosennej, zdecydowanie bardziej niebezpiecznej na typowych pod żyto glebach lekkich. Duże znaczenie ma tutaj także najbardziej plonotwórcze nawożenie (zwłaszcza azotem), w którego stosowaniu należy brać pod uwagę to, że na glebach lekkich nawet niewielkie opóźnienia w zastosowaniu nawozu mogą sprawić, że będzie on nieosiągalny dla roślin do czasu pojawienia się kolejnego opadu. Jeśli zatem zastosowana zostanie wobec żyta odpowiednia agrotechnika, to pod względem plonów może być ono konkurencyjne dla innych gatunków zbóż nie tylko na glebach lekkich, ale także na lepszych.

Literatura

1. Blecharczyk A., Małecka I., Piechota T.: Wpływ płodozmianu, monokultury i nawożenia na zachwaszczenie żyta ozimego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, **490**: 17-23.
2. Boligłowa E., Lepiarczyk A.: Wpływ sposobu uprawy roli na zdrowotność podstawy źdźbła pszenicy ozimej, Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2006, **46(2)**: 530-532.
3. Bravo H.R., Lazo W.: Antimicrobial activity of cereal hydroxamic acid and related compounds. Phytochem., 1993, **33**: 569-571.
4. Buczek J., Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D.: Wpływ nawożenia dolistnego i zmniejszonych dawek herbicydu na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. Fragm. Agron., 2012, **1**: 7-15.
5. Bułatowicz A., Snarska K., Rogąło R.: Reakcje odmian żyta ozimego na patogeny grzybowe, zachwaszczenie oraz stosowane zabiegi ochronne. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2009, **49(3)**: 1539-1542.
6. Burgiel Z.J., Klima K.: Skuteczność nowych zapraw nasiennych w ochronie żyta przed pleśnią śniegową. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 1999, **39(2)**: 828-830.
7. Chongo G., Gossen B.D., Kutcher H.R., Gilbert J., Turkington T.K., Fernandez M.R., McLaren D.: Reaction of seedling roots of 14 crop species to *Fusarium graminearum* from wheat heads. Can. J. Plant Pathol. 2001, **23**: 132-137.
8. Czajka W., Pszółkowski P., Zawierucha S.: Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych i rolniczych w woj. lubelskim w 2013 r. Cicibór Duży, 2013.
9. Deryło S., Szymankiewicz K.: Zachwaszczenie żyta ozimego w płodozmianach i monokulturze na glebie lekkiej. Ann. UMCS, Sect. E, 2000, **55**: 34-43.
10. Dworakowski T.: Porównanie plonowania żyta z innymi gatunkami zbóż w stanowiskach pokłosowych. Pam. Puł., 2000, **128**: 65-74.
11. FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>

12. Filipek T., Badora A.: Reakcja zbóż na silne zakwaszenie gleb. Cz. I. Żyto (*Secale cereale* L.). Rocz. Glebozn., 1993, **44(1/2)**: 47-53.
13. Fotyma E.: Efektywność nawożenia azotem podstawowych roślin uprawy polowej. Fragm. Agron., 1997, **53**: 46-65.
14. Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., Suwara I.: Wpływ zmianowania i nawożenia na zachwaszczenie ładu i gleby. Fragm. Agron., 2005, **86**: 53-61.
15. Gołębiowska H., Płaskowska E., Sadowski J., Wysocki A.: Oddziaływanie systemu uprawy roli i herbicydów na zdrowotność oraz jakość plonów żyta ozimego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin., 2011, **51(2)**: 852-857.
16. Grabiński J., Hołubowicz-Kliza G., Brzóska F.: Uprawa i wykorzystanie żyta ozimego. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB Puławy, 2007, **138**: 1-80.
17. Grabiński J., Jaśkiewicz B., Podolska G., Sułek A.: Terminy siewu w uprawie zbóż. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007, **9**: 37-45.
18. Grabiński J., Lewandowska B.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian żyta ozimego. IHAR Radzików. Puławy-Radzików-Słupia Wielka, 1999.
19. Grabiński J., Mazurek J.: Plonowanie i struktura plonu nowych rodów żyta w zależności od gęstości siewu. Biul. IHAR, 1995, **195/196**: 329-331.
20. Grabiński J., Mazurek J.: Reakcja nowych rodów żyta na nawożenie azotem. Biul. IHAR, 1995, **195/196**: 333-335.
21. Grabiński J., Mazurek J., Haber T.: Wpływ technologii uprawy na cechy jakościowe ziarna żyta. Materiały Krajowej Konferencji Naukowej 19-20.10.2000 roku pt.: Uprawa i wykorzystanie żyta w Polsce – stan obecny i przyszłość. Puławy 2000, 80-81.
22. Grabiński J., Mazurek J.: Dobra praktyka rolnicza w zalecanych technologiach uprawy zbóż. Materiały konferencji naukowej, Puławy, 3-4 czerwca, 1998, 111-119.
23. Grabiński J., Mazurek J.: Plonowanie żyta mieszańcowego odmiany Nawid w warunkach rzadkich siewów. Biul. IHAR, 2002, **223/224**: 137-143.
24. Grabiński J.: Plonowanie i struktura plonu nowych rodów żyta ozimego w warunkach różnych terminów siewu. Biul. IHAR, 1995, **195/196**: 337-340.
25. Grabiński J.: Uprawa żyta ozimego. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, 2014, **194**: 1-27.
26. Hafner V.: Moddus-universal product for lodging prevention in cereals. Proceed. 5th Slovenian Conference on Plant Protection, Catezob Savi, Slovenia, 6-8 March 2001, 167-172.
27. Hartleb H., Hartmann G., Wolff C., Rücker P.: Yield effects of leaf rust (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm.) on wheat and rye and of *Puccinia hordei* Otth. on barley with respect to cultivar susceptibility at Sachsen-Anhalt. Gesunde-Pflanzen, 1995, **47**: 59-64.
28. Kaleta A., Górnicki K.: Bezpieczne przechowywanie ziarna – studium zagadnienia. Inżynieria Rolnicza, 2008, **1(99)**: 137-143.
29. Kordas L., Spyra M.: Ocena stosowania różnych systemów uprawy roli i regeneracji stanowiska na zachwaszczenie żyta ozimego uprawianego w krótkotrwałej monokulturze. Fragm. Agron., 2013, **2**: 87-93.
30. Kordas L.: Wpływ wieloletniego stosowania uprawy zerowej w zmianowaniu na zachwaszczenie. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2004, **44(2)**: 841-844.
31. Kraska P., Pałys E.: Wpływ systemów uprawy roli, poziomów nawożenia i ochrony na zachwaszczenie żyta ozimego uprawianego na glebie lekkiej. Acta Agrobot. 2002, **55(2)**: 199-208.

32. Kurowski T.P., Majchrzak B.: Patogeniczność i szkodliwość wybranych gatunków z rodzaju *Fusarium* dla żyta, pszenicy i owsa. Roczn. AR Poznań, Ogrodn., 2000, **(221)**30: 61-68.
33. Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. COBORU, Słupia Wielka, 2013.
34. Lista zalecanych odmian na obszarze województwa. Strona internetowa Centralnego Ośrodka Badań Roślin Uprawnych http://www.coboru.pl/DR/rekomendacja_woj.aspx
35. Liszewski M.: Nawożenie azotem a wysokość i jakość plonów kilku odmian żyta ozimego. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Roln., 1994, **(60)**238: 111-119.
36. Marczewski K., Rola H., Biskupski A., Sumińska J.: Wpływ herbicydów stosowanych w uprawie żyta ozimego na wartość technologiczną ziarna wybranych odmian. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2011, **556**: 165-174.
37. Matysiak K., Skrzypczak W., Kaczmarek S.: Porównanie sposobów stosowania regulatorów wzrostu i rozwoju w życie ozimym. Fragm. Agron., 2013, **1**: 78-91.
38. Mazurek J., Noworolnik K.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie żyta uprawianego w różnych warunkach glebowych. Pam. Puł., 2001, **128**: 189-198.
39. Miedaner T., Sperling U.: Effect of leaf rust on yield components of winter rye hybrids and assessment of quantitative resistance. J. Phytopathol., 1995, **143**: 725-730.
40. Noworolnik K.: Wpływ wybranych cech jakości gleby na plonowanie pszenżyta ozimego i żyta ozimego. Acta Agroph., 2009, **14**(1): 155-166.
41. Pałys E., Kiecana I., Kraska P., Mielniczuk E., Cegiełko M.: Wpływ systemów uprawy roli oraz poziomów nawożenia i ochrony żyta ozimego na porażenie podstawy źdźbła przez grzyby chorobotwórcze. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2004, **44**(2): 1001-1003.
42. Parylak D., Oliwa T.: Zmiany zachwaszczenia żyta ozimego w monokulturze pod wpływem zróżnicowanej uprawy poźniwej i przedsiewnej. Fragm. Agron., 1997, **4**: 43-49.
43. Penas E.J., Sander D.H.: Using phosphorus fertilizers effectively. NebGuide. University of Nebraska, 1993, G82-601-A.
44. Piskier T., Sławiński K.: Reakcja żyta hybrydowego na uprawę bezorkową. J. Res. App. Agric. Engin. 2012, **57**(4): 65-67.
45. Potarzycki J., Lewicka L.: Efektywność plonotwórcza fosforu nawozowego w uprawie pszenicy ozimej. Folia Univer. Agri. Stetinensis, 2001, **223**(89): 159-164.
46. Rezmerska-Piętka J., Łęgowiak Z., Radecki A.: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i organicznego na biologię dominujących chwastów w monokulturze żyta. Ann. UMCS, Sect. E, 2007, **62**(2): 109-116.
47. Rymuza K., Marciniuk-Kluska A., Bombik A.: Plonowanie zbóż ozimych w zależności od warunków termiczno-opadowych na polach produkcyjnych rolniczej stacji doświadczalnej w Zawadach. ITP Falenty, 2012, **12**(38): 207-220.
48. Ryniecki A., Szymański P. (red.): Dobrze przechowane ziarno. Jak suszyć, chłodzić, przewietrzać, czyścić i przechowywać ziarno zbóż, nasion rzepaku i innych roślin. Poradnik. Pytania odpowiedzi. Wydanie II. Mr INFO Towarzystwo Umiejętności Rolniczych Poznań. 1999, 4, 14.
49. Sawińska Z.: Wpływ mączniaka prawdziwego i rdzy brunatnej na plonowanie żyta ozimego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2011, **51**(3): 1193-1197.
50. Szara E., Mercik S., Sosulski T.: Bilans fosforu w trzech systemach nawożenia. Ann. UMCS, Sect. E, 2004, **(59)**2: 599-606.
51. Szczygielski M., Snarska K.: Zdrowotność i plonowanie wybranych odmian żyta ozimego uprawianego w dwóch technologiach. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2004, **44**(2): 1135-1137

52. Wilkes M.A., Marshall D.R., Copeland L.: Hydroxamic acids in cereal roots inhibit the growth of take-all. *Soil Biol. Biochem.*, 1999, **31**: 1831-1836.
 53. Witek T.: Produktynność gruntów ornych i użytków zielonych. W. *Zalecenia Agrotechniczne IUNG*, 1992, 41-60.
 54. Wojciechowski W., Parylak D.: Oddziaływanie międzyplonów ścierniskowych na plonowanie żyta ozimego w płodozmianach uproszczonych na glebie lekkiej. *Pam. Puł.*, 2009, **142**: 575-584.
 55. Wojciechowski W.: Plonowanie żyta ozimego w różnych zmianowaniach. *Fragm. Agron.* 2009, **26(2)**: 176-182.
 56. *Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2012/13. Część II. Rośliny rolnicze.* IOR-PIB Poznań, 2012.
 57. Zawislak K., Kostrzevska K.: Konkurencja pokarmowa chwastów żyta ozimego uprawianego w płodozmianie i wieloletniej monokulturze. I. Zagęszczenie i skład florystyczny zbiorowiska chwastów. *Ann. UMCS, Sect. E.*, 2000, **55**: 261-267.
-

Adres do korespondencji:

dr hab. Jerzy Grabiński, prof. nadzw.
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 341
e-mail: jurek@iung.pulawy.pl

Kazimierz Noworolnik, Alicja Sulek

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

AGROTECHNIKA OWSA NA CELE PASZOWE I SPOŻYWCZE*

Słowa kluczowe: owies, plon ziarna, zawartość białka, warunki glebowe, czynniki agrotechniczne

Wstęp

Owies jest gatunkiem zboża o specyficznych właściwościach, posiadającym wiele zalet, jak również wad. Na tle innych zbóż do zalet zalicza się jego mniejsze wymagania glebowe (dzięki lepiej rozwiniętemu systemowi korzeniowemu), tolerancję na niskie pH gleby, większą odporność na choroby podstawy źdźbła i liści, mniejsze wymagania przedplonowe i to, że sam jest dość dobrym przedplonem dla innych zbóż. Wadami owsa są: mała odporność na suszę, wrażliwość na opóźnienie siewu oraz słaba wartość paszowa ziarna odmian oplewionych dla zwierząt nieprzeżuwających i ptactwa. Niedawno wprowadzone do praktyki nieoplewione odmiany owsa nie mają tej ostatniej wady. W ostatnich kilku latach powierzchnia zasiewów owsa wahała się w granicach 514–550 tys. ha, co stanowiło 7,1–7,5% w strukturze zasiewów zbóż w kraju. Najwięcej uprawia się go w województwach: mazowieckim, podlaskim i podkarpackim oraz w rejonach podgórskich. Wobec dużego udziału zbóż w strukturze zasiewów niski areal uprawy owsa posiadającego właściwości fitosanitarne nie jest korzystny.

Ziarno owsa oplewionego jest bardzo dobrą paszą dla koni oraz dobrą paszą dla zwierząt przeżuwających (bydło, owce, kozy) i gęsi (w końcowej fazie ich tuczu). Niską wartość przedstawia to ziarno jako pasza dla świń i kur, ze względu na zbyt wysoką dla nich zawartość trudno strawnego włókna. W żywieniu świń owies oplewiony nie powinien przekraczać 10–20% udziału w paszy (większy udział dla starszych tuczników). Może być natomiast jedynym zbożem w żywieniu koni. Ziarno owsa nieoplewionego posiada niską zawartość włókna oraz najwyższą wśród wszystkich

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

gatunków zbóż zawartość białka i tłuszczu. Dlatego jest ono bardzo dobrą paszą dla świń i drobiu oraz dobrą paszą dla zwierząt przeżuwających. Owies oplewiony i nieoplewiony wyróżnia się najwyższym wśród zbóż udziałem w białku cennych aminokwasów egzogennych, zwłaszcza lizyny, metioniny i cystyny (tab. 1).

Owies oplewiony posiada wysoką wartość odżywczą jako pokarm dla ludzi. Wśród płatków śniadaniowych najwyższą jakością odznaczają się płatki owsiane, dzięki wysokiej zawartości włókna pokarmowego całkowitego i rozpuszczalnego oraz betaglukanów (21). Składniki te chronią ludzi przed zaburzeniami układu gastrycznego, przyspieszając perystaltykę jelit i hamując rozwój bakterii gnilnych mających właściwości rakotwórcze. Ponadto cechują się one właściwościami antycholesterolowymi. Owies nieoplewiony powinien być wykorzystywany głównie na paszę, a mniej do płatków. Przy uprawie owsa na cele paszowe, jak i na cele spożywcze, ważne jest dążenie do uzyskania dużego plonu ziarna i wysokiej zawartości białka, dlatego agrotechnika owsa dla obu celów jest zbliżona.

Tabela 1

Zawartość składników pokarmowych ziarna ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz energii przemiennej ($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$) w ziarnie owsa oplewionego i nieoplewionego

Składniki pokarmowe	Owies oplewiony	Owies nieoplewiony
Sucha masa	880	880
Białko ogólne	118	131
Tłuszcz surowy	41	61
Włókno surowe	89	35
Skrobia	393	410
Popiół surowy	31	21
Lizyna	4,7	5,5
Metionina + cystyna	5,2	5,9
Energia przemienialna	10,77	12,50

Źródło: Normy żywienia drobiu, 1993 (9)

Wymagania siedliskowe

Charakterystyczną cechą owsa, wyróżniającą go spośród innych zbóż jarych, jest jego duże zapotrzebowanie na wodę (wysoki współczynnik transpiracji), zwłaszcza w okresie od fazy strzelania w źdźbło do fazy kłoszenia. Skutki niedoboru wody w tym okresie, nawet niewielkie, nie mogą być w pełni zniwelowane dostatkami wody w następnych fazach rozwojowych (15). Bardziej wrażliwa na niedobór wody w podłożu jest forma nieoplewiona.

Nieszkodliwe dla owsa są wiosenne przymrozki, a niska temperatura po wzejściu roślin jest korzystna dla uzyskania wysokich plonów. Z tego względu duże znaczenie ma wczesny termin siewu. Niskie temperatury w późniejszym okresie wegetacji roślin (kłoszenie, dojrzewanie) także nie wpływają ujemnie na plonowanie owsa (26). Małe

wymagania cieplne owsa umożliwiają jego dojrzewanie w rejonach o niższej średniej temperaturze w okresie lata, np. w rejonach górskich.

Stwierdzono duże zróżnicowanie plonu ziarna owsa pod wpływem jakości gleby (skład granulometryczny, pH) (tab. 2, 3). Zróżnicowanie to było jednak mniejsze niż w przypadku jęczmienia jarego (12, 13). Większe plony ziarna uzyskano na glebach żwiższych (wyższy procent części spławianych) i przy wyższym pH gleby. W gorszych warunkach glebowych stwierdzono natomiast wyższą zawartość białka w ziarnie. Korzenie owsa mają bardzo dużą zdolność pobierania składników pokarmowych znajdujących się w glebie w formie trudno dostępnej dla roślin. Pod tym względem owies przewyższa inne zboża, nawet żyto. Dzięki tej właściwości może być uprawiany na glebach kompleksów żytnych, od bardzo dobrego do słabego oraz na glebach kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego i słabego. Najwyższe plony owsa uzyskuje się na glebach lepszych, zaliczanych do kompleksów pszennych (25). Na glebach tych dają jednak wysokie plony inne, cenniejsze gatunki zbóż (pszenica, jęczmień), dlatego jego uprawę uważa się tu za uzasadnioną jedynie w gospodarstwach o dużym (ponad 50%) udziale pszenicy i jęczmienia w strukturze zasiewów. Na glebach kompleksów górskich owies plonuje słabiej niż na glebach kompleksu żytniego dobrego i słabego, ale inne zboża plonują tam jeszcze słabiej. Owies jest natomiast bardziej tolerancyjny niż inne zboża jare na kwaśny odczyn gleby, jednak najlepiej plonuje na glebach o pH powyżej 5,5.

