

Kazimierz Noworolnik

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

ZNACZENIE PARAMETRÓW SIEWU W INTEGROWANEJ TECHNOLOGII PRODUKCJI JĘCZMIENIA JAREGO*

Wstęp

Uprawa jęczmienia jarego ma duże znaczenie w krajowej produkcji zbóż, gdyż jego areal uprawy jest największy spośród gatunków zbóż jarych. Ponadto jęczmień wyróżnia się wielokierunkowym użytkowaniem ziarna – na cele pastewne, browarne, konsumpcyjne (na kaszę, płatki, kawę zbożową) i gorzelniane. Obecnie racjonalne jest rozpowszechnianie produkcji zbóż w systemie integrowanym, w którym agrotechniczne i biologiczne czynniki plonotwórcze są wykorzystywane w sposób zrównoważony, biorąc pod uwagę aspekty warunków siedliskowych, ochrony środowiska i zadowalającej dochodowości. Dobrą opłacalność uprawy jęczmienia można uzyskać poprzez otrzymanie możliwie wysokiego plonu ziarna przy dobrym wykorzystaniu warunków siedliska i niedużych kosztach uprawy. Można to osiągnąć poprzez racjonalne wykonanie zabiegów agrotechnicznych i kompleksowe ujęcie wszystkich czynników siedliskowych, agrotechnicznych i biologicznych, decydujących o wielkości i jakości plonu ziarna. Jest to zgodne z zasadami integrowanej produkcji roślinnej. Zalecenia odnośnie poszczególnych zabiegów agrotechnicznych dla jęczmienia jarego są oparte o syntezy wyników licznych doświadczeń polowych (wieloletnich i wielopunktowych) przeprowadzonych w Zakładach Doświadczalnych IUNG-PIB oraz w dawniejszym doświadczalnictwie terenowym Ośrodków Doradztwa Rolniczego (w warunkach szerokiej praktyki), z uwzględnieniem współdziałań między różnymi czynnikami agrotechnicznymi i edaficznymi (10, 14-16), a także w zakładach doświadczalnych innych placówek naukowych w kraju (7, 12). Gęstość siewu, a także poziom nawożenia azotem i termin siewu okazały się czynnikami najsilniej współdziałającymi między sobą i z innymi czynnikami w oddziaływaniu na cechy struktury plonu ziarna i jego wielkość. Plon ziarna jęczmienia jest silnie dodatnio skorelowany z liczbą kłosów na jednostce powierzchni (do pewnej granicy), a słabiej skorelowany z pozostałymi elementami struktury plonu ziarna (liczba ziaren w kłosie, masa 1000 ziaren). Duży wzrost obsady roślin i kłosów pod wpływem dane-

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

go czynnika może wiązać się ze zmniejszeniem wartości cech produkcyjności kłosa (16-18, 20-26). Szczególnie ważne jest więc uzyskanie optymalnej obsady kłosów dostosowanej do warunków glebowych i odmiany, poprzez zastosowanie zalecanej w takich warunkach ilości wysiewu (14-16, 25, 30). Niezależnie od tego możliwości wysokiego plonowania jęczmienia sprzyja ukształtowanie optymalnej architektury łanu uwarunkowanej dobrym wyrównaniem pędów kłosośnych (17, 29). Niskie pędy produkcyjne jęczmienia są zacieniane przez wyższe pędy i słabiej konkurują z nimi o składniki pokarmowe, co powoduje mniejszą plenność kłosów na krótszych pędach. Gęstość siewu i termin siewu są podstawowymi czynnikami agrotechnicznymi, wpływającymi na zwartość i architekturę łanu oraz plon ziarna jęczmienia. Pełne i wyrównane wschody jęczmienia, dodatnio wpływające na architekturę łanu, można otrzymać dzięki dobrej sprawności roli poprzez prawidłowe wykonanie uprawy gleby. Zazwyczaj duże rozwarstwienie pionowe łanu ujemnie wpływające na plonowanie występuje wskutek niestarannej uprawy roli i opóźnienia terminu siewu.

Termin siewu nasion

Termin siewu jest jednym z głównych czynników agrotechnicznych. Uzyskanie wysokiego plonu ziarna jęczmienia jest możliwe przy jego wysiewie w optymalnym terminie (3, 5-7, 10-12, 15-17, 26, 33). Optymalny termin siewu zależy głównie od długości trwania zimy i waha się w granicach od 20 marca do 10 kwietnia. Dodatni wpływ wczesnego terminu siewu na plonowanie jęczmienia jest warunkowany dłuższym okresem jego wegetacji, a przez to większą możliwością pobrania składników pokarmowych, lepszym wykorzystaniem wody pozimowej i mniejszą podatnością na suszę wiosenną oraz korzystniejszymi warunkami jarowizacji (przy niższych temperaturach wczesnej wiosny). Wielkość znizki plonu pod wpływem opóźnienia siewu zależy od różnych czynników siedliskowych, agrotechnicznych i biologicznych. Jęczmień jest rośliną ciepłolubną, źle znosi nadmiar wilgoci i z tym związany niedobór powietrza w glebie – dlatego może być wysiewany później niż inne zboża. W przypadku późnej wiosny racjonalne jest wysiewanie na większej powierzchni bardziej tolerancyjnych na opóźnienie siewu (do 20 kwietnia) odmian jęczmienia jarego na cele pastewne i kaszarskie, kosztem innych gatunków zbóż pastewnych. Opóźnienie siewu źle wpływa na jakość browarną ziarna wskutek podwyższenia zawartości białka w ziarnie ujemnie wpływającego na parametry jakości siodu. Dlatego siew jęczmienia browarnego powinien być możliwie jak najwcześniejszy (2, 10-11, 16-17). W przypadku opóźnienia terminu siewu skraca się okres wegetacyjny jęczmienia wskutek oddziaływania wydłużonego dnia i wyższej temperatury na przyspieszenie rozwoju i dojrzewania roślin, co przyczynia się do znizki plonu ziarna, głównie z powodu zmniejszenia rozkrzewienia produktywnego i liczby kłosów w łanie. Wielkość tej znizki plonu zależy od wielu czynników wpływających na stopień rozkrzewienia roślin, co decyduje o różnej tolerancji odmian na opóźnienie

siewu w zależności od warunków ich uprawy. Współdziałania między terminem siewu z innymi czynnikami w aspekcie wpływu na plonowanie jęczmienia, określone na podstawie licznych doświadczeń polowych, omówione są w dalszej części pracy.

