

ALICJA PECIO¹, ANDRZEJ BICHOŃSKI²

¹Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

²Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie

REAKCJA WYBRANYCH ODMIAN JĘCZMIENIA BROWARNEGO NA ZRÓŻNICOWANE NAWOŻENIE AZOTEM

Response of some malting barley cultivars to differentiated nitrogen fertilization

ABSTRAKT: Celem badań było wykazanie zróżnicowania odmian jęczmienia pod względem wielkości uzyskiwanego plonu ziarna i jego jakości browarnej zależnie od dawki nawożenia azotem w zróżnicowanych warunkach pogody w okresie wegetacji. Ścisłe doświadczenie polowe w układzie split-plot, w 4 powtórzeniach, przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym IUNG Grabów, woj. mazowieckie, w latach 2001–2003. Czynnikiem I rzędu były browarne odmiany jęczmienia jarego: Brenda, Rudzik, Scarlett i Sezam, a czynnikiem II rzędu – dawki nawożenia azotem, stosowane w całości przedsięwzięcia: 0, 20, 40, 60 i 80 kg N·ha⁻¹. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 28,8 m².

Stwierdzono, że plon ziarna, zawartość białka w ziarnie i wartości pozostałych parametrów jakości browarnej odmian jęczmienia były zróżnicowane w latach i zależały od warunków wilgotnościowych w okresie wegetacji. Największy plon ziarna i najmniejszą zawartość białka w ziarnie stwierdzono w roku charakteryzującym się znacznym nadmiarem opadów w stosunku do ilości wody wyparowanej przez rośliny. Niedobory wilgoci przyczyniały się do zmniejszenia plonu ziarna i zwyżki zawartości białka w ziarnie.

Spośród badanych odmian jęczmienia największym plonem ziarna, najmniejszą zawartością białka w ziarnie i najkorzystniejszymi wskaźnikami jakości browarnej charakteryzowała się odmiana Scarlett. Zwiększające się dawki nawożenia azotem powodowały wzrost plonu ziarna i zawartości białka w ziarnie. Dawki azotu powyżej 40 kg N·ha⁻¹ wpływały na pogorszenie wskaźników jakości browarnej ziarna i słodu.

słowa kluczowe – key words:

jęczmień jary – *spring barley*, odmiany – *cultivars*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, plon ziarna – *grain yield*; jakość browarna – *malting quality*

WSTĘP

Jednym z najważniejszych czynników gwarantujących odpowiednią wartość technologiczną ziarna jęczmienia browarnego jest dobór właściwej odmiany. Zróżnicowana przydatność odmian dla celów browarnictwa powodowana jest niejednakowym potencjałem enzymatycznym ziarna w procesie słodowania i w procesie zacierania

słodu w warzelni (7, 12, 24). W praktyce tylko odmiany zakwalifikowane do grupy browarnych gwarantują uzyskanie wysokiej jakości słodu. Są to odmiany niskobiałkowe i na ogół wysokoplonujące (10, 27).

Browarne odmiany jęczmienia różnie reagują na zwiększone dawki nawożenia azotem. Wielu autorów zwraca uwagę, że stosowanie dużych dawek azotu sprzyja uzyskaniu zadowalającego plonu ziarna, ale nie zawsze wpływa korzystnie na jego jakość (1, 5, 9, 10, 13). Wraz ze wzrostem dawki azotu zwiększa się zawartość białka w ziarnie i białek rozpuszczalnych, wolnego azotu aminowego, aktywność α - i β -amylazy oraz wzrasta siła diastatyczna słodu. Zmniejsza się natomiast celność ziarna oraz ekstraktywność słodu (8, 27). Niektórzy autorzy (4, 25) nie stwierdzili wpływu dawki azotu na ekstraktywność słodu.