Tabela 2

Wpływ tekstury gleby i kompleksu przydatności rolniczej na plon ziarna owsa i zawartość białka w jego ziarnie

Gatunki gleb*	Liczba doświadczeń	Plon ziarna (t·ha ⁻¹)	Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)
pgm	7	4,22 a**	11,3 ab
pgm/pgl	10	4,10 a	11,2 ab
pgl/gl	7	4,14 a	10,9 a
pgl	11	3,74 b	11,5 bc
pgl/ps	12	3,62 b	11,8 cd
ps/gl	9	3,68 b	11,7 c
ps, ps/pl	11	3,11 c	12,2 d
Kompleks glebowy:			
żytni bardzo dobry	18	4,15 a	11,1 a
żytni dobry	26	3,69 b	11,5 b
żytni słaby	23	3,43 b	12,0 c

* pgm – piasek gliniasty mocny, pgl – piasek gliniasty lekki, gl – glina lekka, ps – piasek słabogliniasty, pl – piasek luźny

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

Źródło: Noworolnik i Terelak, 2005 (12)

Tabela 3

Wpływ pH oraz zasobności gleby w fosfor, potas i magnez na plon ziarna owsa
i zawartość białka w jego ziarnie

Wyszczególnienie	Liczba doświadczeń	Plon ziarna (t·ha ⁻¹)	Zawartość białka w ziarnie % s.m.
pH gleby:			
5,5–6,0	20	4,02 a*	11,3 a
4,8–5,4	27	3,86 ab	11,8 ab
4,2–4,7	19	3,63 b	12,1 b
Zawartość P w glebie:			
70–100 mg P·kg ⁻¹	19	3,83 ab	11,7 a
48–69 mg P·kg ⁻¹	24	3,94 a	11,6 a
22–47 mg P·kg ⁻¹	23	3,62 b	12,0 b
Zawartość K w glebie:			
131–230 mg K·kg ⁻¹	22	4,04 a	11,7 a
91–130 mg K·kg ⁻¹	26	3,95 a	11,6 a
58–90 mg K·kg ⁻¹	18	3,46 b	12,3 b
Zawartość Mg w glebie:			
60–100 mg Mg·kg ⁻¹	21	4,43 a	11,5 a
31–59 mg Mg·kg ⁻¹	25	3,94 b	11,7 a
15–30 mg Mg·kg ⁻¹	20	3,26 c	12,3 b

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

Źródło: Noworolnik i Terelak, 2006 (13)

Dobór i charakterystyka odmian

Według badań COBORU (średnio dla kraju, 2010–2012) (20) wysokimi plonami ziarna (w kolejności od największego plonu) wyróżniają się oplewione odmiany: Komfort, Bingo, Arden, Haker, Krezus, Zuch, Breton, Flaemingsprofi i Pogon. Średnio plonują odmiany: Berdysz, Koneser, Scorpion i Furman; słabiej – Arab, Deresz, Kasztan, Sławko i Gniady (brązowoziarnista), a najniżej – Borowiak, Rajtar, Chwat i Szakal. Spośród odmian przeznaczonych na tereny górskie: Celer, Stoper, Sprinter i Grajcar, najwyżej plonuje ta pierwsza. Spośród odmian nieoplewionych: Nagus, Siwek, Maczo, Polar, Cacko, najwyżej plonują dwie pierwsze.

Niższe plony odmian nieoplewionych w porównaniu z oplewionymi wynikają z tego, że ziarno bez łuski jest lżejsze od ziarna zawierającego łuskę. Plony białka i tłuszczu oraz plony energii netto obu form owsa są zbliżone, dzięki wyższej zawartości tych składników w ziarnie nieoplewionym (1, 10, 11, 18, 19, 29, 30).

Zawartość białka w ziarnie jest ważna zarówno dla owsa paszowego, jak i dla spożywczego. Wyższą zawartością białka i tłuszczu w ziarnie charakteryzują się odmiany nieoplewione. Spośród odmian oplewionych wyższą zawartością białka wyróżniają się Berdysz, Breton, Chwat i Szakal, a w dalszej kolejności – Pogon, Rajtar, Kasztan i Zuch. Wyższą zawartością tłuszczu odznaczają się odmiany Rajtar, Kasztan i Kom-

fort, a następnie Bingo, Krezus, Pogon i Flaemingsprofi. Wśród odmian owsa oplewionego mniejszą zawartość łuski wykazują odmiany: Bingo, Koneser, Flaemingsprofi, Chwat, Zuch, Scorpion i Breton, co wpływa na ich lepszą wartość paszową (20).

W przypadku uprawy owsa na dobrych glebach (kompleksy pszenne) zaleca się odmiany odporniejsze na wyleganie – Bingo, Krezus, Siwek, Breton, a następnie Pogon, Zuch, Polar, Komfort, Arden i Chwat. Odmiany mniej odporne na wyleganie – Deresz, Arab, Kasztan, Flaemingsprofi, Nagus, Maczo i Rajtar, należy uprawiać na słabszych glebach.

Stanowisko w zmianowaniu

Owies ma stosunkowo małe wymagania przedplonowe, w związku z tym, że pozostawia po sobie dobre stanowisko dla pozostałych roślin zbożowych, a wprowadzony do uprawy w uproszczonych zmianowaniach zbożowych wyraźnie zwiększa ich wydajność (26).

Owies jako jedyna roślina zbożowa nie jest porażany przez choroby podstawy źdźbła (choroby podsuszkowe zbóż) oraz nie uczestniczy w łańcuchu żywicielskim grzybów, czyli nie przenosi ich na rośliny następce (jest rośliną fitosanitarną). Częsty powrót owsa lub jęczmienia na to samo pole może powodować namnażanie się w glebie pasożytniczych nicieni, głównie mątwika zbożowego, co prowadzi do dużej obniżki plonów tych zbóż. Dlatego w zmianowaniu nie można zbyt często uprawiać owsa lub stosować następstwa: owies – jęczmień.

Uprawa roli

Jesienna uprawa roli

Sposób uprawy roli pod owies zależy od terminu zbioru i stanu pola po zejściu rośliny przedplonowej (26). Po wcześnie zbieranych przedplonach, głównie zbożach, należy wykonać tradycyjną uprawę poźniwną. Najlepsze efekty daje podorywka połączona z bronowaniem. Podorywka wykonana bezpośrednio po zbiorze przedplonu stwarza dobre warunki do skielkowania dużej ilości nasion chwastów. Bronowanie niszczy siewki chwastów i spulchnia powierzchnię roli.

Następnym zabiegiem uprawowym przygotowującym rolę pod owies jest orka przedzimowa. W większości przypadków powinna być ona wykonana na głębokość około 20–25 cm. W zmianowaniu z dużym udziałem zbóż można zastosować głęboką orkę przedzimową.

Wiosenna uprawa roli

Wiosenną uprawę roli rozpoczyna się od włókowania lub bronowania. Zabiegi te zmniejszają parowanie wody z powierzchni gleby i przyspieszają ogrzewanie jej. Po nich bardzo korzystne jest zastosowanie zestawu złożonego z kultywatora

o wąskich łapach i wału strunowego lub ciężkiej brony i wału strunowego. Można nim przygotować rolę do siewu w jednym podejściu roboczym. Dodatkowo wał strunowy tworzy zagęszczoną warstwę tuż pod powierzchnią gleby, co umożliwia umieszczenie wysianego ziarna na jednakową głębokość.

Nawożenie mineralne

Jednym z ważniejszych czynników plonotwórczych owsa, zwłaszcza na glebach lżejszych, jest nawożenie mineralne, które działa efektywniej w warunkach uregulowanego odczynu gleby (26).

Nawożenie fosforem

Fosfor uczestniczy w przemianach energetycznych, jak i procesach syntezy budulcowych materiałów rośliny. Właściwe zaopatrzenie roślin w fosfor przyspiesza ich procesy życiowe, powodując wcześniejsze dojrzewanie. Zwiększenie niebezpieczeństwa zakłóceń w pobieraniu fosforu występuje na glebach zakwaszonych, nawożonych niskimi dawkami fosforu pod rośliny przedplonowe, przy niskiej zawartości substancji organicznej (próchnicy). Niedobór fosforu wpływa na opóźnianie dojrzewania, znaczny spadek plonów ziarna oraz ich jakości, zmniejszenie odporności na suszę i na niektóre choroby. Nawożenie fosforem powinno być stosowane wyłącznie przedsięwzięcie, bowiem pogłównie staje się nieefektywne. Dawki fosforu zależą od zawartości przyswajalnych form składnika w glebie, a także wielkości spodziewanych plonów (13, 15, 26) (tab. 4).

Nawożenie potasem

Nawożenie potasem wywiera korzystny wpływ na: wielkość plonu ziarna, zdrowotność roślin, zaopatrzenie ich w wodę, poprawienie wartości technologicznej ziarna oraz wartości biologicznej białka roślinnego. Pobieranie potasu przez rośliny nie odbywa się równomiernie przez cały okres wegetacji. Najszybciej jest on pobierany we wczesnych okresach rozwoju rośliny, później intensywność ta stopniowo maleje.

Dawki potasu zależą od zawartości przyswajalnych form tych składników w glebie, a także wielkości spodziewanych plonów (13, 15, 26) (tab. 4). Na glebach zwięźlejszych nawożenie potasem i fosforem korzystniej jest zastosować pod orkę przedzimową, zaś na glebach lekkich – podczas wiosennego, przedsięwzięcia przygotowania pola.

Tabela 4

Dawki P_2O_5 i K_2O ($kg \cdot ha^{-1}$) dla owsa

Składnik	Zawartość fosforu i potasu w glebie			
	b. niska	niska	średnia	wysoka
Fosfor	60–80*	45–59	30–44	20–29
Potas	75–90	55–74	40–54	25–39

* 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: Sułek i Noworolnik, 2010 (26)

Nawożenie magnezem

Niedobór magnezu przyswajalnego w glebie wpływa na obniżenie zarówno wielkości, jak i jakości plonu ziarna owsa, który ma spośród zbóż największe wymagania odnośnie pobierania magnezu (13, 26). Nawożenie tym składnikiem wpływa na wzrost zawartości w roślinie węglowodanów, tłuszczów i białka. Zwiększenie niebezpieczeństwa zakłóceń w pobieraniu magnezu występuje na glebach piaszczystych, zakwaszonych, po zastosowaniu niskich dawek fosforu i nawozów azotowych zawierających jony NH_4^+ (siarczanu amonu).

Na glebach kwaśnych i ubogich w magnez należy doprowadzić do ich właściwego odczynu, stosując wapno magnezowo-tlenkowe, magnezowo-węglanowe lub dolomit. Gleby o uregulowanym odczynie gleby, ale o niskiej lub bardzo niskiej zasobności w magnez należy nawozić siarczanem magnezu lub innymi nawozami zawierającymi ten pierwiastek, w dawkach 20–40 $kg MgO \cdot ha^{-1}$. Niedobory magnezu można uzupełniać dolistnym dokarmianiem. Do dolistnego nawożenia owsa można stosować roztwór $MgSO_4$ lub wieloskładnikowe nawozy dolistne zawierające magnez.

Nawożenie azotem

Azot ze wszystkich składników pokarmowych najsilniej wpływa na wzrost i plonowanie owsa oraz zawartość białka w jego ziarnie. Wpływ tego czynnika badano w wielu pracach. W doświadczeniach przeprowadzonych na glebach kompleksu żytniego dobrego, w stanowisku po zbożach (10) stwierdzono wzrost plonu ziarna do dawki 60 $kg N \cdot ha^{-1}$ i wzrost zawartości białka w ziarnie do dawki 90 $kg N \cdot ha^{-1}$ zarówno u owsa oplewionego, jak i nagoziarnistego (tab. 5). Odmiana Skrzat (oplewiona) plonowała wyżej od odmian nagoziarnistych. W innych pracach stwierdzono istotną wyżkę plonu ziarna owsa przy dawce 60 $kg N \cdot ha^{-1}$ (29) lub 90–100 $kg N \cdot ha^{-1}$ (8, 16, 18, 27, 28, 30), a zawartość białka w ziarnie wzrastała jeszcze przy wyższych dawkach N. Wzrost plonu ziarna pod wpływem nawożenia azotem był efektem zwiększenia liczby wiech w łanie owsa przy niewielkich zmianach liczby ziaren w wieszce

i MTZ. Optymalna wielkość dawki azotu pod owies zależy od potrzeb nawożenia tym pierwiastkiem, kompleksu glebowego i spodziewanego poziomu plonowania owsa (tab. 6). Bardzo duże potrzeby nawożenia azotem są wówczas, gdy opady zimowe przekroczyły normę, zaś pogoda wiosną jest umiarkowanie sucha i zimna, przedplon nawożono małą dawką azotu oraz w przypadku wysiewu owsa w terminie optymalnym. Małe potrzeby nawożenia azotem występują przy małej ilości opadów zimowych, gdy w zmianowaniu brały udział rośliny motylkowate, strączkowe lub rośliny nawożone dużymi dawkami obornika, gdy pogoda wiosną jest wilgotna i ciepła oraz przy późnym siewie.

Istotne znaczenie dla efektywności nawożenia azotem ma również zdolność danej odmiany do produktywnego wykorzystania tego nawozu (2, 3). Badania w warunkach kontrolowanych (24, 26) wykazały, że odmiany: Bingo, Krezus, Haker, Koneser i Furman lepiej wykorzystują duże dawki azotu niż pozostałe odmiany.

Nawozy azotowe do poziomu $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ stosujemy jednorazowo przed siewem owsa. Natomiast większe dawki powinny być podzielone na dwie części: 60% przed siewem, a resztę na początku fazy strzelania w źdźbło.

Tabela 5

Plonowanie odmian owsa w zależności od dawki nawożenia azotem
(średnio z trzech punktów doświadczalnych w ODR Szepietowo)

Wyszczególnienie	Odmiana*	Dawka azotu ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)			
		0	30	60	90
Plon ziarna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Akt	2,33	2,87	3,30	3,40
	STH 3997	2,18	2,71	3,33	3,39
	Skrzat	3,13	3,84	4,71	4,48
	Średnio	2,55	3,14	3,78	3,76
NIR _{0,05} dla: dawki N – 0,22; interakcji dawki N z odmianami – r.n.					
Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	Akt	14,9	15,2	15,5	15,8
	STH 3997	14,7	15,1	15,2	15,4
	Skrzat	11,2	11,7	12,0	12,4
	Średnio	13,6	14,0	14,2	14,5
NIR _{0,05} dla: dawki N – 0,5; interakcji dawki N z odmianami – r.n.					
Plon białka ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Akt	347	436	513	538
	STH 3997	320	409	506	523
	Skrzat	351	448	565	557
	Średnio	339	431	528	539
NIR _{0,05} dla: dawki N – 25; interakcji dawki N z odmianami – r.n.					

* odmiany nagoziarniste: Akt, STH 4097; odmiana oplewiona – Skrzat

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Noworolnik i Maj, 2005 (10)

Tabela 6

Dawki N (kg·ha⁻¹) zalecane dla owsa

Kompleks glebowo-rolniczy	Potrzeby nawożenia azotem			
	bardzo duże	duże	średnie	małe
Pszenny bardzo dobry Pszenny dobry Pszenny górski	65–85*	55–75	45–65	35–55
Żytni bardzo dobry Zbożowo-pastewny mocny Zbożowy górski	70–90	60–80	50–70	40–60
Pszenny wadliwy Żytni dobry Owsiano-ziemniaczano górski	60–80	50–70	40–60	30–50
Żytni słaby Zbożowo-pastewny słaby Owsiano-pastewny górski	60–70	50–60	40–50	30–40

* większe dawki stosować na glebach w dobrej kulturze

Źródło: Sułek i Noworolnik, 2010 (26)

Siew

Termin siewu

Owies jest rośliną dnia długiego i powinien być wysiewany możliwie jak najwcześniej. Dlatego każde opóźnienie terminu siewu (dzień staje się coraz dłuższy) wpływa bardzo niekorzystnie na produktywność roślin, ponieważ poprzez skrócenie okresu rozwoju wegetatywnego roślina wydaje nieliczne i słabo wykształcone pędy generatywne (1, 4, 5, 6). Opóźnienie terminu siewu owsa o 10–14 dni powoduje zniżkę plonu o 15–22% (7). Potwierdzają to też wyniki najnowszych doświadczeń (tab. 7, 8, 9). Główną przyczyną zniżki plonu jest zmniejszenie liczby wiech w łanie. Ziarno owsa kiełkuje w temperaturze 2–5°C, zatem nie ma bariery termicznej przy wczesnym terminie siewu. W warunkach bardzo wczesnego siewu owies ma możliwość korzystania z zimowych zapasów wody w glebie i jest w mniejszym stopniu atakowany przez szkodniki i choroby. Wczesny termin siewu wpływa korzystnie na kształtowanie się głównych elementów struktury plonu, czyli: liczby pędów produkcyjnych, liczby kłosek w wieszce oraz MTZ.

Optimalny termin siewu owsa w większości rejonów kraju przypada na drugą połowę marca. Jedynie w rejonach północno-wschodnim i podgórskim można opóźnić go do 10 kwietnia. Większość aktualnie zalecanych do uprawy odmian owsa, wskutek spadku obsady wiech na jednostce powierzchni, a także zmniejszenia się liczby i masy ziarna z wiechy, reaguje dużym obniżeniem plonu ziarna na opóźnienie siewu o 10 dni. Tolerancyjne na niewielkie opóźnienie siewu są odmiany: Grajcar (zalecana do uprawy w rejonach górskich), Haker i Furman (26).