Na uwagę zasługuje szersze przedstawienie ostatnio wykonanych badań z najnowszymi odmianami jęczmienia jarego (23). W latach 2008-2010 przeprowadzono doświadczenia mikropoletkowe z jęczmieniem jarym na polu doświadczalnym IUNG-PIB w Puławach, na glebie kompleksu pszennego dobrego. Celem ich było określenie uwarunkowań reakcji nowych odmian jęczmienia jarego na opóźnienie terminu siewu, wyrażonej cechami morfologicznymi roślin, plonem ziarna i fenologią roślin. Porównywano odmiany: Conchita, Kormoran, Rufus, Skald, Skarb (2008-2009) i Afrodite, Aliciana, Bordo, Skald i Suveren (2009-2010) pod względem cech morfologicznych decydujących o wielkości plonu ziarna oraz ich reakcji na termin siewu: 7-12 i 17-22 kwietnia.

Długość okresu wegetacji i trwania poszczególnych faz rozwoju roślin jęczmienia jarego zależała od terminu siewu i warunków pogodowych w latach. Opóźnienie terminu siewu wpłynęło na skrócenie okresu wegetacji o 8-9 dni. Na to składało się skrócenie wszystkich faz rozwoju roślin. Okres wegetacji jęczmienia jarego w 2008 roku był dłuższy o 9 dni w porównaniu z rokiem 2010. Wpłynęły na to mniejsze ilości opadów i wyższe temperatury w 2010 r. w kwietniu, czerwcu i lipcu.

Jęczmień jary (średnio z odmian) plonował znacznie wyżej w warunkach wczesnego terminu siewu w porównaniu z późnym terminem siewu (tab. 1). 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 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 (tab. 2, 3). Znaczny spadek plonu ziarna wykazały odmiany: Conchita (2008-2009) oraz Aliciana i Bordo (2009-2010). Słabszą ujemną reakcją pod względem plonu ziarna na opóźnienie terminu siewu stwierdzono u odmian: Skarb, Rufus i Kormoran (2008-2009) oraz Afrodite i Suveren (2009-2010). Średnią reakcją na opóźnienie terminu siewu charakteryzowała się odmiana Skald.

Pod wpływem terminu siewu i właściwości odmian stwierdzono większe zróżnicowanie rozkrzewienia produkcyjnego roślin, a mniejsze liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego roślin zmniejszał się w warunkach opóźnienia terminu siewu, w największym stopniu u odmian: Conchita (2008-2009) oraz Aliciana, Bordo i Suveren (2009-2010). Tendencję do zniżki liczby ziaren w kłosie pod wpływem opóźnienia terminu siewu obserwowano tylko u odmian Rufus i Kormoran (2008-2009). Pozostałe odmiany, zwłaszcza Aliciana, Suveren i Afrodite, zwiększyły liczbę ziaren w kłosie pod wpływem opóźnienia terminu siewu.

Spośród cech morfologicznych decydujących o wielkości plonu ziarna, największe zróżnicowanie między odmianami jęczmienia jarego dotyczyło liczby kłosów na jednostce powierzchni i współczynnika rozkrzewienia produkcyjnego roślin. W pierwszej serii doświadczeń (2008-2009) największą liczbą kłosów na 1 m² i najwyższym współczynnikiem rozkrzewienia produkcyjnego roślin charakteryzowała się odmiana Skarb. Stwierdzono istotnie większą liczbę kłosów na 1 m² tej odmiany w stosunku do odmian Skald i Conchita. W drugiej serii doświadczeń (2009-2010) odmiana Suveren wytworzyła istotnie większą liczbę kłosów na 1 m² od wszystkich innych odmian. Najwyższym współczynnikiem rozkrzewienia produkcyjnego roślin charakteryzowała się odmiana Suveren, a najniższym odmiana Bordo.

Niejednakowa reakcja badanych odmian na termin siewu wyrażona plonem ziarna wiązała się z międzyodmianowym zróżnicowaniem głównych cech decydujących o wielkości plonu ziarna. Najwyżej plonujące odmiany: Suveren i Skarb, a następnie Rufus, Kormoran i Afrodite wytwarzały większą od innych odmian liczbę kłosów na jednostce powierzchni i wykazały większą tolerancyjność na opóźnienie terminu siewu. Odmiany: Conchita, Aliciana i Bordo charakteryzowały się słabszym rozkrzewieniem produkcyjnym roślin, co w połączeniu ze skróceniem fazy krzewienia roślin i innych faz ich rozwoju w przypadku opóźnienia terminu siewu generowało zbyt małą liczbę kłosów w łanie. Spośród cech struktury plonu ziarna najsilniej dodatnio skorelowana z plonem jest liczba kłosów na jednostce powierzchni (16, 30).

W literaturze jest niewiele informacji na temat reakcji nowych odmian na opóźnienie terminu siewu wyrażonej cechami morfologicznymi roślin, plonem ziarna i fenologią roślin. We wcześniejszych pracach krajowych (7, 10, 12, 16, 24, 26, 28) i zagranicznych (1, 3, 11, 32, 33) porównywano stopień tolerancyjności na opóźnienie terminu siewu starszych odmian. Stwierdzono w nich niejednakową ujemną reakcję odmian na opóźnienie terminu siewu wyrażoną plonem ziarna, ale nie analizowano związku tej reakcji ze stopniem rozkrzewienia produkcyjnego roślin i cechami produktywności kłosa. W doświadczeniach COBORU (31, 32) porównywano plony ziarna wszystkich odmian znajdujących się w danym roku w rejestrze krajowym, a także oznaczano wybrane cechy użytkowe i biometryczne roślin tych odmian. Spośród głównych cech struktury plonu ziarna nie oznaczano liczby kłosów na jednostce powierzchni i liczby ziaren w kłosie, a tylko masę 1000 ziaren.

Określenie w niniejszych badaniach współczynników rozkrzewienia produkcyjnego roślin nowych odmian ma charakter unikalny i może sugerować tolerancyjność danej odmiany na opóźnienie terminu siewu oraz jej wymagania co do gęstości siewu. Odmiany silniej krzewiące się mogą być bardziej tolerancyjne na opóźnienie terminu siewu i wymagające mniejszej gęstości siewu.

Tabela 1

Wpływ terminu siewu na cechy jęczmienia jarego (średnio z odmian) w latach 2008-2010

Termin siewu	Liczba kłosów (na 1 m ²)	Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego	Liczba ziaren w kłosie	Masa 1000 ziaren (g)	Plon ziarna (g/m ²)
7-12 IV	1035	3,68	18,2	47,4	892
17-22 IV	897	3,25	18,8	48,2	815
NIR _{0,05}	61	-	r.n.	r.n.	57

Źródło: Noworolnik, 2012 (23).

Tabela 2

Wpływ terminu siewu na cechy odmian jęczmienia jarego badanych w latach 2008-2009

Odmiany	Termin siewu	Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego	Liczba ziaren w kłosie	Masa 1000 ziaren (g)	Plon ziarna (g/m ²)
Conchita	7-12 IV	3,46	17,9	47,9	914
	17-22 IV	2,98	18,2	48,2	706
	Średnio	3,25 c*	18,1 a	48,1 ab	810 c
Kormoran	7-12 IV	3,71	18,1	48,3	866
	17-22IV	3,50	17,0	49,4	798
	Średnio	3,60 b	17,6 a	48,9 a	832 bc
Rufus	7-12 IV	3,82	18,4	44,5	887
	17-22 IV	3,53	17,9	46,4	825
	Średnio	3,67 b	18,1 a	45,4 b	857 ab
Skald	7-12 IV	3,67	17,2	45,4	848
	17-22 IV	3,28	17,6	47,1	759
	Średnio	3,48 bc	17,4 a	46,3 ab	804 c
Skarb	7-12 IV	4,21	17,4	47,2	925
	17-22 IV	3,93	18,3	49,4	880
	Średnio	4,07 a	17,8 a	48,3 ab	903 a

*Wartości średnich z odmian w poszczególnych kolumnach oznaczone taką samą literą nie różnią się istotnie.

Źródło: Noworolnik, 2012 (23).

Zróznicowanie cech fizjologiczno-pokrojowych odmian (w szczególności dotyczy to niejednakowej zdolności do krzewienia się roślin) powoduje różną tolerancję odmian na opóźnienie siewu. Na podstawie dotychczasowych badań stwierdzono, że niektóre aktualnie uprawiane odmiany (Suveren, Skarb, Rufus, Nagradowicki, Kormoran, Mauritia, Sebastian, Granal, Żeglarsz, Kirsty, Justina i Rabel) charakteryzują się mniejszymi zniżkami plonu przy wysiewie w terminie opóźnionym i można zalecać ich uprawę w sezonach z występującym przedłużeniem zimy. Jest to spowodowane zachowaniem lepszej zdolności do rozkrzewienia produkcyjnego roślin w warunkach skróconego okresu ich krzewienia.

Tabela 3

Wpływ terminu siewu na cechy odmian jęczmienia jarego badanych w latach 2009-2010

Odmiany	Termin siewu	Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego	Liczba ziaren w kłosie	Masa 1000 ziaren (g)	Plon ziarna (g/m ²)
Afrodite	7-12 IV	3,62	17,3	48,6	874
	17-22 IV	3,34	18,8	47,8	841
	Średnio	3,48 b*	18,2 bc	48,2 a	858 b
Aliciana	7-12 IV	3,38	18,9	48,7	898
	17-22 IV	2,89	21,0	48,5	805
	Średnio	3,15 bc	20,0 ab	48,6 a	851 b
Bordo	7-12 IV	3,18	20,8	48,2	933
	17-22 IV	2,68	21,8	47,3	804
	Średnio	2,94 c	21,3 a	47,8 a	871 ab
Skald	7-12 IV	3,40	19,1	47,7	895
	17-22 IV	3,11	19,8	48,6	833
	Średnio	3,26 bc	19,4 b	48,1 a	864 ab
Suweren	7-12 IV	4,12	16,9	46,2	932
	17-22 IV	3,63	18,5	47,3	884
	Średnio	3,82 a	17,8 c	46,8 a	908 a

*Wartości średnich z odmian w poszczególnych kolumnach oznaczone taką samą literą nie różnią się istotnie.

Źródło: Noworolnik, 2012 (23).

Współdziałania terminu siewu z innymi czynnikami

Opóźnienie siewu wywiera większy ujemny wpływ na plonowanie jęczmienia na glebach słabszych niż na glebach lepszych. Większa żyzność gleby wpływa bowiem dodatnio na rozkrzewienie roślin, łagodząc w pewnym stopniu ujemny wpływ na tę cechę opóźnienia siewu. Wczesny termin siewu w połączeniu z dobrymi warunkami glebowymi sprzyja wytwarzaniu większej masy wegetatywnej zbóż, co powoduje zagrożenie wylegania roślin. W takim przypadku ważny jest dobór odmiany odpornej na wyleganie. Konieczności przestrzegania wczesnego terminu siewu, szczególnie na glebach lżejszych, sprzyja szybsze tempo przesychnania takich gleb po zimie i możliwość wcześniejszej ich uprawy.