Parametry siewu

Plonowanie owsa jest ściśle związane z liczbą wiech na jednostce powierzchni, która z kolei związana jest z ilością wysiewu. Nadmierne zagęszczenie ładu owsa prowadzi do zwiększonego wypadania roślin w okresie ich wegetacji oraz wylegania, a w efekcie do spadku plonu. Liczne badania prowadzone w IUNG-PIB (4, 5, 7, 8, 11) (tab. 9 i 10) i w innych jednostkach badawczych (1, 28, 29) wskazują na odmienne wymagania odmian, co do ich gęstości siewu. Większej ilości wysiewu wymagają słabiej krzewiące się odmiany nieoplewione. W warunkach mniej sprzyjających rozkrzewieniu produkcyjnemu roślin owsa efektywniejsze są większe gęstości siewu. Dobór odpowiedniej ilości wysiewu dla określonej odmiany zależy od warunków siedliska, a przede wszystkim od kompleksu przydatności rolniczej gleb (tab. 11). W przypadku opóźnienia terminu siewu i po gorszych przedplonach normę wysiewu należy zwiększyć o 5–10%. Owies wysiewa się w rzędach, co 12–15 cm, na głębokość 2–4 cm (w wilgotną glebę płycej, zaś w suchą głębiej).

Tabela 7

Plon ziarna ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) owsa w zależności od terminu siewu i terminu zbioru

Termin siewu	Termin zbioru*			Średnio
	I	II	III	
8–14 IV	865	818	756	813
18–24 IV	730	701	650	694
Średnio	798	760	703	-

NIR: dla terminów siewu – 50, dla terminów zbioru – 47

* Terminy zbioru: I – optymalny, II – opóźniony 7 dni, III – opóźniony 14 dni

Źródło: Noworolnik, 2011 (17)

Tabela 8

Wpływ terminu siewu i terminu zbioru na elementy struktury plonu owsa

Termin siewu	Termin zbioru	Liczba wiech na 1 m^2	Liczba ziaren w wiesze	Masa 1000 ziaren (g)	Osypywanie ziarna (g)
8–14 IV	I*	498	58,1	29,9	3
	II	490	54,9	30,4	37
	III	501	51,7	29,2	84
	średnio	496	54,8	29,8	41
18–24 IV	I	443	54,4	29,4	2
	II	439	52,3	29,4	25
	III	430	51,2	28,5	68
	średnio	437	52,6	29,1	32
NIR dla terminów siewu		32	r.n.	r.n.	-

* I – optymalny, II – opóźniony 7 dni, III – opóźniony 14 dni

Źródło: Noworolnik, 2011 (17)

Tabela 9

Wpływ gęstości siewu na plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) owsa (średnio z odmian)
w zależności od terminu siewu i pH gleby

Warunki doświadczeń (liczba doświadczeń)	Gęstość siewu (liczba ziaren $\cdot m^{-2}$)				NIR _{0,05}
	350	450	550	650	
Termin siewu:					
5–9 IV (5)	3,27	3,64	3,83	3,84	0,23
10–17 IV (4)	2,73	3,18	3,49	3,68	0,24
pH gleby:					
5,2–6,4 (4)	3,34	3,61	3,87	3,88	0,24
4,4–5,0 (5)	2,73	3,22	3,48	3,66	0,22

Źródło: Noworolnik i Maj, 2005 (11)

Tabela 10

Wpływ gęstości siewu na plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) odmian owsa (średnio z 9 doświadczeń)

Gęstość siewu (liczba ziaren $\cdot m^{-2}$)	Odmiany*			Średnio
	Akt	STH 4097	Skrzat	
350	2,78	2,59	3,70	3,02
450	3,19	3,05	4,01	3,42
550	3,41	3,45	4,16	3,68
650	3,64	3,43	4,26	3,76
Średnio	3,26	3,13	4,03	-
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu – 0,19; odmian – 0,17; interakcji czynników – 0,22				

* odmiany nagoziarniste: Akt, STH 4097; odmiana oplewiona – Skrzat

Źródło: Noworolnik i Maj, 2005 (11)

Tabela 11

Zalecana ilość wysiewu zrejonizowanych odmian owsa w zależności od kompleksu przydatności
rolniczej gleby

Kompleks glebowo-rolniczy	Arab, Berdysz, Borowiak, Breton, Chwat, Deresz, Flaemingsprofi, Grajcar, Haker, Kasztan, Krezus, Koneser, Rajtar, Scorpion		Arden, Bingo, Cacko, Celer, Furman, Gniady, Komfort, Maczo, Nagus, Pogon, Polar, Sławko, Sprinter, Stoper Szakal, Zuch	
	liczba ziaren		liczba ziaren	
	(mln szt. $\cdot ha^{-1}$)	kg $\cdot ha^{-1}$ *	(mln szt. $\cdot ha^{-1}$)	kg $\cdot ha^{-1}$
Pszenny b. dobry i dobry, Pszenny górski	4,5	147	4,8	157
Żytni b. dobry, Zbożowo pastewny mocny, Zbożowy górski	5,0	163	5,3	173
Pszenny wadliwy, Żytni dobry, Owsiano-ziemniaczany górski	5,5	180	5,8	190

cd. tab. 11

Kompleks glebowo-rolniczy	Arab, Berdysz, Borowiak, Breton, Chwat, Deresz, Flaemingsprofi, Grajcar, Haker, Kasztan, Krezus, Koneser, Rajtar, Scorpion		Arden, Bingo, Cacko, Celer, Furman, Gniady, Komfort, Maczo, Nagus, Pogon, Polar, Sławko, Sprinter, Stoper Szakal, Zuch	
	liczba ziaren		liczba ziaren	
	(mln szt. · ha ⁻¹)	kg · ha ⁻¹ *	(mln szt. · ha ⁻¹)	kg · ha ⁻¹
Żytni słaby, Zbożowo-pastewny słaby, Owsiano-pastewny górski	6,0	197	6,3	205

* ilość wysiewu w kg · ha⁻¹ wyliczona przy MTZ – 31 g i zdolności kiełkowania – 95%

Źródło: Sulek i Noworolnik, 2010 (26)

Pielęgnacja zasiewów

Owies jest zbożem łatwo zachwaszczającym się w stopniu ograniczającym jego plon. W jego uprawie duże znaczenie ma mechaniczna pielęgnacja, ponieważ jest on wrażliwy na większość herbicydów. Pierwsze bronowanie może być wykonane jeszcze przed wschodami lub w okresie tzw. szpilkowania roślin. Zabieg ten przeciwdziała zaskorupieniu się gleby, szczególnie ciężkiej, a także skutecznie niszczy większość wschodzących chwastów. Następne bronowanie przeprowadza się (zawsze w poprzek lub ukos rzędów) dopiero w fazie krzewienia się roślin i w razie konieczności powtarza po około 2 tygodniach. W okresie między szpilkowaniem a fazą krzewienia (4–5 liść) owies jest bardzo wrażliwy na uszkodzenia mechaniczne, dlatego wykonanie w tym okresie bronowania nie jest zalecane (26).

W warunkach silnego zachwaszczenia owsa dodatnio na jego plon wpływa stosowanie herbicydów (14, 22, 23). Przy ich doborze należy uwzględnić gatunek chwastów dominujących w łanie. Herbicydy w owsie stosuje się od fazy 5–6 liści do końca krzewienia. Aktualnie brakuje zalecanych dla owsa fungicydów do stosowania w okresie jego wegetacji. Znaczne szkody w uprawach owsa mogą wyrządzać szkodniki, a zwłaszcza ploniarka zbożówka, różne gatunki mszyc, a ostatnio coraz częściej skrzypionki. W przypadku dużego nasilenia szkodników należy stosować odpowiedni insektycyd (26).

Zbiór

Zbiór owsa bez strat w plonie jest bardzo trudny. Dojrzewa on bardzo nierównomiernie zarówno w obrębie wiech, jak i rośliny, zwłaszcza w przypadku wtórnego krzewienia się, które może nastąpić w warunkach niedoboru opadów w fazie krzewienia się roślin oraz ich nadmiaru w późniejszym okresie wegetacji. Ponadto ziarno owsa łatwo się osypuje, dlatego zboża tego nie można przetrzymywać na pniu (tab. 7 i 8). Zbiór kombajnem należy przeprowadzić w okresie dojrzałości pełnej ca-

łych wiech, przy wilgotności ziarna poniżej 20%. Ziarno należy oczyścić i wysuszyć do wilgotności 15%. Temperatura suszenia owsa przeznaczonego na materiał siewny nie może przekraczać 45°C.

Słoma owsa odznacza się dużą wartością paszową i powinna być starannie zebrana.

Wnioski

W agrotechnice owsa mniejsze znaczenie mają takie czynniki, jak: warunki glebowe i przedplonowe, uprawa roli i zwalczanie chorób, ze względu na mniejsze wymagania owsa w tym zakresie na tle innych gatunków zbóż. Ważnym czynnikiem jest wczesny termin siewu (duże zniżki plonu przy opóźnieniu siewu), optymalna gęstość siewu (ze względu na słabe rozkrzewienie roślin owsa), odpowiednie dawki nawozów mineralnych i warunki zbioru (z uwagi na wrażliwość na osypywanie się ziarna). Wejście do praktyki odmian owsa nagoziarnistego umożliwia szersze wykorzystanie ziarna owsa, także dla trzody chlewnej i drobiu, dla których owies oplewiony ma niską wartość pastewną.

Literatura

1. Dubis B., Budzyński W.: Reakcja owsa nagoziarnistego i oplewionego na termin i gęstość siewu. Biul. IHAR, 2003, **229**: 139-146.
2. Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J.: Reakcja nowych odmian owsa na nawożenie azotem. Pam. Puł., 1997, **109**: 7-18.
3. 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.
4. Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J.: Termin i gęstość siewu nowych odmian owsa. IUNG Puławy, 1997, **R(344)**: 1-24.
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. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Zmiany w plonowaniu i budowie przestrzennej łanu owsa pod wpływem opóźnienia siewu. Pam. Puł., 1999, **114**: 177-184.
7. Leszczyńska D.: Siew jako ważny element integrowanej technologii owsa. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2012, **30(4)**: 59-67.
8. Leszczyńska D., Noworolnik K.: Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na plonowanie, komponenty plonu oraz zawartość białka i plon białka owsa nagoziarnistego. Fragn. Agron., 2008, **97**: 220-227.
9. Normy Żywienia Drobiu, Praca zbiorowa. PAN Jabłonna, 1993, Omnitech Press Warszawa.
10. Noworolnik K., Maj L.: Plonowanie owsa nagoziarnistego na tle oplewionego w zależności od nawożenia azotem, Pam. Puł., 2005, **139**: 129-136.
11. Noworolnik K., Maj L.: Wpływ gęstości siewu na plonowanie owsa nagoziarnistego i oplewionego. Pam. Puł., 2005, **139**: 137-143.
12. Noworolnik K., Terelak H.: Plonowanie jęczmienia jarego i owsa oraz ich mieszanki w zależności od warunków glebowych. Rocz. Gleb., 2005, **3-4**: 60-66.
13. Noworolnik K., Terelak H.: Wpływ agrochemicznych właściwości gleb na plon ziarna i białka jęczmienia jarego i owsa oraz ich mieszanki. Rocz. Gleb., 2006, **3-4**: 72-79.
14. Noworolnik K.: Wpływ wybranych herbicydów i fungicydów na strukturę plonu i zawartość białka w ziarnie owsa. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2008, **48(4)**: 1535-1538.

15. Noworolnik K.: Plonowanie i jakość ziarna owsa w zależności od wilgotności podłoża i dawki azotu. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2010, **3(70)**: 190-196.
16. Noworolnik K.: Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plonowanie i zawartość białka w ziarnie owsa. *Pam. Puł.*, 2010, **152**: 183-189.
17. Noworolnik K.: Wpływ terminu siewu i terminu zbioru na plonowanie i zawartość białka w ziarnie owsa. *Polish J. Agron.*, 2011, **6**: 35-38.
18. 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.
19. Piech M., Maciorowski R., Petkov K.: Plon ziarna i składników pokarmowych nieoplewionych i oplewionych odmian owsa oraz jęczmienia jarego w siewie czystym i w mieszance. *Biul. IHAR*, 2003, **229**: 157-165.
20. Praca zbiorowa: Lista opisowa odmian. Rośliny zbożowe. COBORU, 2013, ss. 174.
21. Rzedzicki Z., Sykut E., Wirkijowska A., Nita Z.: Błonnik pokarmowy najważniejszym wyróżnikiem jakości zbóż spożywczych, *Fragm. Agron.*, 2008, **97**: 357-371.
22. Skrzypczak G., Pudełko J.: Ocena skuteczności chwastobójczej herbicydów w uprawie owsa nagiego (*Avena sativa* var. *nuda*). *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2001, **41**: 910-912.
23. Stachlecki S., Krawczyk R.: Efektywność zabiegów chwastobójczych wybranymi herbicydami w uprawie owsa siewnego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2003, **43**: 944-946.
24. Sułek A.: Reakcja nowych odmian owsa na nawożenie azotem w doświadczeniu wazonowym. *Biul. IHAR*, 2009, **252**: 205-210.
25. Sułek A.: Porównanie produktywności i architektury łanu owsa brunatnoplewkowej odmiany „Gniady” w zależności od doboru kompleksu glebowego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2010, **3(70)**: 205-215.
26. Sułek A., Noworolnik K.: Uprawa owsa na cele paszowe i spożywcze. *Instr. upowsz. IUNG-PIB*, 2010, **192**: 1-19.
27. Szmigiel A., Oleksy A.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie nagoziarnistej i oplewionej formy owsa. *Biul. IHAR*, 2006, **239**: 27-33.
28. Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D.: Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na plon ziarna, zawartość białka i elementy struktury plonu owsa. *Biul. IHAR*, 2006, **239**: 41-47.
29. Walens M.: Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*, 2003, **229**: 115-124.
30. Wróbel E., Krajewski T., Krajewski W.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*, 2003, **229**: 95-102.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 208
e-mail: knoworolnik@iung.pulawy.pl

Jerzy Księżak

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

WARTOŚĆ POKARMOWA MIESZANEK ROŚLIN STRĄCZKOWYCH ZE ZBOŻAMI*

Słowa kluczowe: mieszanki strączkowo-zbożowe, jakość paszy, wartość pokarmowa, surowiec paszowy

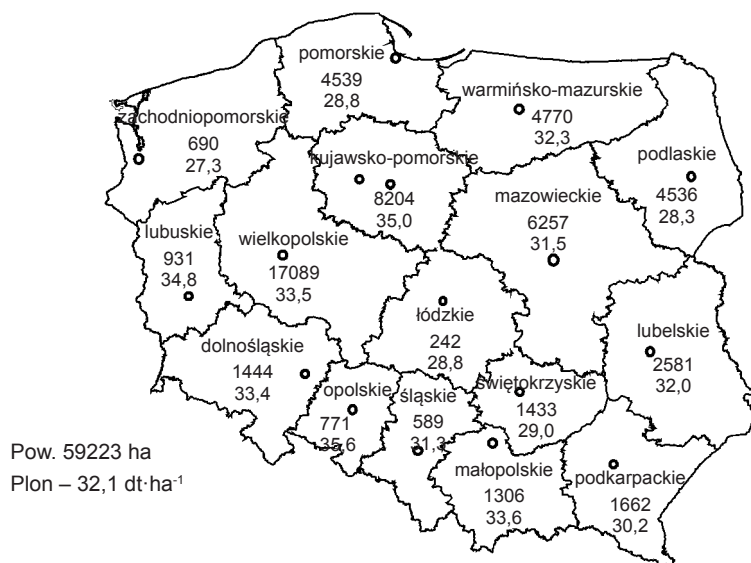
Wstęp

Jedną z charakterystycznych cech naszego rolnictwa jest bardzo duży udział w strukturze zasiewów mieszanek zbożowych i strączkowo-zbożowych. Na korzyści płynące ze współrzędnej uprawy zbóż z roślinami strączkowymi wskazywał już na początku XIX wieku O c z a p o w s k i (34). Około 50 lat temu B u r c z y k (8) stwierdził, że siew mieszany jest bardziej korzystny, jeśli porównamy łączny plon mieszanek z sumą plonów tych gatunków sianych oddzielnie. 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 (23). C e g l a r e k i in. (10) wskazują, że mieszanki roślin sprawdzają się najlepiej w mniej korzystnych warunkach siedliska, na polach o silnie zróżnicowanej glebie, wadliwych stosunkach wodnych, zróżnicowanych przedplonach i różnych poziomach kultury roli. Ponadto uprawa takich mieszanek jest jedną z możliwości zwiększenia areálu obsiewanego roślinami strączkowymi.

Mieszanki roślin strączkowych ze zbożami są uprawiane w celu uzyskania nasion roślin strączkowych, wyprodukowania paszy treściwej o większej zawartości białka niż ziarno zbóż, pozyskania zielonki na paszę. Mogą być one wykorzystane na przyoranie. Największe zainteresowanie tymi uprawami występowało w pierwszej połowie lat 90., natomiast od kilku lat obserwujemy stały, niewielki przyrost areálu, bowiem w latach 2001–2005 uprawiane były na powierzchni około 43 tys. ha,

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

a w roku 2012 – nieco przekroczyły 59 tys. ha. (rys. 1). W roku 2012 najwięcej mieszanek było uprawianych w województwach: kujawsko-pomorskim, mazowieckim i wielkopolskim, natomiast najmniej w województwach: opolskim, śląskim i zachodniopomorskim. Średnie plony w tym roku wynosiły 32,1 dt·ha⁻¹. Uprawa mieszanek jest zasadna ze względu na walory produkcyjne i agrotechniczne. Cechuje je szereg korzystnych oddziaływań natury strukturalnej, fizjologicznej i konkurencji między roślinami. Uprawa ich jest uzasadniona wówczas, gdy plon mieszanek jest większy, bardziej stabilny, koszty produkcji mniejsze niż w siewach czystych zbóż, albo gdy ujawni się choćby jedna z tych cech.