W miarę opóźnienia terminu siewu coraz korzystniejszy wpływ na plonowanie zbóż wywiera 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. Dlatego wzrastający poziom nawożenia azotem (do pewnej granicy) zmniejsza ujemny wpływ opóźnienia terminu siewu na liczbę kłosów na jednostce powierzchni. Jednak przy dużym opóźnieniu terminu siewu (po 20 kwietnia) wysokie dawki azotu nie mogą być wykorzystane przez rośliny. Duża obniżka plonu ziarna

przy znacznym opóźnieniu siewu wiąże się bowiem z mniejszym pobraniem azotu przez rośliny w krótszym okresie wegetacji.

Przy wczesnym terminie siewu zboża jare spotykają się z silniejszą konkurencją chwastów w porównaniu 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 wschodzieć szybciej od 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. W przypadku uprawy jęczmienia na polu zachwaszczonym racjonalny jest jego wysiew w terminie trochę późniejszym, gdy wystąpi odpowiednie ocieplenie.

Gęstość siewu

Stwierdzono, że wśród czynników agrotechnicznych gęstość siewu najsilniej współdziała z innymi czynnikami agrotechnicznymi, siedliskowymi i biologicznymi w aspekcie wpływu na plony zbóż. Wiąże się to z zależnością optymalnej liczby kłosów w łanie od różnych czynników siedliskowo-agrotechnicznych (8-9, 14-21). 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, takie 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 nasion przy uwzględnieniu zdolności roślin do rozkrzewienia produkcyjnego, która zależy od odmiany oraz od wielu czynników siedliskowo-agrotechnicznych.

Wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian jęczmienia jarego badano w doświadczeniach polowych i mikropoletkowych. Racjonalne jest przedstawienie wyników najnowszych badań. Doświadczenia polowe z jęczmieniem jarym przeprowadzono w latach 2005-2007 w dwóch Rolniczych Zakładach Doświadczalnych IUNG-PIB: Grabów i Kępa, na glebach kompleksu żyniego bardzo dobrego, w stanowisku po pszenicy (21). Czynnikiem doświadczenia były gęstości siewu: 280, 310, 340 i 370 ziaren na 1 m² oraz odmiany: Granal, Jersey i Prestige. Plon ziarna jęczmienia jarego zależał od gęstości siewu, właściwości odmian i współdziałania tych czynników (tab. 4). Lata i miejscowości nie współdziałały z badanymi czynnikami, dlatego w tabelach przedstawiono wyniki średnie z lat 2005-2007 i z dwóch miejscowości. Plon ziarna (średnio dla odmian) przy gęstości 340 ziaren na 1 m² był istotnie wyższy niż przy gęstości 280 ziaren na 1 m², a przy gęstości 370 ziaren na 1 m² był podobny jak na gęstości 340 ziaren na 1 m². Najsilniejszą dodatnią reakcją na zagęszczenie siewu wykazała odmiana Jersey, która miała istotny wzrost plonu przy gęstości 310 i dalszy wzrost plonu przy gęstości 340 ziaren na 1 m². Pozostałe odmiany wykazały tendencję do większego plonu przy gęstości 340 ziaren na 1 m² w stosunku do gęstości 310 ziaren na 1 m². Odmiana Prestige plonowała wyżej (średnio dla gęstości) niż odmiany: Granal i Jersey.

Gęstość siewu wywierała zróżnicowany wpływ na główne cechy struktury plonu ziarna jęczmienia. Liczba kłosów na 1 m² badanych odmian zwiększała się istotnie wraz ze wzrostem gęstości siewu do 340 ziaren na 1 m² (tab. 5). Wpływ gęstości siewu na cechy produkcyjności kłosa był mniejszy niż na zawartość łanu. Istotne zmniejszenie liczby ziaren w kłosie przy gęstości 370 ziaren na 1 m² w porównaniu z gęstością 280 ziaren na 1 m² stwierdzono dla odmiany Granal i średnio dla pozostałych odmian (tab. 6). Obserwowano tendencję do niższej masy 1000 ziaren przy większej gęstości siewu. Wzrost plonu ziarna jęczmienia pod wpływem dużej gęstości siewu był efektem wyższej liczby kłosów na jednostce powierzchni, przy niewielkim zmniejszeniu masy 1000 ziaren i liczby ziaren w kłosie. Dodatni wpływ dużej gęstości siewu na zawartość białka w ziarnie stwierdzono tylko u odmiany Granal, a na celność ziarna – u odmian Granal i Prestige (21).

W literaturze naukowej jest niewiele informacji na temat reakcji nowych odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu na zebranych podstawie doświadczeń polowych. W latach 2003-2005 przeprowadzono doświadczenia polowe ze starszymi odmianami (Blask, Sezam, Rasbet), stwierdzając różną ich reakcję na gęstość siewu (18). Silniej dodatnio reagowała na wzrastającą gęstość siewu odmiana Rasbet. We wcześniejszych badaniach (27) stwierdzono zbliżoną reakcję jęczmienia nagoziarnistego (Rastik) do odmian oplewionych na zmienną gęstość siewu. Niejednakową reakcję odmian jęczmienia jarego na wzrastającą gęstość siewu z uwagi na różne właściwości odmian wykazano także w badaniach zagranicznych (5, 8, 34). Niewielkie, a w przypadku niektórych odmian jęczmienia istotne zmniejszenie masy 1000 ziaren i liczby ziaren w kłosie pod wpływem zagęszczania siewu otrzymano także w innych badaniach (8, 16, 18, 20).