Rys. 1. Powierzchnia uprawy (ha) i plon nasion (dt·ha⁻¹) jarych mieszanek roślin strączkowych ze zbożami w 2012 roku

Źródło: GUS, 2013 (41)

Duże różnice w pokroju roślin i typie systemu korzeniowego między zbożami a roślinami strączkowymi sprzyjają lepszemu wykorzystaniu przez mieszankę zmiennych warunków glebowych w stosunku do siewu czystego tych gatunków (32). Ponadto w takich uprawach lepiej wykorzystywane są warunki siedliskowe, gdyż maksymalne zapotrzebowanie na wodę i składniki pokarmowe w czasie wegetacji komponentów mieszanek przypada w innym czasie, a więc konkurencja o te składniki może być słabsza. Umożliwia to stosowanie mniejszych dawek nawożenia fosforem i potasem niż pod zboża i rośliny strączkowe w czystym siewie.

Wyniki badań dostarczyły licznych dowodów, że rośliny niemotylkowate rosnące w sąsiedztwie roślin motylkowatych korzystają z azotu zasymilowanego przez bakterie brodawkowe. Wy tłumaczenie tego zjawiska przedstawił V i r t a n e n (cyt. za 15)

który podając, że azot z brodawek korzeniowych rośliny motylkowatej przechodzi do podłoża w postaci kwasu asparaginowego i β -alaniny, z których może korzystać zbożowy komponent mieszanki. Wyka wysiana z owsem może pobrać około 53 kg azotu pochodzącego z symbiozy (w przeliczeniu na 1 ha), tj. 90% całego pobranego azotu (48). Owies natomiast może pobrać 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.

Badania wykonane w IUNG-PIB Puławy (24 i 25) wykazały, że zwiększenie poziomu nawożenia azotem mineralnym mieszanek od 0 do 90 kg powodowało istotne ograniczenie wiązania azotu atmosferycznego przez rośliny grochu. Na każde 10 kg azotu zastosowanego w dawce 30 i 60 kg w mieszance grochu z pszenicą lub grochu z jęczmieniem następowało zmniejszenie ilości związanego azotu o około 7–8 kg, natomiast w dawce 90 kg ograniczało silniej, bo o około 9 kg. Biologiczne wiązanie azotu zależy także w dużym stopniu od warunków glebowych (zawartości azotu, wilgotności, pH) oraz od nasilenia chorób i występowania szkodników. Dawki azotu pod mieszanki można ograniczyć do 30 kg·ha⁻¹, niezależnie od tego, czy komponentem zbożowym jest pszenica czy jęczmień.

Ważnym elementem uprawy mieszanek jest konkurencja komponentów w dostępie do światła. Zdaniem Ofori i Sterna (35) światło i azot są najważniejszymi czynnikami wpływającymi na plon mieszanki. Wyższy zbożowy komponent powoduje utrudnienie warunków wzrostu towarzyszącej roślinie strączkowej poprzez zacienianie, co nasila się w warunkach zwiększonego nawożenia azotem. Herper (cyt. za 35) podaje, że jeśli komponenty mieszanki konkurują ze sobą pod względem wzrostu, to o plonie mieszanki decyduje słabszy komponent. Potencjał konkurencyjny pojedynczej rośliny łubinu żółtego jest większy niż rośliny pszenżyta i owsa względem łubinu. Jednak wskutek większej liczby zbóż 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. Lepsze plonowanie mieszanek roślin strączkowych ze zbożami jest związane z niewielką zależnością systemów korzeniowych ich komponentów (53). Najmniej korzystny ze względu na aktywność systemu korzeniowego jest siew w rzędy naprzemianległe (47).

Uprawa roślin w mieszankach wykorzystuje również biologiczne mechanizmy walki z patogenami. W wielu doświadczeniach dowiedziono, że uprawa roślin w mieszankach znacznie ogranicza rozprzestrzenianie się chorób, szkodników oraz wyleganie. Mieszanki silniej konkurują z chwastami i z reguły ulegają mniejszemu zachwaszczeniu niż rośliny strączkowe w czystym siewie. Pozwala to na zmniejszenie lub całkowitą rezygnację ze stosowania chemicznych zabiegów pielęgnacyjnych. W celu zniszczenia chwastów po siewie niejednokrotnie wystarczy wykonać 1–2 razy bronowanie, a tylko w przypadku silnego zachwaszczenia zastosować odpowiedni

herbicyd. Opłacalność uprawy mieszanek roślin strączkowych ze zbożami ściśle związana jest z wysokością plonów, a ze względów ekonomicznych najbardziej uzasadniona jest uprawa mieszanek grochu z jęczmieniem.

Rośliny o wiotkich łodygach charakteryzuje duża podatność na wyleganie, co utrudnia ich zbiór i przyczynia się do obniżenia jakości nasion. Niekorzystny wpływ wylegania takich roślin w dużym stopniu łagodzi uprawa z rośliną zbożową, która ogranicza ich wyleganie i wpływa korzystnie na warunki fitosanitarne w łanie. Zboże utrzymuje takie rośliny nad powierzchnią gleby, dzięki czemu nie stykają się one bezpośrednio z wilgotną glebą. Zwiększanie udziału zboża powoduje poprawę zdolności kiełkowania nasion roślin strączkowych.

Dodatkową korzyścią z uprawy mieszanek jest ich wpływ na urodzajność gleby oraz jej stan sanitarny. Wartość stanowiska pozostawionego przez mieszanki zależy od doboru komponentów, ich udziału w łanie, odmiany, poziomu plonowania oraz warunków glebowych. Mieszanki pszenżyta jarego z łubinem żółtym są zdecydowanie lepszym przedplonem dla pszenicy jarej niż pszenżyto jare. Większy udział grochu i łubinu żółtego lub wąskolistnego w mieszance korzystniej wpływa na plon pszenicy, przy czym taka tendencja silniej się uwidoczniła w korzystniejszych warunkach glebowych. Nieco inna jest wartość przedplonowa mieszanek z owsem. Pszenżyto ozime uprawiane po mieszankach owsa z grochem i łubinem żółtym reaguje tylko minimalnym wzrostem plonowania w stosunku do owsa w czystym siewie. Wynika to z właściwości samego owsa, który zaliczany jest do dobrych przedplonów dla zbóż ozimych. Mieszanki strączkowo-zbożowe łagodzą ujemne skutki związane z siewami zbóż po sobie, gdyż stanowią element przerywający ciągłość ich uprawy. Plony pszenicy ozimej po jęczmieniu z grochem lub owsa z grochem w porównaniu z uprawą po pszenżycie charakteryzują się bardzo małą zmiennością w latach. Resztki poźniwne łubinu i pszenżyta (słoma, ściern i korzenie) wzbogacają glebę w 32 kg azotu i dostarczają 55 kg potasu (52).

Wartość pokarmowa mieszanek uprawianych na nasiona

Zmiana udziału nasion komponentów w plonie miała znaczący wpływ na jakość uzyskanego surowca paszowego mieszanek grochu z jęczmieniem jarym (45). Zwiększenie udziału nasion grochu w plonie mieszanki korzystnie wpływało na koncentrację białka i tłuszczu oraz ograniczenie ilości włókna. Również Buraczynska (6) w nasionach mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym o większym udziale zanotowała znaczny wzrost zawartości białka. Lithourgidis i in. (30) także podkreślają, że udział nasion wyki w mieszance z owsem lub pszenżycem korzystnie wpływa na jakość uzyskanej paszy. Udział odmiany grochu o tradycyjnym ulistnieniu (Set) w mieszance z jęczmieniem zapewniał pasze o większej zawartości białka. Natomiast według tych autorów odmiana grochu, jak również jej udział w plonie mieszanki miał niewielki

wpływ na zawartość fosforu, wapnia i magnezu, obserwowano jedynie zwiększenie koncentracji potasu w paszy o większym udziale nasion grochu.

Książak i Staniak (29), oceniając wartość pokarmową mieszanek łubinu wąskolistnego z różnymi gatunkami zbóż jarych, stwierdzili, iż zwiększenie udziału jego nasion w plonie mieszanki korzystnie wpływało na koncentrację białka i tłuszczu. Powodowało to również zwiększenie ilości włókna i popiołu oraz koncentracji potasu. Większy udział nasion łubinu w plonie mieszanki miał niewielki wpływ na zawartość wapnia i magnezu. Ponadto według tych autorów pasze o znacznie większej zawartości białka w mieszance zapewniała uprawa łubinu z pszenicą. Micek i in. (33) największy plon białka zanotowali, uprawiając mieszankę owsa (25%) z bobikiem odmiany Optimal (75%). Ponadto zdaniem tych autorów zwiększenie udziału owsa w mieszankach z bobikiem ograniczało zawartość białka w uzyskanym surowcu paszowym oraz miało niewielki wpływ na koncentrację innych składników pokarmowych, strawność *in vitro* oraz JPM.

Pisulewska (37–39) analizowała wartość pokarmową nasion i ziarna mieszanek zbożowo-strączkowych ozimych i jarych. Badania dotyczyły głównie wartości odżywczej białka wyrażanej we wskaźniku aminokwasów egzogennych – EAAI (Essential Amino Acid Index) Osera i wskaźnika aminokwasu ograniczającego – CS (Chemical Score) Blocka i Mitchella. W odniesieniu do mieszanek ozimych (pszenżyto z wyką i żyto z wyką) stwierdzono, że mieszanki pszenżyta z wyką miały wyższy wskaźnik EAAI niż mieszanki żyta z wyką, a aminokwasem ograniczającym wartość odżywczą białka była izoleucyna. Mieszankę jarą pszenżyta z peluszką charakteryzował najwyższy wskaźnik wartości odżywczej białka EAAI wynoszący 78 i wysoka zawartość lizyny, izoleucyny i treoniny, a mieszankę pszenżyta z grochem – najniższy wskaźnik = 55. Wyniki uzyskane przez tę autorkę (39) wskazują na dużą zależność pomiędzy zawartością lizyny, izoleucyny i treoniny a wskaźnikiem aminokwasów egzogennych; zwiększenie udziału rośliny strączkowej powodowało wzrost wskaźnika EAAI. Ta sama autorka (39) stwierdziła, że porównywane mieszanki reagowały odmiennie na zwiększające się dawki nawożenia azotem. W mieszance żyta z wyką kosmatą obserwowano spadek sumy aminokwasów, co potwierdziło wyniki badań uzyskane przez Zająca (54). Natomiast mieszanki pszenżyta z wyką reagowały dodatnio, albo EAAI utrzymywał się na podobnym poziomie. Zawartość lizyny zanotowana przez Pisulewską (39) w mieszance żyta Dańkowskiego Złotego z wyką była podobna jak w ziarnie żyta, natomiast według Rakowskiej i in. (42) była znacznie większa niż w życie. Ponadto zawartość treoniny w mieszankach zanotowana przez Pisulewską (39) była znacznie większa niż stwierdzona przez Maciejewicz-Ryś i in. (31) oraz Rakowską i in. (42). Zwiększenie nawożenia azotem wpływało negatywnie na zawartość lizyny i izoleucyny w mieszance żyta z wyką, natomiast stymulowało ilość lizyny w mieszance pszenżyta Ugo z wyką (39). Ponadto w nasionach mieszanki pszenżyta Almo z wyką zanotowano ograniczenie zawartości lizyny pod wpływem nawożenia N, a zawartość izoleucyny była najwyższa w mieszankach nawożonych dawką 30 kg·ha⁻¹.

Pisulewska (38) podaje, że zwiększenie udziału wyki w mieszance z pszenicą i grochu z pszenżytem powodowało zwiększenie udziału nasion roślin strączkowych w plonie, ale przede wszystkim wzrost zawartości białka w materiale paszowym. Podobny pogląd przedstawiają Droushiotis (14) oraz Johnston i in. (17) którzy jednocześnie dodają, że zwiększenie ilości białka zanotowane jest niezależnie od gatunku zboża. Ponadto Johnson i in. (17) donoszą, że średnia zawartość białka w mieszankach grochu z pszenicą była większa niż w mieszankach tego gatunku z jęczmieniem i owsem, a Droushiotis (14), iż większą zawartością charakteryzowały się mieszanki strączkowych z pszenżytem niż strączkowych z owsem. Ci sami autorzy (14) obserwowali większą strawność mieszanek pszenżyta z grochem niż mieszanek owsa z grochem, a zwiększenie udziału grochu w mieszankach ją poprawiało. Buraczyńska i in. (7) pod wpływem zwiększenia udziału bobiku w mieszance z pszenicą oraz Celarek i in. (13) w mieszankach grochu z jęczmieniem i łubinu żółtego z pszenżytem obserwowali podobnie jak inni autorzy zwiększenie zawartości białka. Ponadto autorzy ci (7 i 13) oraz Księżak i Borowiecki (27), zwiększając udział rośliny strączkowej zanotowali zwiększenie ilości włókna, popiołu, Ca, Mg, K i Na oraz ograniczenie ilości tłuszczu i bezazotowych wyciągowych. Większą ilość białka w mieszankach bobiku z pszenżytem i łubinu żółtego z pszenżytem obserwowali także Kotecki i in. (52). Kotwica i Rudnicki (18), analizując zawartość białka w plonie mieszanek podają, że stanowi ona w głównym stopniu wypadową udziału gatunków w plonie mieszanek, a jego koncentracja jest tym większa, im większy jest udział nasion rośliny strączkowej w plonie mieszanek. Autorzy ci podają również, że średnia zawartość białka w nasionach wynosiła 16,8% z rozpiętością od 10,8% w mieszankach owsa z łubinem do 23,2% w mieszance pszenżyta z łubinem. Ceglarek i in. (11, 12) informują, że zawartość białka w mieszankach najbardziej zależała od składu mieszanek, ale znaczący wpływ miał także termin ich zbioru. Opóźnienie terminu zbioru mieszanek z fazy kłoszenia do fazy dojrzałości mleczno-woskowej i pełnej pszenżyta spowodowało istotny spadek zawartości białka w uzyskanym materiale paszowym.

Z badań Księżaka (22) wynika, że wartość energetyczna mieszanek grochu z jęczmieniem dla trzody chlewnej, wyrażona w MJ energii metabolicznej, ulega małym zmianom w zależności od odmiany grochu. Niewielki wzrost energii metabolicznej i białka następował pod wpływem zwiększenia z 30 do 70% udziału nasion grochu przy wysiewie mieszanki z jęczmieniem. Wyniki te wskazują, że mieszanki grochu z jęczmieniem mogą stanowić główną paszę dla tuczników; wymagany jest jednak niewielki dodatek paszy wysokobiałkowej. Według Zielińskiej i Rutkowskiego (56) plon jednostek owsianych mieszanki owsa z pastewną odmianą grochu był o 11% mniejszy od plonu uzyskanego z owsa uprawianego w czystym siewie. Ponadto wartość energetyczna mieszanek zbożowo-strączkowych stanowi wypadkową wielkości plonu ogólnego mieszanek i jego składu gatunkowego.

Badania Księżaka i Borowieckiego (26) wykazały, że najlepsze rezultaty w żywieniu tuczników uzyskano, stosując mieszanki grochu z pszenżytem, efektem

czego były największe przyrosty masy ciała zwierząt oraz najmniejsze zużycie paszy na 1 kg przyrostu. Zużycie energii metabolicznej i białka na 1 kg przyrostu było również nieco mniejsze u tuczników żywionych grochem z pszenżytem niż grochem z jęczmieniem lub pszenicą. Grela i in. (16), prowadząc badania nad mieszankami grochu z pszenżytem stwierdzili mniejsze przyrosty tuczników i większe zużycie paszy na 1 kg przyrostu u żywionych taką paszą w porównaniu z żywionymi jęczmieniem. Autorzy ci przyczyn słabszych przyrostów dziennych u zwierząt karmionych mieszanką z pszenżytem dopatrują się w zwiększonej zawartości niektórych substancji antyżywniowych, zwłaszcza alkilorezorcynoli, których w pszenżycie jest kilkakrotnie więcej niż w jęczmieniu.

Wartość mieszanek uprawianych na kiszonkę

W Polsce spośród roślin pastewnych na paszę objętościową dla przeżuwaczy najczęściej uprawia się kukurydzę, lucernę i inne gatunki. Wydaje się, iż alternatywną paszą objętościową mogącą w jakimś stopniu zastąpić te rośliny jest zielonka z mieszanek strączkowo-zbożowych. Mieszanki takie zbierane w okresie od początku kłoszenia do dojrzałości mleczno-woskowej zbóż dostarczają paszę o wysokiej wartości energetycznej i jednocześnie bogatszej w białko niż pasza z kukurydzy. Stwarzają również możliwość zastąpienia kukurydzy w rejonach, gdzie roślina ta jest zawodna.

Według Ostrowskiego i Daczewskiej (36) mieszanki zbóż z roślinami strączkowymi zbierane w fazie dojrzałości mlecznej i wioskowej były dobrym materiałem kiszonkarskim. Fakt ten podkreślają również Krzywiecki i in. (20, 21), Podkowska i Janicki (40) oraz Tywończuk i in. (49). Zdaniem Ofarii i Sterna (35) mieszanki pszenicy z grochem zawierają więcej białka, mniej tłuszczu niż mieszanki owsa z wyką, natomiast gromadzą zbliżoną ilość włókna. Ponadto autorzy ci (36) nie stwierdzili także wyraźnego związku między udziałem roślin strączkowych w mieszankach a zawartością białka ogólnego w paszach, ich strawnością i wartością energetyczną. Natomiast Ceglarek i in. (12) zanotowali znaczny wzrost zawartości białka w mieszankach z większym udziałem roślin strączkowych. Autorzy ci obserwowali także istotne zmniejszenie zawartości białka w mieszankach spowodowane opóźnieniem terminu zbioru z fazy kłoszenia do fazy dojrzałości mleczno-woskowej, a następnie do fazy pełnej dojrzałości pszenżyta. Natomiast Błade i in. (3) podają, że mieszanki jęczmienia z pastewnymi odmianami grochu charakteryzują się wyższymi plonami masy roślinnej oraz lepszą jakością kiszonki niż mieszanki z odmianami nasiennymi. Ponadto mieszanka odznaczają się one wyższym poziomem białka oraz niższą zawartością NDF, co wskazuje, że korzystniej jest uprawiać mieszanki z pastewnymi odmianami grochu.