Tabela 4

Plon ziarna (t·ha⁻¹) odmian jęczmienia jarego (Granal, Jersey, Prestige) w zależności od gęstości siewu (średnio z lat 2005-2007, z 2 miejscowości)

Gęstość siewu Liczba ziaren na 1 m ²	Granal	Jersey	Prestige	Średnio
280	4,68	4,56	4,95	4,73
310	4,89	4,85	5,11	4,95
340	4,98	5,11	5,23	5,11
370	4,96	5,06	5,34	5,12
Średnio	4,88	4,90	5,16	

NIR_{0,05} dla: gęstości – 0,190; odmian – 0,212; interakcji – 0,254

Źródło: Noworolnik, 2009 (21).

Przeprowadzono doświadczenia mikroplotkowe z jęczmieniem jarym (22) na polu doświadczalnym IUNG-PIB w Puławach, w których uwzględniono 3 gęstości siewu: 250, 350 i 450 ziaren/m² i odmiany: Nadek, Sebastian, Widawa i Kirsty (w latach 2004-2005), oraz odmiany: Toucan, Mauritia, Nagrałowicki i Tocada (w latach 2006-2007). Stwierdzono istotny wpływ gęstości siewu na plon ziarna odmian jęczmienia jarego i główne elementy jego struktury (tab. 7, 8).

Tabela 5

Liczba kłosów na 1 m² odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu (średnio z lat 2005-2007, z 2 miejscowości)

Gęstość siewu Liczba ziaren na 1 m ²	Granal	Jersey	Prestige	Średnio
280	582	632	617	610
310	624	681	662	656
340	667	717	683	689
370	674	723	702	700
Średnio	637	688	700	

NIR_{0,05} dla: gęstości – 27,1; odmian – 32,7; interakcji – r.n.

Źródło: Noworolnik, 2009 (21).

Tabela 6

Liczba ziaren w kłosie odmian jęczmienia jarego (Granal, Jersey, Prestige) w zależności od gęstości siewu (średnio z lat 2005-2007, z 2 miejscowości)

Gęstość siewu Liczba ziaren na 1 m ²	Granal	Jersey	Prestige	Średnio
280	18,1	17,0	17,5	17,5
310	17,6	16,5	17,2	17,1
340	17,0	16,6	17,3	17,0
370	16,8	16,3	16,9	16,7
Średnio	17,4	16,6	17,2	

NIR_{0,05} dla: gęstości – 0,71; odmian – 0,797; interakcji – 1,03

Źródło: Noworolnik, 2009 (21).

Uzyskano wzrost plonu ziarna w miarę zwiększania gęstości siewu do 450 ziaren na 1 m², z tym że w latach 2004-2005 zwyżka plonu (średnio z odmian) przy tej gęstości w stosunku do gęstości 350 ziaren na 1 m² miała charakter tendencji. Większe zwyżki plonu przy dużej gęstości siewu w stosunku do średniej gęstości wykazały odmiany: Widawa, Mauritia, Nagradowicki i Tocada. 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 z odmian) była istotnie wyższa przy małej gęstości siewu. Wystąpiła interakcja gęstości siewu z odmianami (w latach 2006-2007) dla masy ziarna z kłosa. Stwierdzono ujemny wpływ dużej gęstości siewu na wartości tej cechy u odmian Toucan i Mauritia, natomiast jej zmiany u odmian Nagradowicki i Tocada były nieistotne. Zwiększone gęstości siewu wywołały zniżkę liczby ziaren w kłosie badanych odmian w latach 2004-2005 (tab. 7), natomiast w latach 2006-2007 wystąpiła interakcja gęstości siewu z odmianami. Liczba ziaren w kłosie odmian Toucan i Mauritia zmniejszyła się przy dużej gęstości siewu, a w przypadku odmiany Nagradowicki zwiększyła się przy tej gęstości (tab. 8).

W literaturze naukowej jest niewiele informacji na temat porównania reakcji nowych odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu. Dotyczą one głównie wyników doświadczeń mikroplotkowych permanentnie prowadzonych w IUNG-PIB w Puławach (14, 16,

22, 24-26, 28-29) ze starszymi odmianami niż odmiany badane w wyżej omówionej pracy. Zauważono, że odmiany słabiej krzewiące się wykazują większe zwyczki plonu ziarna przy dużej gęstości siewu. Odmiany silniej krzewiące się wykazują natomiast przy dużej gęstości siewu większe wypadanie roślin. Obserwuje się mniejsze zróżnicowanie reakcji na gęstość siewu nowszych odmian jęczmienia jarego pod względem plonu ziarna i cech jego struktury w porównaniu z odmianami starszymi we wcześniejszych badaniach. Duża zwyczajka liczby kłosów na jednostce powierzchni niektórych odmian pod wpływem zagęszczania wysiewu wywołuje na ogół większy spadek masy ziarna z kłosa i liczby ziaren w kłosie. Niejednakową reakcję odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu z uwagi na różne właściwości odmian wykazano także w doświadczeniach polowych wykonanych zagranicą (1, 6, 8). 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 oraz odporniejsze na wyleganie i choroby. Jęczmień browarny sieje się trochę gęściej niż pastewny, aby ograniczyć nadmierne rozkrzewienie osłabiające wyrównanie ziarna, gdyż kłosa głównego i pierwszego bocznego pędu zawierają dorodniejsze i celniejsze ziarno niż później wyrosłe, niższe pędy (16, 17, 30).

Optymalne gęstości siewu w zróżnicowanych warunkach

W słabszych warunkach glebowych (gorsza żyzność, luźniejszy skład granulometryczny gleby, kwaśny odczyn) powinno się siać jęczmień gęściej niż na lepszych glebach. Jest to spowodowane gorszym rozkrzewieniem roślin rosnących na glebach o mniejszej zasobności w składniki pokarmowe i wodę. Duża gęstość siewu na glebach bardzo słabych (przepuszczalnych) może być nieefektywna w latach suchych wskutek niedostatecznego zaopatrzenia w wodę zwiększonej liczby roślin w łanie. W warunkach kwaśnego odczynu gleby uaktywnia się toksyczne oddziaływanie jonów glinu, manganu i wanadu na system korzeniowy zbóż. Im mniejszy system korzeniowy, tym słabsze krzewienie się roślin skutkujące niedostateczną liczbą kłosów w łanie, i dlatego bardziej efektywne stają się zwiększone ilości wysiewu. Na glebach żyznych występuje silniejsze krzewienie roślin i bujniejszy ich wzrost w efekcie dobrego zaopatrzenia w składniki pokarmowe i wodę, co potęguje stopień wylegania (szczególnie najwrażliwszego na to jęczmienia) w przypadku dużej obsady roślin. Nadmierne zagęszczenie łanu i słabe jego przewietrzenie sprzyjają nasileniu się porażenia zbóż przez patogeny chorobotwórcze, które wraz z wyleganiem przyczyniają się do znacznych strat plonu ziarna. Uzasadnia to potrzebę rzadszego siewu jęczmienia na lepszych glebach.

Tabela 7

Wpływ gęstości siewu na plonowanie i elementy struktury plonu odmian jęczmienia jarego (2004-2005)

Odmiana	Gęstość siewu (liczba ziaren/m ²)	Plon ziarna (g/m ²)	Liczba kłosów na 1 m ²	Masa ziarna z kłosa (g)	Liczba ziaren w kłosie
Nadek	250	791	922	0,86	20,5
	350	866	1090	0,79	18,2
	450	915	1216	0,75	17,8
	średnio	857	1076	0,80	18,8
Sebastian	250	860	941	0,92	19,3
	350	946	1132	0,84	17,2
	450	991	1235	0,80	17,0
	średnio	934	1103	0,85	17,8
Widawa	250	856	953	0,90	21,1
	350	914	1122	0,82	20,0
	450	975	1264	0,77	19,2
	średnio	915	1113	0,83	20,1
Kirsty	250	803	947	0,85	21,1
	350	886	1121	0,79	20,3
	450	927	1238	0,75	20,0
	średnio	872	1102	0,79	19,1
Średnio	250	828	941	0,88	20,6
	350	906	1116	0,81	18,9
	450	952	1238	0,77	18,3
NIR _{0,05} dla gęstości siewu		54	86	0,06	1,4
NIR _{0,05} dla odmian		51	r.n.	0,05	1,3
NIR _{0,05} dla interakcji		59	r.n.	r.n.	1,8

Źródło: Noworolnik, 2010 (22).

Przy uprawie jęczmienia w stanowisku po zbożach, które zalicza się do gorszych przedplonów, racjonalne jest zwiększenie ilości wysiewu. Przy uprawie zbóż w stanowisku po motylkowych, podnoszących zasobność gleby w azot, który wzmagą rozkrzewienie roślin, zaleca się zmniejszenie normy wysiewu.

W miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem słabnie efektywność dużej gęstości siewu, gdyż wysokie dawki N potęgują rozkrzewienie zbóż. Nadmierne zwarcie ładu sprzyja ponadto rozprzestrzenianiu się chorób (wskutek gorszego przewietrzenia ładu) oraz nasileniu wylegania roślin. W takich warunkach obniża się dorodność ziarna i zwiększają się straty podczas zbioru. W warunkach niedoboru azotu rośliny słabo się krzewią i występuje niedostateczna liczba kłosów na jednostce powierzchni, będąca przyczyną niskiego plonowania zbóż i sprzyjająca rozwojowi chwastów napotykalających na słabszą konkurencję zbóż w rzadszym ich łanie. W takich warunkach skuteczne jest zagęszczenie ładu poprzez stosowanie większej ilości wysiewu.

Tabela 8

Wpływ gęstości siewu na plonowanie i elementy struktury plonu odmian jęczmienia jarego (2006-2007)

Odmiana	Gęstość siewu (liczba ziaren/m ²)	Plon ziarna (g/m ²)	Liczba kłosów na 1 m ²	Masa ziarna z kłosa (g)	Liczba ziaren w kłosie
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
Nagradowicki	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
Tocada	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 gęstościsiewu		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

Źródło: Noworolnik, 2010 (22).

Przy opóźnieniu terminu siewu obserwuje się słabe rozkrzewienie roślin i niedostateczną liczbę kłosów w łanie, co można zrekomensować w pewnym stopniu większą gęstością siewu. Większe podwyższenie normy wysiewu stosuje się przy dużym opóźnieniu siewu (do 20 kwietnia) i na słabszych glebach. Dalsze zwiększenie ilości wysiewu przy bardzo dużym opóźnieniu terminu siewu, zwłaszcza w warunkach suszy, nie jest jednak efektywne z powodu słabych wschodów i zmniejszenia masy ziaren w kłosie. Słabe wschody jęczmienia są też skutkiem mało starannej uprawy roli (nierównomierna głębokość umieszczenia nasion) i w takich warunkach racjonalne jest zwiększenie ilości wysiewu. Zwiększenie wysiewu ziarna nie wyrównuje ujemnego wpływu opóźnienia siewu na plony zbóż jarych, gdyż oprócz spadku liczby kłosów z przeciętnej rośliny, zmniejsza się także liczba ziaren w kłosie i nasila się wypadanie roślin.

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

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

Tabela 9

Normy wysiewu* nasion jęczmienia pastewnego i kaszarskiego w kg/ha
(przy uwzględnieniu masy 1000 ziarn – 45 g. W przypadku nasion o wyższej masie 1000 ziarn należy zwiększyć normę wysiewu o tyle, o ile jest wyższa MTZ)

Odmiany	Jakość gleby	Termin siewu		
		25 III-5 IV	6-12 IV	13-20 IV
Kirsty, KWS Olof, Rufus, Skald,	dobra	110-122	114-127	120-134
	średnia	118-130	122-135	128-142
	słaba	128-142	132-147	138-153
Suweren, Boss, Bryl, Justina,	dobra	115-127	120-132	127-140
	średnia	123-135	128-140	135-147
	słaba	134-148	140-154	148-162
Antek, Atico, Frontier, Mercada, Nagradowicki, Rubinek, Skarb, Stratus, Tocada	dobra	120-133	126-140	134-148
	średnia	128-140	134-147	142-155
	słaba	140-153	147-160	155-169

*górne granice przedziałów stosować w przypadku gorszej kultury gleby i zmniejszonej zdolności kiełkowania (poniżej 90%)

Źródło: opracowanie własne.