Dynamikę zmian w udziale komponentów mieszanki grochu z owsem oraz dynamikę wartości pokarmowej roślin w okresie wzrostu i dojrzewania prześledzili Brundage i Klebesadel (4). Autorzy ci twierdzili między innymi, że poziom

białka ogólnego w roślinach owsa systematycznie malał (z 20% przed kłoszeniem do 10% s.m. w fazie dojrzewania), natomiast u grochu od początku intensywnego wzrostu pozostawał na zbliżonym poziomie – około 15%. Zawartość włókna i frakcji ADF była większa w owsie niż w grochu, a zawartość ligniny utrzymywała się w roślinach grochu na poziomie 5% suchej masy, natomiast u owsa wzrastała w okresie od fazy mleczej do pełnej dojrzałości ziarna (do około 5%). Biorąc pod uwagę wielkość plonu i strawność suchej masy, autorzy przyjmują jako właściwy okres zbioru mieszanki – od fazy mleczej do początku woskowej dojrzałości ziarna owsa.

Według Książaka i Staniak (28) udział roślin strączkowych w mieszankach różnicował wartość pokarmową białka, a korzystniejsze były mieszanki z 75% udziałem tych gatunków. Natomiast, jak podają Borowiecki i Książak (1), Borowiecki i in. (2), zwiększenie udziału grochu przy wysiewie z 50 do 75% wpływało na polepszenie wartości białka (BTJP, BTJN, BTJE) w mieszankach z jęczmieniem o 14 %, a w mieszankach z owsem o 7 %, co było związane z istotnym wzrostem udziału grochu w plonie. Większą wartością odznaczały się także mieszanki, których komponentem była wyka, a lepszym gatunkiem zbożowym okazał się owies, natomiast silniejszy jego wpływ na wartość BTJE zanotowano zwłaszcza na obiektach nienawożonych kompostem (28). Borowiecki i Książak (1) także zanotowali lepszą wartość białka w mieszankach z owsem niż z jęczmieniem.

Wyniki uzyskane przez Książaka i Staniak (28) wskazują, że zastosowanie nawożenia naturalnego na oceniane komponenty mieszanek (gatunki roślin strączkowych i zbóż) nie miały znaczącego wpływu na wartość energetyczną mieszanek roślin zbożowych ze strączkowymi zbieranymi na zieloną masę. Natomiast nieco większa zawartość tych jednostek cechowała masę roślinną mieszanek z 50% udziałem roślin strączkowych. W pracy Borowieckiego i Książaka (1) porównywano również wartość energetyczną badanych mieszanek. Średnia wartość wyrażona w JPM w 1 kg suchej masy w mieszankach grochu z jęczmieniem wynosiła 0,77, a w mieszankach z owsem – 0,74.

Książak i Staniak (28) obserwowali poprawę strawności mieszanek roślin strączkowych ze zbożami pod wpływem zastosowanego nawożenia organicznego oraz zwiększenia udziału rośliny strączkowej z 50 do 75%. Według tych autorów mieszanki z grochem i owsem nawożone kompostem odznaczały się lepszą strawnością niż mieszanki, których komponentem strączkowym była wyka. Natomiast w mieszankach nienawożonych różnice były niewielkie i zmienne w latach. Według Borowieckiego i Książaka (1) strawność *in vitro* suchej masy mieszanek grochu z jęczmieniem była średnio o 2% lepsza niż mieszanek grochu z owsem, co jest według tych autorów związane z większą zawartością włókna surowego w owsie. Prace innych autorów potwierdzają także te wyniki (4). Borowiecki i Książak (1) wskazują także, że dobór odmiany grochu do mieszanek ze zbożami nie miał większego znaczenia, ale zwiększony z 50 do 75% udział grochu przy wysiewie wpłynął na poprawę strawności o 1,6%.

Zawartość składników mineralnych (P, K, Mg, Ca) w mieszankach roślin strączkowych ze zbożami jarymi nie ulegała wyraźnym zmianom w latach badań (1, 28). Zdaniem Księżaka i Staniak (28) gatunek zbóż, jak i rośliny strączkowej, jakie były komponentem mieszanki oraz udział rośliny strączkowej w mieszance nie różnicowały znacząco procentowej zawartości tych składników. Autorzy ci zanotowali jedynie większą zawartość fosforu i wapnia w mieszankach, w składzie których rośliny strączkowe stanowiły 75%, natomiast potasu – gdy strączkowych w mieszankach było 50%. Ponadto większą zawartością potasu odznaczały się mieszanki z udziałem wyki, natomiast na zawartość pozostałych składników nie miał wpływu gatunek komponenta strączkowego (28). Wyniki uzyskane przez Borowieckiego i Księżaka (1) wskazują jedynie na tendencję do nieco większej zawartości wapnia w mieszankach grochu z jęczmieniem i potasu z owsem. Według Norm żywienia bydła, owiec, i kóz można przyjąć, że pod względem zaopatrzenia przeżuwaczy na P, K, Mg i Ca mieszanki te dostarczają odpowiedniej ich zawartości.

Wyniki duńskich doświadczeń wykazały, że żywienie bydła mlecznego kiszonką z mieszanek grochu z jęczmieniem sprzyja większej produkcji mleka i przyrostom żywej wagi bydła niż żywionych kiszonką z samego jęczmienia (44). Wyniki badań krajowych dowodzą, że kiszonka z mieszanki peluszek, owsa i jęczmienia może być podawana cielętom 11–70-dniowym jako wyłączna pasza objętościowa (19). Żywienie takie dawało podobne efekty żywieniowe jak siano łąkowe. Pobieranie przez cielęta kiszonki było jednak nieco mniejsze niż siana łąkowego i w efekcie powodowało słabsze o około 7% przyrosty masy ciała (54, 55). Wawrzyńczak i in. (51) podają, że mniejsze były średnie dobowe przyrosty masy ciała buhajków, w żywieniu których podstawową paszą objętościową była kiszonka z mieszanki roślin strączkowych ze zbożami w porównaniu z żywionymi kiszonką z kukurydzy. Ponadto składniki pokarmowe takiej paszy są dobrze wykorzystane przez zwierzęta, ale jednocześnie zużywają więcej składników pokarmowych na przyrost 1 kg masy ciała. Uzyskane wyniki znajdują pełne potwierdzenie w badaniach Bojarskiego i in. (5), Szarka i in. (46) oraz Wawrzyńczaka i in. (51), którzy żywiąc buhajki kiszonką z kukurydzy i roślin strączkowych oraz zbóż, uzyskiwali podobne dobowe przyrosty masy ciała. Wcześniej cytowani autorzy (50, 51) stwierdzili jednocześnie jednakową wydajność rzeźną buhajków oraz niewielkie różnice masy siedmiu wyrębów prawej półtuszy. Skowborg i Kristensen (44) uzyskali wyższą produkcję mleka oraz większe przyrosty żywej wagi krów mlecznych karmionych mieszanką grochu z jęczmieniem niż karmionych samym jęczmieniem: przyrosty żywej wagi krów zwiększały się wraz ze wzrostem udziału grochu w kisonce z mieszanki. Autorzy ci wykazali ponadto, że efekty skarmiania mieszanek bobiku z jęczmieniem były znacznie słabsze niż mieszanek grochu z jęczmieniem. Pod względem zawartości i plonu białka mieszanki owsa z grochem lub z wyką uprawiane na glebach słabszych zwykle przewyższają sam owies, natomiast nie różnią się na ogół na glebach mocniejszych, jednak cechuje je większa zawartość białka ogólnego (43).

Podsumowanie

Przegląd literatury dotyczący wartości pokarmowej mieszanek roślin strączkowych ze zbożami pokazuje, iż stanowią one ważny element produkcji surowców paszowych (nasiona i materiał kiszonkarski) o dużej wartości pokarmowej. Mieszanki te wykorzystywane są w żywieniu zwierząt monogastrycznych, jak i przeżuwających. Takie uprawy ponadto mogą stanowić cenne źródło uzupełnienia produkcji pasz na gruntach ornych w rejonach o gorszych warunkach siedliskowych. Z analizy wyników badań dotyczących powyższego zagadnienia wynika między innymi, że:

- wartość paszowa, zawartość białka i włókna mieszanek roślin strączkowych ze zbożami w głównym stopniu są wypadkową udziału tych komponentów w plonie mieszanek,
- zwiększenie udziału nasion roślin strączkowych w plonie mieszanek niezależnie od komponenta zbożowego korzystnie wpływa na koncentracje białka, tłuszczu oraz zwiększenie ilości włókna, ograniczenie strawności materiału paszowego,
- zwiększenie udziału roślin strączkowych w mieszance powoduje wzrost wartości wskaźnika aminokwasów egzogennych – EAAI (Essential Amino Acid Index), a zwiększanie dawki nawożenia azotem powoduje spadek sumy aminokwasów,
- mieszanki roślin strączkowych ze zbożami są dobrym materiałem kiszonkarskim do sporządzania kiszonek, które mogą być z powodzeniem stosowane w żywieniu zwierząt przeżuwających, co sprzyja większej produkcji mleka i przyrostom żywej wagi bydła,
- uwzględniając wartość paszową materiału kiszonkarskiego mieszanek roślin strączkowych ze zbożami, najkorzystniejszy jest ich zbiór od fazy mleczonej do początku woskowej dojrzałości ziarna zbóż,
- zwiększenie udziału grochu w materiale kiszonkarskim wpływa na polepszenie wartości białka (BTJP, BTJN, BTJE),
- strawność mieszanek grochu z jęczmieniem jest lepsza niż mieszanek grochu z owsem, a dobór odmiany tego gatunku nie ma większego znaczenia.

Literatura

1. Borowiecki J., Książak J.: Ocena wartości pokarmowej mieszanek strączkowo-zbożowych jako surowca do produkcji kiszonek. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1998, **462**: 41-48.
2. Borowiecki J., Książak J., Małyśiak B.: Przydatność wybranych odmian grochu do mieszanek z jęczmieniem i owsem przeznaczonych na kiszonkę. Pam. Puł., 1998, **113**: 5-13.
3. Blade S.F., Lopetinsky K.J., Buss T., Laflamme P.: Grain and silage yield of field pea/cereal cropping combinations. 4th European Conference on grain legumes. Towards the sustainable production of healthy food, feed and novel products, Kraków 8–12 July, 2001, 348-349.
4. Brundage A.L., Klebesadel L.J.: Nutritive Value of Oat and Pea Components of a Forage Mixture Harvested Sequentially. J. Dairy Sci., 1970, **53**(6): 793-796.

5. Bojarskij L.G., Imier K.Z., Zakručin A.C.: Efektivnost primienienia kukuruznogo i zlakovo-bobovogo silosa v otkormie byčkov. Nauč. Issledov., Inst. Životnov., Dubrovicy, 1988, **91**: 17-28.
6. Buraczyńska D.: Comparison of yielding and protein contents of oat/blue lupine mixtures. Food Sci. Technol. Quality, 2010, **3**: 160-173.
7. Buraczyńska D., Ceglarek F., Płaza A., Brodowski H.: Wpływ udziału rośliny strączkowej w mieszance ze zbożami na wielkość i jakość plonu. Mat. Konf. przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach. AR Poznań, 2-3 grudnia, 1999, 44-45.
8. Burczyk H.: Mieszanki owsa z łubinem uprawiane na nasiona. Roczn. Nauk Rol., 1958, **79A(1)**: 319-331.
9. Skovborg E.B., Kristensen V.F.: Whole-crop barley, -peas and -field beans for dairy cows. 1988, 12. Beretning fra Faellesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg. 1988, ss. 30.
10. Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A., Bruszewska H.: Plonowanie roślin strączkowych w mieszankach z pszenżytem jarym w zależności od składu i terminu zbioru. Mat. konf. Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych. AR Poznań, 1994, 2 grudnia, 152-156.
11. Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A.: Plonowanie i wartość paszowa mieszanek strączkowo-zbożowych. Mat. konf. Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych. AR Poznań, 2 grudnia, 1994, 157-161.
12. Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie mieszanek pszenżyta jarego z roślinami strączkowymi. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 1997, **65**: 55-60.
13. Ceglarek F., Buraczyńska D., Brodowski H.: Plonowanie i skład chemiczny wybranych mieszanek strączkowo-zbożowych. Roczn. AR Poznań, 2000, **58**: 7-21.
14. Droushiotis D.N.: Mixture of annual legumes and small-grained cereals for forage production under low rainfall. J. Agric. Sci. (Camb.), 1989, **113**: 249-253.
15. Fujita K., Ofosu-Budu K.G., Ogata S.: Biological nitrogen fixation in mixed legume-cereal cropping system. Plant and Soil., 1992, **141**: 155-175.
16. Grela E., Skórnicki H., Zuba J.: Efektywność mieszanek pełnoporcjowych z udziałem nasion grochu i peluski w żywieniu tuczników. Biul. Inf. Przem. Pasz., 1992, **3**: 13-24.
17. 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.
18. Kotwica K., Rudnicki F.: Efekty uprawy jarych mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żytniego dobrego. Acta. Scient. Polonorum. Agric., 2004, **3(1)**: 149-156.
19. Kraszewski J., Wawrzyńczak S., Bielak F., Wawrzyński M., Kozłowski J.: Przydatność kiszzonej zbożowo-strączkowej w opasaniu młodego bydła. Roczn. Nauk Zoot. 1995, **22(1)**: 221-229.
20. Krzywiecki S., Kinal S., Łuczak W., Ruszczyk Z.: Wartość pokarmowa kiszzonek z owsa i jęczmienia jarego zbieranych w fazie dojrzałości młeczej i woskowej. I. Plon zielonej i suchej masy oraz wartość pokarmowa kiszzonek z owsa i jęczmienia w fazie dojrzałości młeczej i woskowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 1978, **216**: 197-204.
21. Krzywiecki S., Szyszkowska A., Preś J.: Wartość energetyczna kiszzonek z całych roślin jęczmienia zbieranego w trzech fazach rozwojowych, określana według metody NEL i INRA-88. Roczn. Nauk Zoot., 1996, **32(2)**: 239-251.
22. Księżak J.: Uprawa grochu z jęczmieniem dobrą praktyką w produkcji pasz dla tuczników. Mat. konf. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”, Puławy 1998, 263-270.

23. K s i ę ż a k J.: Zróżnicowanie cech morfologicznych wybranych odmian grochu siewnego uprawianych w mieszankach z jęczmieniem. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 1998, **463**: 389-398.
24. K s i ę ż a k J.: Ocena plonowanie mieszanki grochu z pszenicą jarą w zależności od poziomu nawożenia azotem. Fragm. Agron., 2006, **3**: 80-93.
25. K s i ę ż a k J.: Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie mieszanki grochu z jęczmieniem jarym. Ann. UMCS, Sect. E, 2007, **62**: 175-188.
26. K s i ę ż a k J., B o r o w i e c k i J.: Mieszanki roślin strączkowych ze zbożami w tuczu świń. Roczn. Nauk. Zoot., Supplement, 2000, **6**: 176-180.
27. K s i ę ż a k J., B o r o w i e c k i J.: Mixtures of field pea and cereals for fodder production. W: Proceedings 4th European Conference on Grain legumes „Towards the sustainable production of healthy food, feed and novel products”. Cracow, 2001, 352.
28. K s i ę ż a k J., S t a n i a k M.: Ocena mieszanek strączkowo-zbożowych uprawianych ekologicznie jako surowca do produkcji kiszonek. J. Res. Applic. Agricult. Eng., Poznań 2009, **54(3)**: 157-163.
29. K s i ę ż a k J., S t a n i a k M.: Evaluation of mixtures of blue lupine (*Lupinus angustifolius* L.) with spring cereals grown for seeds in organic farming system. J. Food Agric. Environ., 2013, **11(3/4)**: 1670-1676.
30. Lithourgidis A.S., Vasilakoglou I.B., Dhima K.V., Dordas C.A., Yiakoulaki M.D.: Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Res., 2006, **99(2/3)**: 106-113.
31. M a c i e j e w i c z - R y ś J., E r n e s t T., K o s m a l a I.: Ocena wartości biologicznej białka krajowych odmian pszenżyta. W: Produkcja pasz z roślin strączkowych, zbóż i rzepaku oraz ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt. IUNG Puławy, 1993, 31-35.
32. M a r t i n M.P.L.D., S n a y d o n R.W.: Intercropping barley and beans. I. Effects of planting pattern. Expl. Agric., 1982, **18**: 139-148.
33. M i c e k P., K u l i g B., W o ź n i c a P., S a j d a k A.: The nutritive value for ruminants of faba bean (*Vicia faba*) seeds and naked oat (*Avena nuda*) grain cultivated in an organic farming system. J. Anim. Feed. Sci., 2012, **21**: 773-786.
34. O c z a p o w s k i M.: O roli, jej uprawie i pielęgnowaniu roślin gospodarskich: dla użycia po szkołach powiatowych w Wydziale Uniwersytetu Wileńskiego. Wilno 1825.
35. O f a r i F., S t e r n W.R.: Cereal-legume intercropping systems. Adv. Agron., 1987, **41**: 41-90.
36. O s t r o w s k i R., D a c z e w s k a M.: Plonowanie mieszanek zbożowo-strączkowych w warunkach Wielkopolski oraz wartość pokarmowa kiszonek i suszu dla przeżuwaczy. Roczn. Nauk Zoot., 1993, **20(2)**: 157-169.
37. P i s u l e w s k a 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.
38. P i s u l e w s k a E.: Wpływ składu gatunkowego jarych mieszanek zbożowo-strączkowych na plon białka i zawartość aminokwasów. Acta Agr. et Silv., ser. Agr., 1995, **33**: 107-115.
39. P i s u l e w s k a E.: Zawartość i skład aminokwasowy białka ozimych mieszanek zbożowo-strączkowych w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. Acta Agr. et Silv., ser. Agr., 1995, **33**: 117-126.
40. P o d k ó w k a W., J a n i c k i B.: Wartość pokarmowa kiszonki z owsa w zależności od fazy wegetacji. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1978, **216**: 223-227.
41. Produkcja Upraw Rolnych i Ogrodniczych w 2012 r. GUS, Warszawa 2013
42. R a k o w s k a M., B o r o s D., R a c z y Ń s k a - B o j a n o w s k a K.: Nutritional value of triticale grain compared to wheat and rye. W: Eucarpia Conference. INRA Paris, 1985, 675-683.