Przygotowanie roli do siewu

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, umożliwienie wymieszania z glebą resztek poźniwnych i nawozów mineralnych, bez obniżenia aktywności pożytecznych mikroorganizmów glebowych (4, 13). 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, szczególnie w przypadku jęczmienia browarnego (17). Jej metody zależą od terminu zbioru przedplonu oraz od rodzaju posiadanych narzędzi uprawowych przez rolnika.

Tabela 10

Normy wysiewu ziarna jęczmienia jarego browarnego w kg/ha.

Odmiany	Termin siewu	Kompleks glebowo-rolniczy		
		pszenny bardzo dobry	pszenny dobry	żytni bardzo dobry
Afrodite, Aliciana, Basza, Blask, Binal, Kormoran, Nuevo, Serwal, Toucan, Żeglarz	27 III-3 IV 4 IV-10 IV	125-130* 128-134	130-136* 133-139	140-147* 144-152
Class, Conchita, Henrike, Mauritia, Nadek, Poldek, Ryton, Sebastian, Victoria-na, Xanadu,	27 III-3 IV 4 IV-10 IV	130-135 134-140	136-142 140-146	147-154 152-160
Beatrix, Bordo, Granal, Gwarek, Jersey, Marthe, Prestige, Signora, Stratus,	27 III-3 IV 4 IV-10 IV	136-142 141-147	142-148 147-154	154-161 160-167

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

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

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 11

Zakres zwiększania (+ %) lub zmniejszania (– %) normy wysiewu jęczmienia jarego (pastewnego i browarnego) 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.

Możliwość uprawy jęczmienia jarego po różnych przedplonach wskazuje na niejednakowe metody uprawy roli. Po przedplonach wcześniej schodzących z pola należy wykonać uprawki późnive. Jęczmień pastewny i konsumpcyjny (na kaszę i płatki) jest uprawiany przeważnie po zbożach (głównie po pszenicy, także po pszenicy, a na glebach słabszych po owsie), które są zbierane wcześniej. Lepsze stanowiska (po

roślinach niezbożowych) przeznaczają się bowiem pod pszenicę. Jęczmień browarny ma większe wymagania glebowe i przedplonowe (dla uzyskania dobrej jakości ziarna); uprawia się go na ogół po okopowych, a w przypadku dużego udziału zbóż (powyżej 70%) w płodozmianie także po pszenicy. Zdecydowana większość plantacji jęczmienia jarego jest więc zakładana po przedplonach wcześniej schodzących z pola, co sprawia konieczność uprawy późniejszej.

Pierwszym zabiegiem tradycyjnej uprawy jest podorywka płuzna. Jest ona jednak mniej wydajna i bardziej energochłonna w porównaniu z zastosowaniem agregatu uprawowego (kultywator, talerze wyrównujące, wał strunowy), który zaleca się w aspekcie uprawy integrowanej. W przypadku braku agregatu można stosować kultywator ścierniskowy lub talerzówkę. Zabieg ten powinien być wykonany zaraz po zbiorze przedplonu, na głębokość 6-9 cm. Zadaniem jego 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 (4). Następnym zabiegiem jest bronowanie po wejściu chwastów i samosiewów zbóż w celu ich zniszczenia. Należy je powtarzać po każdym ukazaniu się kolejnych wschodów chwastów.

Alternatywą uprawek późniejszych 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 późniejszych 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. W rolnictwie integrowanym dużą rolę przypisuje się naturalnej żyzności gleby i jej dużej aktywności biologicznej, dlatego liczbę orok należy ograniczać. Wystarczy jedna orka na trzy lata. W pozostałych dwóch latach orkę należy 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.

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 (13). Zastosowanie agregatu jest uzasadnione ekonomicznie (obniżenie kosztów paliwa i robocizny). Nie powinno się uprawiać gleby zbyt wilgotnej. Na glebie zbrylanej jest konieczność dwóch przejazdów roboczych lub użycie agregatu aktywnego. 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 kultywatorom (bez agregatu) zaleca się wyposażenie ciągnika w spulchniacze śladów lub koła bliźniacze, aby zmniejszyć ugniatanie gleby.

Prawidłowo wykonana uprawa roli jest ważnym elementem integrowanej produkcji jęczmienia jarego ograniczającym zachwaszczenie. Możliwość uzyskania w takich warunkach optymalnej architektury ładu dodatkowo wpływającej na kondycję roślin sprzyja lepszej odporności jęczmienia na choroby.

Przygotowanie materiału siewnego

Wysoka wartość materiału siewnego decyduje o pełnych i wyrównanych wschodach, prawidłowym wzroście i rozwoju roślin. Nasiona przeznaczone do siewu powinny charakteryzować się:

- czystością nie mniejszą niż 98%,
- wysoką masą 1000 ziaren (powyżej 40 g),
- dobrą zdrowotnością,
- zdolnością kiełkowania nie mniejszą niż 95%.

Najważniejsze jest zaopatrzenie się w nasiona kwalifikowane jednolite pod względem pochodzenia i odmiany. W produkcji zaleca się nabywać nasiona w stopniu oryginału. Materiał taki można wysiewać przez 3-4 lata, bez obawy spadku plonu, jeżeli będzie się go starannie reprodukować.

Literatura

1. A u f h a m m e r W., K u b l e r E.: Zur Leistungsfähigkeit von Gerste in Abhängigkeit von Form und Sorte sowie von Standort und Produktionstechnik. Bodenkultur, 1989, **40 (1)**: 47-60.
2. B e r t h o l d s s o n N. O.: Characterization of malting barley cultivars with more or less stable protein content under varying environmental conditions. Eur. J. Agron., 1999, **10**: 1-8.
3. C o n r y M. J.: Comparison of early, normal and late sowing at three rates of nitrogen on the yield, grain nitrogen and screenings content of Blenheim spring malting barley in Ireland. J. Agric. Sci. Cambridge, 1995, **125**: 183-188.
4. D z i e n i a S., Z i m n y L., W e b e r R.: Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. Fragm. Agron. 2006, **2(90)**: 227-241.
5. E a g l e s H., B e d g o o d A., M a r t i n P.: Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. Aust. J. Agric. Res. 1995, **46**: 831-844.
6. F a r a c k M., H a n s e l A.: Ergebnisse agrotechnischer Prüfungen zu Sommergerste in Vorgebirgslagen. Feldforschungsweesen. 1987, **1**: 30-41.
7. F a t y g a J., C h r z a n o w s k a - D r o ż d ż B., L i s z e w s k i M.: Wpływ terminów siewu na wysokość plonów ziarna i słomy jęczmienia jarego. Roczn. Nauk Rol., 1993, **109(4)**: 143-152.
8. J e d e l P. E., H e l m J. H.: Agronomic response to seeding rate two- and six-rowed barley cultivars in Central Alberta. Can. J. Plant Sci., 1995, **75(2)**: 315-320.
9. K o z ł o w s k a - P t a s z y Ń s k a Z.: Zmiany w strukturze ładu dwurzędowych i sześciorzędowych form jęczmienia jarego pod wpływem gęstości siewu. Pam. Puł., 1993, **102**: 65-67.

10. Kukuła S., Pecio A.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plon i jakość ziarna browarnych odmian jęczmienia jarego. Pam. Puł., 1998, **113**: 53-60.
11. Lauer J. G., Partridge J. R.: Planting date and nitrogen rate effect of spring malting barley. Agron. J., 1990, **82(6)**: 1083-1088.
12. Maćkowiak W., Budzianowski G., Goworko W., Woś H.: Reakcja odmian zbóż jarych : pszenżyta, owsa, pszenicy i jęczmienia na termin siewu. Fol. Univ. Agricult. Stetin, Agricult., 2000, **82**: 159-162.
13. Małecka I.: Produktivność roślin w płodozmianie w zależności od systemów uprawy roli. Fragm. Agron., 2006, **2(90)**: 261-272.
14. Noworolnik K.: Wpływ właściwości odmian i czynników siedliskowych na reakcję jęczmienia jarego na gęstość siewu i nawożenie azotem. Biul. IHAR, 1998, **207**: 63 -68.
15. Noworolnik K.: Znaczenie gęstości siewu jęczmienia jarego wysiewanego w różnych terminach na trzech kompleksach glebowo-rolniczych. Pam. Puł., 1999, **126**: 71-76.
16. Noworolnik K.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. Monografie i Rozprawy Naukowe, Puławy, 2003, **8**: 1-66.
17. Noworolnik K.: Kształtowanie jakości ziarna jęczmienia jarego browarnego poprzez zabiegi agrotechniczne z uwzględnieniem czynników siedliskowych. Studia i Raporty IUNG-PIB. 2007 a, **9**: 65-75
18. Noworolnik K.: Plon ziarna i białka odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu. Acta Agrophysica, 2007 b, **10(3)**: 617-623.
19. Noworolnik K.: Podstawy optymalnych technologii produkcji zbóż. Post. Nauk Rol., 2007c, **1**: 23-30.
20. Noworolnik K.: Plonowanie i zawartość białka w ziarnie browarnych odmian jęczmienia w zależności od gęstości siewu. Fragm. Agron., 2008, **1(97)**: 278-287.
21. Noworolnik K.: Plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2009, **542**: 349-356.
22. Noworolnik K.: Effect of sowing rate on yielding and grain quality of new cultivars of spring barley. Polish J. Agronomy, 2010a, **3**: 20-23.
23. Noworolnik K. Morphological characters, plant phenology and field of spring barley (*Hordeum sativum* L.) depending on cultivar properties and sowing date. Acta Agrobotanica, 2012, **65(2)**: 171-176.
24. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na termin i gęstość siewu. Pam. Puł., 1998, **112**: 163-168.
25. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Reakcja nowych odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu. Biul. IHAR, 2000, **214**: 159-162.
26. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Wpływ terminu i gęstości siewu na plonowanie mieszanin odmian jęczmienia jarego. Biul. Inst. Hod. Rośl., 2001, **217**: 107-110
27. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Plon ziarna i białka jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego w różnych warunkach siedliska w zależności od gęstości siewu. Pam. Puł., 2004a, **138**: 117-123.
28. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Wpływ gęstości i terminu siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia jarego. Biul. IHAR, 2004 b, **231**: 357-363.
29. Pecio A.: Studia nad modelem rośliny i ładu jęczmienia jarego. IUNG Puławy, 1995, **R(325)**: 1-84.
30. Pecio A.: Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. Fragm. Agron., 2002, **4(76)**: 4-112.
31. Praca zbiorowa: Lista opisowa odmian. Cz.1.: Zboża, COBORU, 2010.
32. Praca zbiorowa: Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Zboża jare, COBORU, 2009, 66.
33. Weston D. T., Horsley R., Schwarz P. B., Goos R. J.: Nitrogen and planting date effects on low-protein spring barley. Agron. J., 1993, **85**: 1170-1174.

34. Z h a o D. C., T a n g Z. K., Z h u F. T., S h i C.: Effect of multiple cultural factors on the yield and grain quality of malting barley. *Scienta Agric. Sinica*, 1988, **21(6)**: 67-73.

Adres do korespondencji:

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