43. Robinson R.G.: Oat-Pea or Oat-Vetch Mixtures for forage or seed. *Agron. J.*, 1960, **52**: 546-549.
44. Skovborg E.B., Kristensen V.F.: Whole-crop barley, -peas and -field beans for dairy cows. 12. Beretning fra Faellesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsfor søg. 1988, ss. 30.
45. Staniak M., Książak J., Bojarszczuk J.: Estimation of productivity and nutritive value of pea-barley mixtures in organic farming. *J. Food, Agric. Environ.*, 2012, **10(2)**: 318-323.
46. Szarek J., Gil Z., Brzuskowski P., Zapletal P.: Zdolność opasowa i wartość rzeźna buhajków krajowych ras bydła. *Rocz. Nauk Zoot.*, 1991, **18(1-2)**: 51-67.
47. Tofiga M.T., Snaydon R.W.: The root of cereals and peas when grown in pure stands and mixtures. *Plant Soil*, 1992, **142**: 281-285.
48. 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.
49. Tywoniuk J., Lewicki C., Szymańska E., Rapczyńska I.: Wpływ terminu sprzętu jęczmienia i owsa na plon energii i białka ogólnego strawnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1978, **216**: 213-221.
50. Wawrzyńczak S., Kraszewski J., Wawrzyński M., Bielak F., Kozłowski J.: Kiszonki z przewiedniętych traw z lucerną i mieszanek zbożowo-strączkowe w opasaniu młodego bydła rzeźnego. *Rocz. Nauk. Zoot., Monogr. Rozpr.*, 1993, **32**: 79-86.
51. Wawrzyńczak S., Bielak F., Kraszewski J., Wawrzyński M., Kozłowski J.: Kiszonka z kukurydzy oraz roślin zbożowych i strączkowych w opasaniu młodego bydła rzeźnego. *Rocz. Nauk Zoot.*, 1996, **23(3)**: 85-97.
52. Współrzędna uprawa bobiku i łubinu żółtego z pszenżytem jarym. *Prac zbior. pod red. A. Koteckiego*, UP Wrocław, 2014, ss. 104.
53. Wilson J.B.: Shoot competition and root competition. *J. Appl. Ecol.*, 1988, **25**: 279-296.
54. Zając T.: Wpływ retardantu wzrostu (etefonu) oraz nawożenia azotowego na plonowanie żyta ozimego i skład aminokwasowy białka. *Zesz. Nauk AR Kraków, Rol.*, 1989, **(28)241**: 201-216.
55. Zdunyczk Z., Lewicki C.: Przydatność kiszonki zbożowo-strączkowej jako wyłącznej paszy objętościowej w żywieniu cieląt. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst.*, 1989, **33**: 71-80.
56. Zielińska A., Rutkowski M.: Porównanie wydajności owsa, jęczmienia oraz czterech odmian peluski w siewie czystym i współrzędnym. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agric*, 1988, **46**: 113-124.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Jerzy Książak
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-199 Puławy
tel. (81) 886 34 21 w. 350
e-mail: jerzy.ksiazak@iung.pulawy.pl

Mariola Staniak, Anna Fariaszewska

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

PRODUKTYWNOŚĆ TRAW PASTEWNYCH W WARUNKACH SUSZY*

Słowa kluczowe: trawy, stres, susza, plony, fotosynteza

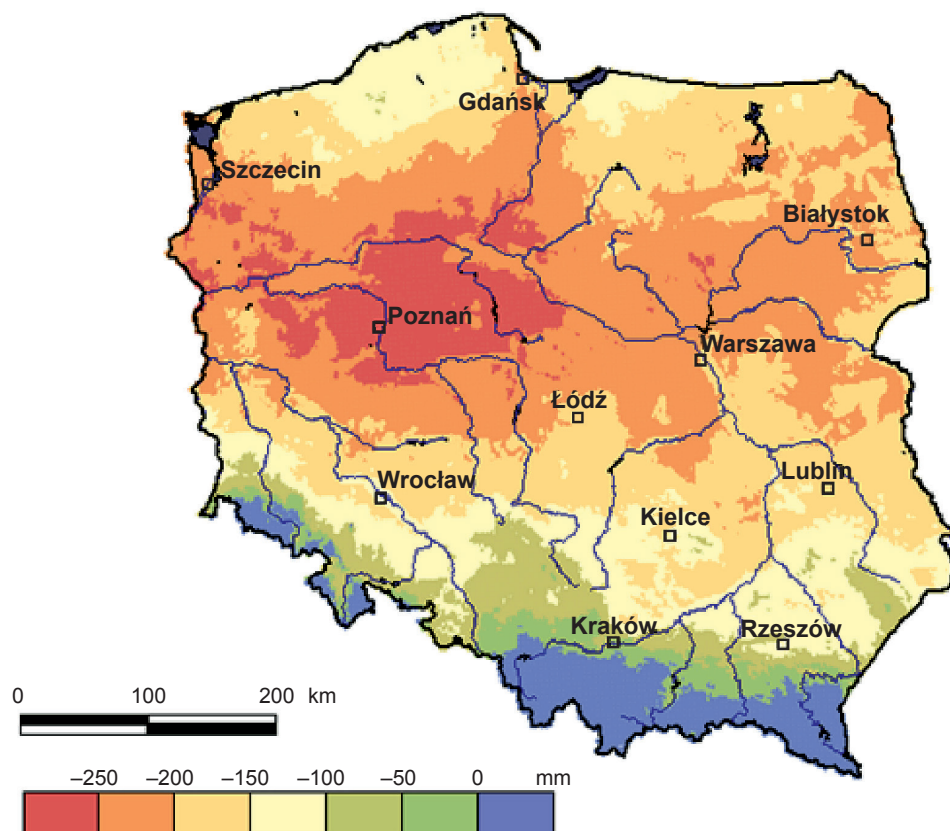
Wstęp

Raport Organizacji Narodów Zjednoczonych z 2009 r. donosi, że przeciętna ilość wody przypadająca na jednego mieszkańca Ziemi od 1970 r. systematycznie maleje i w ciągu najbliższych 20 lat zmniejszy się o jedną trzecią, co w dużym stopniu będzie wynikiem zmian klimatycznych (50). Według różnych prognoz do roku 2100 średnia temperatura powietrza może wzrosnąć od 1,4 do nawet 5,8°C, co stwarza niebezpieczeństwo zmniejszania się ilości opadów deszczu i śniegu i może prowadzić do pogłębiania się deficytu wody, zwłaszcza w okresie letnim (7, 15, 24, 51).

Susza jest ekstremalnym zjawiskiem pogodowym, które ma charakter anomalii atmosferycznej wywołanej brakiem opadów lub powtarzającymi się opadami mniejszymi niż średnie (36). W ujęciu rolniczym susza to długotrwały niedostatek wody glebowej w danym miejscu, działający na konkretny gatunek lub odmianę rośliny w pewnym przedziale czasu (27). Powoduje ona pogorszenie warunków wzrostu i rozwoju oraz zmniejszenie plonu roślin uprawnych. Również w Polsce coraz częściej występują okresowe niedobory wody obejmujące znaczne obszary kraju i powodujące duże straty w produkcji rolniczej (12). W systemie monitoringu suszy rolniczej warunki meteorologiczne powodujące suszę są określane za pomocą klimatycznego bilansu wodnego (KBW) (5). Zdaniem Doroszewskiego i in. (4) w ostatnich latach, wiosną i wczesnym latem, wartości KBW są coraz mniejsze, co oznacza, że występujące okresy suszy są coraz bardziej dotkliwe. W okresie kwiecień – wrzesień KBW przyjmuje wartości dodatnie tylko w rejonach górskich i podgórskich, natomiast na pozostałym obszarze wartości są

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

ujemne (rys. 1). Uznaje się jednak, że warunki są korzystne dla roślin, kiedy wartości KBW przyjmują niewielkie wartości ujemne, tak jak ma to miejsce w południowym pasie Polski.



Rys. 1. Klimatyczny bilans wodny w Polsce od kwietnia do września

Źródło: Model Agroklimatu Polski (13); opracowanie mapy: Jerzy Kozyra

Rolnictwo jest największym użytkownikiem wody. Na świecie do nawadniania zużywa się ponad 70% pobieranej wody. W Europie nie odgrywa ono aż tak dużej roli; na północy kontynentu nawadnia się bowiem tylko 3–15% gruntów rolnych, a na południu około 30% (30, 50). W Polsce rolnictwo bazuje głównie na wodach opadowych, a nawadnia się tylko około 0,5% użytków rolnych i gruntów leśnych (37), dlatego częste braki opadów są realnym zagrożeniem dla produkcji rolniczej. Według Raportu Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej z 2006 r. (43) częstość pojawiania się lat posusznych w naszym kraju w okresie 1951–1981 wynosiła 6 (średnio co 5 lat), natomiast w okresie 1982–2006 aż 13 (średnio co 2 lata). Można zatem stwierdzić, że klimat w Polsce w ostatnich latach wyraźnie się zmienia, a ekstremalne zjawiska

pogodowe, takie jak susze, wpisały się w cechy klimatu naszego kraju. Pociąga to za sobą szereg negatywnych skutków ekologicznych i gospodarczych.

Odpowiedzią na pojawiające się prognozy powinny być szybkie zmiany w hodowli, agrotechnice i innych aspektach działalności człowieka bezpośrednio związanych z produkcją roślinną. Trawy pastewne stanowią ważną grupę roślin uprawnych, która charakteryzuje się dużym potencjałem plonotwórczym suchej masy, białka i energii, dostarczając pełnowartościowej paszy zwierzętom przeżuwającym.

Celem opracowania jest przedstawienie najnowszych badań dotyczących produktywności różnych gatunków i odmian traw pastewnych w warunkach niedoboru wody w glebie.

Reakcje traw na stres suszy

Niedobór wody w decydujący sposób ogranicza wzrost, rozwój, a przede wszystkim plonowanie roślin uprawnych. Umiarkowany stres wodny powoduje początkowo zahamowanie wzrostu i tempa podziału komórek w liściach. Szybkość wzrostu zaczyna maleć, gdy zawartość wody spada poniżej punktu nasycenia tkanki wodą. Dłużej działający stres może doprowadzić do zaburzeń w metabolizmie rośliny, zwłaszcza w aktywności fotosyntetycznej roślin. W warunkach suszy intensywność fotosyntezy maleje, co jest najprawdopodobniej związane ze spadkiem aktywności RuBisCo oraz ze zmniejszeniem przewodności dyfuzyjnej szparek i ograniczeniem dostępności CO₂ w przestworach międzykomórkowych (14, 19, 22).

Przeżycie rośliny i wytworzenie plonu rolniczego w środowisku, w którym zadziałał czynnik stresowy zależą od odporności tej rośliny na stresor. Decydują o tym trzy podstawowe elementy: właściwości organizmu, które mówią o podatności lub wytrzymałości jego struktur na działanie stresu, zdolności organizmu do naprawy uszkodzeń oraz zdolności do adaptacji lub aklimatyzacji, która może wynikać ze sprawności organizmu do unikania stresu lub tolerancji jego skutków (21, 39). Unikanie stresu polega na wytwarzaniu chemicznych bądź fizycznych barier, które zabezpieczają roślinę przed odwodnieniem lub też zapobiegają wnikaniu czynnika stresowego w głąb tkanek lub komórek, na przykład w wyniku dostosowania swojego cyklu życiowego do sezonowych zmian warunków środowiska. Zjawisko to polega na przykład, na bardzo wczesnym kwitnieniu i zawiązywaniu nasion przed okresem największego nasilenia suszy, co obserwujemy m.in. u niektórych śródziemnomorskich odmian kupkówki pospolitej (49). Z kolei tolerancja na odwodnienie to zdolność rośliny do unikania stresu. Rośliny dostosowują się do wzrastającego niedoboru wody poprzez ograniczenie transpiracji i sprawne pobieranie wody, wydajne jej przewodzenie i magazynowanie. U większości traw system korzeniowy przystosowany jest do pobrania dużej ilości wody ze stosunkowo niewielkiej powierzchni, dzięki temu, że główna masa korzeni znajduje się w górnych (0–20 cm) warstwach gleby. Natomiast u gatunków uznawanych za odporne na suszę korzenie są silnie rozwinięte i mogą

sięgać nawet do głębokości 2 m, tak jak na przykład u kostrzewy trzcinowej (3, 46, 52). Ograniczanie transpiracji następuje natomiast poprzez: zamykanie aparatów szparkowych, zwiększanie grubości kutykuli, pokrycie liści kutnerem, ograniczenie rozmiarów czy redukcję liczby liści.

Odrastanie po odwodnieniu

Ważną cechą traw jest zdolność do odrastania po okresie suszy. W miarę utraty wody w organizmie dochodzi do stopniowego hamowania procesów metabolicznych, a podczas ponownego jej wchłaniania organizm ulega szybkiemu uwodnieniu, a procesy metaboliczne aktywacji. Stopień tolerowania odwodnienia uwidacznia różnice w odporności różnych gatunków i odmian traw na stres, ale może też świadczyć o możliwościach adaptacyjnych roślin. Gatunki tolerujące suszę są zdolne do przeżycia około 30% dehydratacji, przy zachowaniu zdolności do całkowitej regeneracji po nawodnieniu, natomiast rośliny tolerujące zasuszenie przeżywają utratę nawet 92% wody, a ponadto wykazują zdolność do rehydratacji i szybkiego przywrócenia czynności życiowych. Są to tzw. rośliny poikilohydryczne (rezurekcyjne, zmar-twychwstające), do których należą niektóre trawy pustynne z rodzajów: *Sporobolus*, *Eragrostis* i *Oropetium* (2, 9). Wysuszone trawy mogą przetrwać nawet dwa lata, zaś po ponownym nawodnieniu, już po kilkudziesięciu godzinach następuje regeneracja intensywności podstawowych procesów fizjologicznych. Jednym z warunków przetrwania tak silnego odwodnienia tych roślin jest zabezpieczenie przed destrukcją aparatu genetycznego i błon komórkowych, głównie z udziałem różnych białek stresowych lub poprzez wzrost stężenia soku komórkowego w cytozolu wynikający między innymi z syntezy dużej ilości cukrów (41). Kluczowymi organami decydującymi o przetrwaniu okresów niedoborów wody u traw są zawiązki liściowe, które tolerują znacznie niższe wartości potencjału osmotycznego niż w pełni wykształcona blaszka liściowa i to one inicjują późniejszy odrost roślin. Zamieranie liści podczas przedłużającego się braku wody umożliwia przemieszczanie białek, tłuszczów i innych makromolekuł do takich organów, jak: zawiązki młodych liści, kwiaty czy nasiona, z których roślina będzie mogła się odtworzyć po ustąpieniu suszy (48). Wyniki badań wykazały, że trawy pastewne (kupkówka pospolita, kostrzewa łąkowa, festulolium i życica wielokwiatowa) po długotrwałym stresie suszy w pierwszym roku wegetacji uzyskały pełną regenerację w drugim roku wegetacji charakteryzującym się optymalną wilgotnością gleby, a uzyskane plony suchej masy były średnio o 7% wyższe niż u traw niepoddanych stresowi (tab. 1). Najlepszą regeneracją wykazała się życica wielokwiatowa, a najslabszą – festulolium (38).

Tabela 1

Plony suchej masy traw w zależności od poziomu wilgotności gleby (g·wazon⁻¹)

Odmiana	Plony w pierwszym roku				Plony w drugim roku			
	g	%	g	%*	g	%	g	%
	K** (70% ppw)		S (40% ppw)		K (70% ppw)		S (70% ppw)	
Kupkówka pospolita odm. Amera	112,4	100	73,9	65,7	127,3	100	135,8	106,7
Kupkówka pospolita odm. Minora	102,5	100	71,1	69,4	120,1	100	129,3	107,7
Kostrzewa łąkowa odm. Fantazja	120,1	100	74,8	62,3	126,5	100	130,7	103,3
Kostrzewa łąkowa odm. Skra	121,8	100	74,2	60,9	133,1	100	148,4	111,5
Festulolium odm. Felopa	135,1	100	77,0	57,0	134,7	100	136,7	101,5
Festulolium odm. Agula	134,0	100	74,8	55,8	133,0	100	136,0	102,3
Festulolium odm. Sulino	127,9	100	77,4	60,5	132,5	100	142,5	107,5
Życica wielokwiatowa odm. Gisel	148,9	100	89,5	60,0	134,7	100	148,6	110,3
Życica wielokwiatowa odm. Loltos	153,8	100	85,5	55,6	131,9	100	148,7	112,7

* % – plony względne w odniesieniu do obiektu kontrolnego

** K – obiekt kontrolny (wilgotność optymalna w obu latach); S – stres w pierwszym roku; optymalna wilgotność w drugim roku

Źródło: Staniak, 2013 (38)

Hodowla odpornościowa

Na pojawianie się suszy nie mamy wpływu, ale możemy do pewnego stopnia modyfikować wrażliwość roślin na ekstremalne warunki pogodowe, między innymi poprzez właściwe użytkowanie ziemi, racjonalne gospodarowanie wodą, dostosowanie rodzajów upraw do naturalnych siedlisk czy odpowiednią lokalizację gospodarstw. Odpowiedzią na prognozowane zmiany klimatyczne, zwłaszcza zwiększenie częstotliwości pojawiania się okresowych susz, powinien być postęp w hodowli i agrotechnice. Postęp biologiczny w rolnictwie może w dużym stopniu ograniczyć potrzeby wodne roślin, bowiem zwiększenie produkcji rolniczej nie musi odbywać się kosztem zwiększenia zużycia wody. Wprowadzenie odmian „oszczędnych”, o większej wydajności i mniejszych wymaganiach siedliskowo-agrotechnicznych pozwoliłoby na uprawę takich roślin na mniejszych arealach, bez większych strat na produktywności i przy mniejszym obciążeniu środowiska. Postępuje też hodowla odmian odpornych na stresy biotyczne i abiotyczne, w tym suszę. Obecnie, dzięki

zastosowaniu technik inżynierii genetycznej, możliwe jest wprowadzenie do genomu roślin wrażliwych na stresy geny zwiększające ich tolerancję na niekorzystne czynniki środowiska. Duże nadzieje wiąże się z mieszańcami międzygatunkowymi i międzyrodzajowymi, które w swoim genomie łączą korzystne cechy gatunków rodzicielskich. Są one cennym źródłem zmienności do zwiększania odporności na stresy abiotyczne i biotyczne. Takim mieszańcem jest *Festulolium braunii* powstały ze skrzyżowania życicy wielokwiatowej i kostrzewy łąkowej (42). Gatunki rodzicielskie łatwo krzyżują się, a ich chromosomy wykazują dostateczną homologię, mogą więc koniugować i rekombinować w mieszańcach. Prace nad mieszańcami kompleksu *Lolium – Festuca* prowadzone są od wielu lat w różnych ośrodkach badawczych w Polsce (54) i Europie (8, 11, 16, 26, 32, 47).

Hodowla roślin odpornych na suszę glebową jest bardzo złożona, ponieważ geny odpowiedzialne za reakcję rośliny na stres wodny zlokalizowane są w różnych chromosomach, a ich działanie bywa sprzężone z oddziaływaniem innych genów. Ponadto końcowy efekt jest silnie modyfikowany przez warunki środowiskowe oraz uzależniony od fazy rozwojowej rośliny (13). Zdaniem M a k s i m o w a (cyt. za 10) każdy organ rośliny jest najbardziej wrażliwy na niedobór wody przypadający w fazie najintensywniejszego jego wzrostu. Jest to tzw. okres krytyczny, kiedy roślina jest wyjątkowo wrażliwa na czynnik stresowy. W przypadku traw jest to okres przypadający pod koniec rozwoju wegetatywnego i na początku tworzenia organów generatywnych (38). Poza tym u roślin wieloletnich, takich jak trawy, przebieg zjawisk związanych z wpływem deficytu wodnego na wzrost i rozwój rośliny powinien być badany z uwzględnieniem czynnika czasu, bowiem inna jest reakcja na stres rośliny młodej, a inna starszej (20). Badania z wykorzystaniem różnych odmian kupkówki pospolitej, kostrzewy łąkowej, festulolium i życicy wielokwiatowej wykazały, że rośliny młode, w pierwszym roku wegetacji, słabiej reagowały na suszę (plony mniejsze średnio o 35%) niż roślin starsze w drugim i trzecim roku użytkowania (redukcja plonu średnio o 49%) (38).

Plonowanie traw w warunkach niedoboru wody w glebie

Z punktu widzenia biologii plonowania roślina odporna na stres charakteryzuje się dużą wiernością plonowania, tzn. w niekorzystnych warunkach środowiska wydaje plon niewiele mniejszy od plonu roślin uprawianych w warunkach optymalnych. Takie rośliny są zdolne do utrzymywania procesów życiowych na jak najmniej zmienionym poziomie, w warunkach środowiska znacznie odbiegających od optymalnych (6).

Plonowanie traw pastewnych jest ściśle uzależnione od uwilgotnienia gleby, tzn. na większą zawartość wody w glebie reagują one wyraźnym wzrostem plonowania (20, 34, 35, 38, 45). Dzielne zapotrzebowanie traw na wodę waha się od 0,5 do 3,0 l na m², a ilość wody wytranspirowanej w ciągu roku z 1 m² runi trawiastej może sięgać

nawet 1000 kg (46). Z danych literaturowych wynika, że susze w Polsce, zwłaszcza letnie, połączone z wysokimi temperaturami mogą powodować obniżenie plonu traw o około 30%, (28). Poziom plonowania jest doskonałym miernikiem tolerancji takiego niedoboru wody, który osłabia wzrost, ale nie prowadzi do zasychania roślin, co jest bardzo częste w naszych warunkach klimatycznych. W praktyce rolniczej redukcja wielkości plonu wywołana przez określony czynnik stresowy jest najlepszym wskaźnikiem tolerancji tego stresu (6). Olszewska i in. (35) wykazali, że w warunkach długotrwałego stresu wodnego (35% ppw) nastąpiło istotne ograniczenie plonowania trzech gatunków traw, przy czym najmniejszą redukcją plonu suchej masy wykazała się życica trwała (46%), większą – kupkówka pospolita (57%), zaś największą – kostrzewa łąkowa (68%). W innych badaniach Olszewska (34), porównując plonowanie odmian kostrzewy łąkowej i tymotki łąkowej w warunkach stresu suszy (40% ppw), stwierdziła, że najsłabiej plonowała tymotka odmiana Karta (obniżka plonu 55%), zaś najlepiej – kostrzewa odmiana Skawa (48%) (tab. 2). O istotnych różnicach w plonowaniu różnych odmian traw w obrębie gatunku donosi też Kochanowska-Bukowska (23). Zdaniem tej autorki spośród czterech odmian kupkówki pospolitej najwyższy poziom plonowania w warunkach niedoboru wody w glebie osiągała Astera, zaś najniższy – Potomac (tab. 3). Wyniki badań własnych (38) wykazały, że stres suszy (40% ppw) istotnie ograniczył plonowanie czterech gatunków traw, przy czym najmniejszy spadek plonu suchej masy wykazano u kupkówki pospolitej (28%), większy u kostrzewy łąkowej (32%), a największy i podobny – u festulolium i życicy wielokwiatowej (odpowiednio: 39% i 37%) (tab. 4). Również Madziar i Latanowicz (29) wskazali kupkówkę pospolitą jako gatunek istotnie odporniejszy na suszę w porównaniu z kostrzewą łąkową i tymotką łąkową. Przyjęcie spadku plonu rolniczego jako kryterium miary odporności może być przydatne do ostatecznej oceny efektywności zabiegów hodowlanych prowadzonych w oparciu o specyficzne i posiadające dużą wartość selekcyjną kryteria odporności. Należy jednak pamiętać, że poziom plonu rolniczego jest wynikiem interakcji genotypu z różnymi czynnikami środowiska występującymi w trakcie całego sezonu wegetacyjnego i jedynie prowadzenie badań w warunkach kontrolowanych umożliwia wyeliminowanie wpływu innych czynników środowiska i ograniczenie trwania suszy glebowej do ściśle określonego momentu czy fazy rozwojowej (1, 21).

Tabela 2

Plony suchej masy wybranych gatunków i odmian traw w zależności od poziomu wilgotności gleby (g·wazon⁻¹)

Gatunek i odmiana	Wilgotność gleby (% ppw)	I odrost	II odrost	III odrost	Suma
Kostrzewa łąkowa odm. Skra	80	12,70 bc*	11,15 c	8,68 cd	32,98 c
	40	7,40 a	4,25 a	4,33 ab	15,98 a
Kostrzewa łąkowa odm. Skawa	80	11,63 b	9,90 b	7,88 c	29,40 b
	40	7,20 a	3,93 a	4,23 a	15,35 a
Tymotka łąkowa odm. Karta	80	12,83 bc	11,20 c	10,03 d	34,05 cd
	40	7,05 a	3,45 a	5,00 d	15,50 a
Tymotka łąkowa odm. Kaba	80	13,08 c	13,55 d	9,97 d	36,60 d
	40	8,35 a	3,88 a	5,78 b	18,00 a
średnia dla odmiany					
Skra		10,05 ab	7,70 b	6,50 a	24,25 b
Skawa		9,41 a	6,91 ab	6,05 a	22,38 a
Karta		9,94 ab	7,33 ab	7,51 b	24,78 b
Kaba		10,71 b	8,71 c	7,88 b	27,30 c
średnia dla poziomu wilgotności gleby					
80		12,56 b	11,45 b	9,14 b	33,14 b
40		7,50 a	3,88 a	4,83 a	16,21 a

* wartości oznaczone takimi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Źródło: Olszewska, 2009 (34)

Tabela 3

Plony suchej masy wybranych odmian kupkówki pospolitej w zależności od poziomu wilgotności gleby (g·wazon⁻¹)

Gatunek i odmiana	Wilgotność gleby (% ppw)	I odrost	II odrost	III odrost	IV odrost	Suma
Kupkówka pospolita odm. Amera	80	6,38 b	5,87 c	4,81 b	4,17 c	21,23 dc
	35	5,78 b	4,93 bc	4,84 b	4,08 c	19,63 c
Kupkówka pospolita odm. Astera	80	8,28 d	7,15 d	7,20 d	5,70 d	28,33 f
	35	7,24 c	6,97 d	5,87 c	4,24 c	24,32 e
Kupkówka pospolita odm. Bepro	80	6,12 b	5,59 c	4,81 b	3,73 bc	20,25 c
	35	4,70 a	4,59 b	5,05 bc	3,23 b	17,57 b
Kupkówka pospolita odm. Potomac	80	5,85 b	3,51 a	3,01 a	1,90 a	14,27 a
	35	5,50 ab	3,14 a	2,73 a	1,95 a	13,32 a
średnia dla odmiany						
Amera		6,08 b	5,40 b	4,82 b	4,12 c	20,43 c
Astera		7,76 c	7,06 c	6,54 c	4,97 d	26,32 d
Bepro		5,41 a	5,09 b	4,93 b	3,48 b	18,91 b
Potomac		5,68 ab	3,32 a	2,87 a	1,92 a	13,80 a
średnia dla poziomu wilgotności gleby						
80		6,66 b	5,53 b	4,96 a	3,88 b	21,03 b
40		5,81 a	4,90 a	4,62 a	3,38 a	18,71 a

Źródło: Kochanowska-Bukowska, 2001 (23)

Tabela 4

Plony suchej masy wybranych gatunków i odmian traw w zależności od poziomu wilgotności gleby (g·wazon⁻¹)

Gatunek i odmiana	Wilgotność gleby (% ppw)	I odrost	II odrost	III odrost	Suma
Kupkówka pospolita	70	49,7	37,5	25,2	112,4
odm. Amera	40	34,1	28,3	17,2	79,6
Kupkówka pospolita	70	50,9	31,4	20,3	102,5
odm. Minora	40	31,5	26,4	16,8	74,7
Kostrzewa łąkowa	70	40,1	46,7	33,3	120,1
odm. Fantazja	40	25,7	31,1	24,3	81,1
Kostrzewa łąkowa	70	40,0	47,6	34,2	121,8
odm. Skra	40	27,8	31,8	24,6	84,1
Festulolium	70	45,8	51,9	37,4	135,1
odm. Felopa	40	32,3	27,7	18,4	78,3
Festulolium	70	45,4	51,1	37,6	134,0
odm. Agula	40	34,8	28,3	20,2	83,3
Festulolium	70	42,5	49,7	35,8	127,9
odm. Sulino	40	30,6	27,0	17,6	75,2
Życica wielokwiatowa	70	56,9	56,1	35,8	148,9
odm. Gisela	40	44,4	31,0	21,5	96,8
Życica wielokwiatowa	70	60,4	56,2	37,2	153,8
odm. Lotos	40	43,0	30,4	21,5	95,0
średnia dla odmiany					
Amera		41,9	32,9	21,2	96,0
Minora		41,2	28,9	18,6	88,6
Fantazja		32,9	38,9	28,8	100,6
Skra		33,9	39,6	29,4	102,9
Felopa		39,0	39,8	27,9	107,8
Agula		40,1	39,7	28,9	108,6
Sulino		36,6	38,3	26,7	101,6
Gisela		50,6	43,5	28,7	122,9
Lotos		51,7	43,3	29,4	124,4
średnia dla poziomu wilgotności gleby					
70		48,0	47,5	33,0	128,5
40		33,8	29,1	20,2	83,1
NIR I	P = 0,99	1,58	1,43	1,32	3,41
NIR II		5,37	4,88	4,51	11,63
NIR I*II		7,60	6,91	6,38	16,45

Źródło: Staniak, 2013 (38)

Aktywność fotosyntetyczna traw w warunkach suszy

Procesy fizjologiczne zachodzące w roślinach pod wpływem stresów bada się wieloma metodami. Najbardziej wnikliwe badają przebieg fotosyntezy, jednego z najważniejszych procesów zachodzących w roślinach, a jednocześnie szczególnie wrażliwego

na działanie czynników stresowych (22). W optymalnych warunkach uprawy poziom plonowania roślin zależy od intensywności tego procesu i jest pomniejszony o utratę biomasy wynikającą z oddychania (25, 31). Wpływ suszy na intensywność wymiany gazowej zależy od czasu jej trwania, poziomu działania oraz fizjologicznego wieku liści, bowiem w produkcji biomasy dużą rolę odgrywa również wielkość powierzchni asymilacyjnej oraz długość życia i okres zdolności organów asymilacyjnych do efektywnej fotosyntezy. Młody liść staje się producentem dopiero wtedy, kiedy osiągnie połowę ostatecznej wielkości, a starzejący się liść przestaje być donorem asymilatów. W tym okresie młode liście roślin o fotosyntezie typu C_3 eksportują około 50–60%, a liście roślin o fotosyntezie typu C_4 nawet do 80% wytwarzanych asymilatów (40). Pierwsze objawy utraty turgoru pojawiają się najpierw u starszych liści i w nich przede wszystkim następuje redukcja fotosyntezy i zahamowanie translokacji asymilatów. W początkowym okresie występowania suszy ograniczenia wymiany gazowej roślin spowodowane są przymknięciem aparatów szparkowych, natomiast w warunkach przedłużonego stresu następują zaburzenia w metabolizmie komórkowym. Według Kacperskiej (21), zahamowanie fotosyntezy należy do zaburzeń funkcji rośliny, które mają dużą wartość diagnostyczną i mogą być sposobem oceny reakcji rośliny na stres. Również Nalborczyk (31) wskazuje, że punktem wyjścia w badaniach nad zwiększeniem produktywności roślin powinna być analiza kształtowania się wskaźników wymiany gazowej w łanie w czasie wegetacji roślin stanowiąca swoiste tło do rozważań o efektach działania czynników agrotechnicznych.

Ograniczenie intensywności fotosyntezy i transpiracji u traw pastewnych w warunkach stresu suszy wykazało wielu autorów (17, 18, 33, 34, 53). Zdaniem Olszewskiej i in. (35) spośród badanych gatunków traw (życica trwała, kupkówka pospolita, kostrzewa łąkowa, tymotka łąkowa i rajgras wyniosły) największy spadek asymilacji CO_2 w warunkach stresu zanotowano u kostrzewy łąkowej, zaś u kupkówki pospolitej niewielki i nieistotny statystycznie. Podobne zależności wystąpiły w przebiegu transpiracji. W badaniach Rumasza-Rudnickiej (44) nawadnianie życicy westerwoldzkiej przyczyniło się do zwiększenia intensywności fotosyntezy o 28%, zaś transpiracji – o 64% (tab. 5). Istotne obniżenie intensywności fotosyntezy, transpiracji oraz przewodnictwa szparkowego w warunkach ograniczonej wilgotności gleby wykazano także w badaniach własnych u kupkówki pospolitej, kostrzewy łąkowej, festulolium i życicy wielokwiatowej (38). Największe zahamowanie procesu fotosyntezy stwierdzono u festulolium (średnio o 54%), a najmniejsze – u kupkówki pospolitej (średnio o 25%), przy czym najsilniejszą reakcję zanotowano u traw w końcu fazy wegetatywnej/początku strzelania w źdźbło, w tzw. okresie krytycznym (tab. 6).

Tabela 5

Intensywność podstawowych procesów fizjologicznych oraz efektywność wykorzystania wody u życicy westerwoldzkiej w różnych warunkach wilgotności gleby

Wyszczególnienie	Nawadnianie	I odrost	II odrost	III odrost	Średnia
Intensywność fotosyntezy netto ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	nawadniane brak	5,98 b* 4,08 a	12,61 b 9,19 a	11,47 a 10,31 a	10,02 b 7,86 a
Intensywność transpiracji ($\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	nawadniane brak	3,45 b 2,09 a	1,31 b 1,05 a	2,76 b 1,48 a	2,51 b 1,54 a
Efektywność wykorzystania wody WUE ($\text{mmol} \cdot \text{mol}^{-1}$)	nawadniane brak	1,81 a 2,71 a	10,64 a 9,44 a	4,22 a 9,52 b	4,16 a 5,83 b

* wartości oznaczone takimi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Źródło: Rumasz-Rudnicka, 2010 (44)

Tabela 6

Intensywność fotosyntezy w różnych fazach rozwojowych wybranych gatunków i odmian traw w zależności od wilgotności gleby ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

Gatunek	Odmiana	Faza rozwojowa trawy						Średnia	
		krzewienie/ strzelanie w żdźbło		kłoszenie		kwitnienie			
		wilgotność gleby (% ppw)							
		70	40	70	40	70	40	70	40
Kupkówka pospolita	Amera	11,6 a *	6,5 cd	10,9 b	8,8 b	11,1 e	5,7 b	11,2 a	7,0 ab
	Minora	13,6 c	8,7 f	10,1 a	10,0 c	13,9 h	9,3 h	12,8 c	9,4 f
Kostrzewa łąkowa	Fantazja	15,5 f	6,7 de	17,3 f	10,9 e	8,7 b	6,1 c	13,8 e	7,9 c
	Skra	18,1 h	9,4 g	17,5 g	10,2 d	7,0 a	4,9 a	14,2 g	8,2 d
Festulolium	Felopa	13,3 b	5,1 b	12,8 c	8,4 a	11,5 g	7,4 e	12,5 b	7,0 a
	Agula	14,8 e	6,6 cde	16,4 e	11,2 g	11,3 f	8,0 g	14,2 g	8,6 e
	Sulino	15,8 g	3,7 a	19,3 i	10,2 d	11,4 fg	7,6 f	15,5 h	7,1 b
Życica wielokwiatowa	Gisel	13,3 b	6,4 c	18,2 h	10,9 e	10,6 d	6,6 d	14,1 f	8,0 c
	Loltos	13,9 d	6,8 e	14,9 d	11,1 f	10,3 c	6,7 d	13,0 d	8,2 d
średnia dla odmiany									
Amera		9,1 a		9,9 a		8,4 c		9,1 a	
Minora		11,2 e		10,6 b		11,6 e		11,1 ef	
Fantazja		11,1 e		14,1 d		7,4 b		10,8 d	
Skra		13,7 f		13,9 d		6,0 a		11,2 fg	
Felopa		9,2 a		10,6 b		9,4 d		9,8 b	
Agula		10,7 d		13,8 d		9,7 d		11,4 h	
Sulino		9,8 b		14,8 e		9,5 d		11,3 gh	
Gisel		9,9 b		14,5 e		8,6 c		11,0 e	
Lotos		10,3 c		13,0 c		8,5 c		10,6 c	
średnia dla poziomu wilgotności gleby									
70		14,4 b		15,4 b		10,6 b		13,5 b	
40		6,6 a		10,2 a		6,9 a		7,9 a	

* wartości oznaczone takimi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Źródło: Staniak, 2013 (38)

Podsumowanie

Wiedza o fizjologicznych i genetycznych podstawach reakcji traw na różne czynniki środowiskowe jest niedostateczna. Coraz częstsze okresy posuszne występujące w naszym kraju wskazują na konieczność prowadzenia badań mających na celu poznanie reakcji poszczególnych gatunków i odmian traw pastewnych na niekorzystne czynniki środowiska oraz możliwości ich adaptacji i aklimatyzacji do zmieniających się warunków. To pozwoli na odpowiednią selekcję gatunków bardziej odpornych na suszę i umożliwi hodowlę odmian o zwiększonych zdolnościach przystosowawczych i większej tolerancji na niedobory wody w glebie.

Literatura

1. Araus J.L., Slafer G.A., Reynolds M.P., Royo C.: Plant breeding and drought in C_3 cereals: what should we breed for? *Ann. Bot.*, 2002, **89**: 925-940.
2. Bernacchia G., Furini A.: Biochemical and molecular responses to water stress in resurrection plants. *Physiol. Plant.*, 2004, **121**: 175-181.
3. Carrow R.N.: Drought resistance aspects of turfgrasses in the Southeast: root-shoot responses. *Crop Sci.*, 1996, **36**: 687-694.
4. Doroszewski A., Jadczyż J., Kozyra J., Pudełko R., Stuczyński T., Mizak K., Łopatka A., Koza P., Górski T., Wróblewska E.: Podstawy Systemu Monitoringu Suszy Rolniczej. Woda-Środ.-Obsz. Wiejskie, 2012, **12(2(38))**: 77-9.
5. Doroszewski A., Kozyra J., Pudełko R., Stuczyński T., Jadczyż J., Koza P., Łopatka A.: Monitoring suszy rolniczej w Polsce. *Wiad. Melior. Łąk.*, 2008, **1**: 35-38.
6. Dziadczyk P.: Genetyczne uwarunkowanie tolerancji na stresy abiotyczne u roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2002, **481**: 49-60.
7. EEA – European Environment Agency, 2004: Impacts of Europe's changing climate. A indicator based assessment, Luxemburg, Office for Official Publications of the European Communities, 2004, pp. 107.
8. Fojtik A., Vacek V.: Evaluation of intergeneric hybrids *Lolium multiflorum* Lam. + *Festuca sp.* div. and their parental generations I. Yield characteristics. *Sbornik Vedeckych Praci*, 1983, **8**: 107-117.
9. Gaff D.F., Sutaryono Y.A., Miszański Z.: Trawy odporne na wysychanie. *Wiad. Bot.*, 1990, **34(2)**: 17-22.
10. Gej B.: O odporności roślin na deficyt wodny. *Wiad. Bot.*, 1961, **5(2)**: 135-144.
11. Ghesquière M., Emile J., Jadas-Hécart J., Mousset C., Traineau R., Poisson C.: First in vivo assessment of feeding value of *Festulolium* hybrids derived from *Festuca arundinacea* var. *glauescens* and selection for palatability. *Plant Breed.*, 1996, **115**: 238-244.
12. Górski T., Kozyra J., Doroszewski A.: Field crop losses in Poland due to extreme weather conditions: case studies. In: The influence of extreme phenomena on the natural environment and human living conditions, S. Liszewski (ed.), Łódź. ŁTN, 2008, 35-49.
13. Górski T., Zaliwski A.: Model Agroklimatu Polski. *Pam. Puł.*, 2002, **130(1)**: 251-260.
14. Hura T., Hura K., Grzesiak M., Rzepka A.: Effect of long-term drought stress on leaf gas exchange and fluorescence parameters in C_3 and C_4 plants. *Acta Physiol. Plant.*, 2007, **29**: 103-113.
15. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001: Climate change 2001: the scientific basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 785.
16. Jadas-Hécart J., Poisson C., Schehovic J., Zwierzykowski Z.: Potential of tetraploid hybrids between *Lolium multiflorum* and *Festuca arundinacea* var. *glauescens*. *Proc. 17-th Meeting Fodder Crops Sect. of EUCARPIA*, Alghero, Italy, 14-18 October 1991, 145-147.

17. Jeżowski S., Głowacka K., Kaczmarek Z.: Wstępna ocena głównych parametrów wymiany gazowej związanych z fotosyntezą w odniesieniu do plonowania traw energetycznych z rodzaju *Miscanthus* w pierwszym roku uprawy. Acta Agroph., 2009, **14(1)**: 73-81.
18. Jones M.B., Leafe E.L., Stilles W.: Water stress in field-grown perennial ryegrass. I. Its effects on growth, canopy photosynthesis and transpiration. Ann. Appl. Biol., 1980, **96**: 87-101.
19. Jones H.G.: Stomatal control of photosynthesis and transpiration. J. Exp. Botany, 1998, **49**: 387-398.
20. Jurek M.: Zmienność reakcji życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) na suszę. Genet. Pol., 1994, **35 A**: 127-134.
21. Kacperska A.: Odporność roślin na stresowe abiotyczne czynniki środowiska i metody jej oceny. Post. Nauk Rol., 1991, **1-2**: 21-33.
22. Kalań M.H., Łoboda T.: Fluorescencja chlorofilu w badaniach stanu fizjologicznego roślin. SGGW Warszawa, 2010, ss. 116.
23. Kochanowska-Bukowska Z.: Reaction of selected orchard grass (*Dactylis glomerata*) cultivars to soil moisture. Elec. J Pol. Agric. Univer., 2001, **4(2)**. <http://www.ejpau.media.pl/volume4/issue2/agronomy/art-03.html>
24. Kozyra J., Doroszewski A., Nieróbcza A.: Zmiany klimatyczne i ich przewidywany wpływ na rolnictwo w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy 2009, **14**: 243-257.
25. Lawlor D.W.: Photosynthesis, productivity and environment. J. Exp. Bot., 1995, **46**: 1449-1461.
26. Levis E.J., Tyler B.F., Chorlton K.H.: Development of *Lolium* – *Festuca* hybrids. Rep. Welsh Plant Breed. Station for 1972, 1973, 34-37.
27. Łabędzki L.: Susze rolnicze. Zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji. Woda-Środ.-Obsz. Wiejskie, Rozpr. Nauk. Monogr., nr 17, IMUZ Falenty, 2006, ss. 107.
28. Łabędzki L.: Susze i powódzie – zagrożenia dla rolnictwa. W: Woda w krajobrazie rolniczym, Woda-Środ.-Obsz. Wiejskie, Rozpr. Nauk. Monogr., nr 18, IMUZ Falenty, 2006, s. 29-43.
29. Maździar Z., Łatanowicz M.: Produktywność i zawartość składników pokarmowych w wybranych odmianach traw pastewnych uprawianych w warunkach wazonowych przy zróżnicowanej wilgotności gleby. PTPN, Wyd. Nauk Rol. i Leś., Prace Kom. Nauk Rol. Kom. Nauk Leśn., 1996, **81**: 129-135.
30. Mioduszeński W.: Woda na obszarach wiejskich. Woda-Środ.-Obsz. Wiejskie, 2006, t. 6, **1(16)**: 277-295.
31. Nałbórczyk E.: Dobór i wykorzystanie nowoczesnej aparatury kontrolno-pomiarowej w doświadczalnictwie polowym. Cz. I Oznaczanie wymiany gazowej, struktury przestrzennej i bilansu energii fotosyntetycznej czynnej radiacji roślin w łanie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 1996, **447**: 81-90.
32. Netzbänd K.: Breeding of tetraploid Festulolium fodder grasses with different maturity. Proc. of the 16th Meeting of the Fodder Crops Section of Eucarpia, Wageningen, Netherlands, 18–22 November 1990, 47-48.
33. Olszewska M.: Effect of water stress on physiological processes, leaf greenness (SPAD index) and dry matter yield of *Lolium perenne* and *Dactylis glomerata*. Pol. J. Natural Sci., 2006a, **21(2)**: 533-562.
34. Olszewska M.: Reakcja odmian kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis* HUDS.) i tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.) uprawianych na glebie organicznej na niedobór wody. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2009, **8(1)**: 37-46.
35. Olszewska M., Grzegorzczak S., Olszewski J., Bałuch-Malecka A.: Porównanie reakcji wybranych gatunków traw na stres wodny. Łąkarstwo w Polsce (Grassland Sci. Pol.), 2010, **13**: 127-136.
36. Paulo A.A., Pereira L.S.: Drought concepts and characterization. Comparing drought indices applied at local and regional scales. Water Intern., 2006, **31(1)**: 37-49.
37. Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2012, GUS, ZWS Warszawa, 2013, ss. 435.

38. Staniak M.: Reakcja wybranych gatunków i odmian traw pastewnych na niedobór wody w glebie. Monogr. i Rozpr. Nauk., 2013, **38**: 1-217.
39. Starek Z.: Współzależność pomiędzy fotosyntezą i dystrybucją asymilatów a tolerancją roślin na niekorzystne warunki środowiska. Post. Nauk Rol., 1995, **3**: 19-35.
40. Starek A.: Mechanizmy integracji procesów fotosyntezy i dystrybucji biomasy w niekorzystnych warunkach środowiska. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2002, **481**: 113-123.
41. Starek Z.: Reakcje roślin na abiotyczne stresy środowiskowe – aklimatyzacja i adaptacja. Łąkarstwo w Polsce (Grassland Sci. Pol.), 2005, **8**: 173-184.
42. Sulimowski S.: Interspecific and intergeneric hybrids in grasses of *Festuca* and *Lolium* genera. Genet. Pol., 1968, **4(112)**: 25-45.
43. Susza w Polsce – 2006 rok (przyczyny, natężenie, zasięg, wnioski na przyszłość). Raport IMiGW Warszawa, 2006, ss. 33.
44. Rumasz-Rudnicka E.: Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na asymilację i transpirację życicy westerwoldzkiej. Acta Agroph., 2010, **15(2)**: 395-408.
45. Szoszkiewicz J., Madziar Z., Zbierska J.: Wpływ wilgotności gleby na produktywność i skład chemiczny wybranych odmian traw pastewnych. Rocz. AR Poznań, 1991, **224**: 123-134.
46. Thomas H.: Diversity between and within temperate forage grass species in drought resistance, water use and related physiological responses. Aspects of App. Biol. Efficiency of water use in crop systems. 1994, **38**: 47-55.
47. Thomas H., Humphreys M.: Progress and potential of interspecific hybrids of *Lolium* and *Festuca*. J. Agr. Sci. Cambridge, 1991, **117**: 1-8.
48. Volaire F.: Seedling survival under drought differs between an annual (*Hordeum vulgare*) and perennial grass (*Dactylis glomerata*). New Phytologist, 2003, **160**: 501-510.
49. Volaire F., Lelièvre F.: How can resistant genotypes of *Dactylis glomerata* L. survive severe Mediterranean summer drought?, 2005, 145-148. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c62/04600148.pdf>
50. Water in a Changing World. The United Nations World Water Development Report 3 – WWDR3, 2009, UNESCO, ss. 313.
51. Wigley T. M., Raper S. C. Interpretation of high projections for global-mean warming. Science, 2001, **293**: 451-454.
52. Wilman D., Gao Y., Leitch M.H.: Some differences between eight grasses within the *Lolium-Festuca* complex when grown in conditions of severe water shortage. Grass and Forage Sci., 1998, **53**: 57-65.
53. Xu Z.Z., Zhou G.S.: Effects of water stress and high nocturnal temperature on photosynthesis and nitrogen level of a perennial grass *Leymus chinensis*. Plant Soil, 2005, **269**: 131-139.
54. 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 hab. Mariola Staniak
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: (81) 886 34 21 w. 351
e-mail: staniakm@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.
9. *Wybrane elementy technologii produkcji roślinnej*. Puławy, 2007.
10. *Problem erozji gleb w procesie przemian strukturalnych na obszarach wiejskich*. Puławy, 2008.
11. *Uprawa roślin energetycznych a wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce*. Puławy, 2008.
12. *Wybrane zagadnienia systemów informacji przestrzennej i obszarów problemowych rolnictwa w Polsce*. Puławy, 2008.
13. *Tworzenie postępu biologicznego w hodowli tytoniu i chmielu*. Puławy, 2008.
14. *Kierunki zmian w produkcji roślinnej w Polsce do roku 2020*. Puławy, 2009.
15. *Wybrane elementy regionalnego zróżnicowania rolnictwa w Polsce*. Puławy, 2009.
16. *Systemy wspomagania decyzji w zrównoważonej produkcji roślinnej*. Puławy, 2009.
17. *Stan i kierunki zmian w produkcji rolniczej (wybrane zagadnienia)*. Puławy, 2009.
18. *Produkcyjne i środowiskowe aspekty współczesnych metod nawożenia i regulacji zachwaszczenia*. Puławy, 2009.
19. *Oddziaływanie rolnictwa na środowisko przyrodnicze w warunkach zmian klimatu*. Puławy, 2010.
20. *Ocena zrównoważenia gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach, powiatach i województwach*. Puławy, 2010.
21. *Możliwości rozwoju obszarów problemowych rolnictwa (OPR) w świetle PROW 2007–2013*. Puławy, 2010.
22. *Możliwości rozwoju gospodarstw o różnych kierunkach produkcji rolniczej w Polsce*. Puławy, 2010.
23. *Związki fitogeniczne jako naturalna alternatywa antybiotykowych promotorów wzrostu*. Puławy, 2010.
24. *Wybrane aspekty przemian strukturalnych na obszarach wiejskich*. Puławy, 2010.
25. *Stan obecny i perspektywy nawożenia roślin w Polsce w aspekcie regulacji prawnych*. Puławy, 2010.
26. *Stan obecny i perspektywy rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce*. Puławy, 2010.
- 27(1). *Środowiskowe skutki działalności rolniczej i wdrażania PROW na obszarach problemowych rolnictwa*. Puławy, 2011.

- 28(2).** *Techniki i technologie stosowane w produkcji roślinnej a środowisko przyrodnicze.* Puławy, 2012.
- 29(3).** *Problemy zrównoważonego gospodarowania w produkcji rolniczej.* Puławy, 2012.
- 30(4).** *Doskonalenie integrowanych technologii produkcji zbóż jarych i roślin pastewnych ze szczególnym uwzględnieniem początkowych elementów agrotechniki.* Puławy, 2012.
- 31(5).** *Rola badań naukowych w kształtowaniu postępu w produkcji chmielu i tytoniu.* Puławy, 2012.
- 32(6).** *Wybrane aspekty zrównoważonego rozwoju i specjalizacji gospodarstw rolniczych.* Puławy, 2013
- 33(7).** *Działalność Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB w Puławach w zakresie wspierania doradztwa i praktyki rolniczej.* Puławy, 2013.
- 34(8).** *Problemy gospodarki nawozowej w Polsce.* Puławy, 2013.
- 35(9).** *Zagrożenia dla prawidłowego funkcjonowania gleb użytkowanych rolniczo – wybrane zagadnienia.* Puławy, 2013.
- 36(10).** *Zmiany w technologiach produkcji roślinnej – oceny i wpływ na środowisko rolnicze.* Puławy, 2014.
- 37(11).** *Dobre praktyki w nawożeniu.* Puławy, 2014.
- 38(12).** *Jakość informacji w systemach wspomagania decyzji.* Puławy, 2014.
- 39(13).** *Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii pochodzenia rolniczego i ich wpływ na środowisko.* Puławy, 2014.
- 40(14).** *Wybrane problemy rolnictwa polskiego z uwzględnieniem stanu jego zrównoważenia.* Puławy, 2014.

WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

W serii wydawniczej „STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB” publikowane są recenzowane prace z zakresu agronomii oraz ochrony i kształtowania środowiska rolniczego, wykonane w ramach zadań programów wieloletnich pn. „Kształtowanie środowiska rolniczego Polski oraz zrównoważony rozwój produkcji rolniczej” (2005-2010) oraz „Wspieranie działań w zakresie kształtowania środowiska rolniczego i zrównoważonego rozwoju produkcji rolniczej w Polsce” (2011-2015). W zeszytach problemowych o charakterze monografii, 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: słowa kluczowe, wstęp, wyniki i dyskusja bądź omówienie wyników, podsumowanie lub wnioski, 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
- pod tabelą przypis ze wskazaniem źródła danych (autorstwa)

rysunki

- czarno-białe
- wykresy w programie Word lub Excel
- wymiar w zakresie 13 cm × 19 cm
- w podpisach czcionka 9 p.
- na płycie lub innym nośniku 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 złożyć w 1 egzemplarzu. Po recenzji oryginalny egzemplarz recenzowany złożyć/przesłać do Redakcji, a ostateczną wersję pracy, uwzględniającą uwagi recenzenta i redaktora, przesłać e-mailem.

Dane kontaktowe:

mgr Katarzyna Mikulska

Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG-PIB

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

e-mail: kmikulska@iung.pulawy.pl