We wcześniejszej publikacji (15) autorka wykazała, że przyczyny zróżnicowanej zawartości białka w ziarnie odmian jęczmienia browarnego leżą w zróżnicowanej zdolności pobierania i dystrybucji azotu nagromadzonego w organach wegetatywnych do realizacji plonu i jego jakości. Celem prezentowanej pracy było wykazanie zróżnicowania odmian jęczmienia pod względem wielkości uzyskiwanego plonu ziarna i jego jakości browarnej zależnie od dawki nawożenia azotem w zróżnicowanych warunkach pogody w okresie wegetacji.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym IUNG Grabów, woj. mazowieckie, w latach 2001–2003. Założone zostało w układzie split-plot w 4 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były odmiany jęczmienia jarego browarnego: Brenda, Rudzik, Scarlett i Sezam, o zróżnicowanym potencjale plonowania i różnej wartości browarnej, a czynnikiem II rzędu – dawki nawożenia azotem, stosowane w całości przedsięwzięcia: 0, 20, 40, 60 i 80 kg N·ha⁻¹. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 28,8 m².

Doświadczenie zlokalizowano na glebie zaliczonej do kompleksu żytanego bardzo dobrego, o odczynie $\text{pH}_{\text{KCl}}=5,7$. Zawartość azotu mineralnego w profilu glebowym 0–60 cm w kolejnych latach wynosiła 76,3, 60,3 i 64,6 kg N·ha⁻¹. Jęczmień uprawiano w stanowisku po kukurydzy.

Siew wykonano: 7.04.2001 r., 4.04.2002 r. i 17.04.2003 r. W okresie wegetacji wykonywano wszystkie potrzebne zabiegi agrotechniczne zgodnie z zaleceniami IUNG. Zbiór roślin przeprowadzono w kolejnych latach odpowiednio 4.08, 31.07 i 5.08. Określano plon ziarna i słomy z poletka oraz elementy struktury plonu: liczbę roślin i kłosów na 1 m², krzewienie produkcyjne, masę 1000 ziarn, liczbę ziarn w kłosie i plon ziarna z kłosa.

Zawartość białka w ziarnie z każdego poletka oznaczano w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych IUNG w Puławach. Pozostałe parametry jakości ziarna, słodu i brzezki oceniano w mikrosłodowni Zakładu Roślin Zbożowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie. Ocenę wykonano metodami standardowymi,

zgodnie z normą PN-A-79083 Słód browarny (28), z pewnymi modyfikacjami opracowanymi w IHAR, umożliwiającymi analizę mniejszych próbek słodu (22). Oceniano istotne dla przemysłu parametry, które charakteryzowane są zwykle przy zgłaszaniu rodów do doświadczeń przedrejestrowych w Centralnym Ośrodku Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej.

Obliczenia statystyczne wykonywano z wykorzystaniem pakietu Statgraphics 5.0, a istotność różnic oceniano za pomocą testu Tukeya na poziomie $\alpha = 0,05$.

W tabeli 1 przedstawiono średnie miesięczne temperatury i sumy opadów, charakteryzujące przebieg warunków pogody w okresie wegetacji jęczmienia w latach badań. Średnie temperatury miesięczne na ogół nie odbiegały znacząco od średnich wieloletnich i sprzyjały prawidłowemu rozwojowi jęczmienia. Rozkład opadów natomiast był zróżnicowany w latach.

Tabela 1

Wybrane dane meteorologiczne w okresie wegetacji ZD Grabów
Selected meteorological data during vegetation periods in Experimental Station Grabów

Miesiąc/Rok Month/year	Średnia temperatura dobową (°C) Mean daily temperature				Suma opadów (mm) Precipitation sum			
	2001	2002	2003	średnia wieloletnia multi-year mean	2001	2002	2003	średnia wieloletnia multi-year mean
Kwiecień; April	8,1	8,4	7,0	8,6	107,5	25,5	39,0	43
Maj; May	14,0	17,0	15,9	14,1	13,9	22,1	47,6	58
Czerwiec; June	15,2	17,4	17,8	17,4	67,4	104,4	35,4	76
Lipiec; July	20,3	21,0	20,5	18,8	206,4	84,9	35,4	92
Sierpień; August	19,1	19,8	19,2	17,7	97,1	105,0	41,2	79

WYNIKI

Wpływ pogody na wielkość i jakość plonu ziarna jęczmienia

W rozdziale przedstawiono zależności pomiędzy warunkami pogody a plonem i zawartością białka w ziarnie jęczmienia. Warunki te scharakteryzowano za pomocą wskaźnika Sielianinowa, zwanego również współczynnikiem zabezpieczenia w wodę lub umownym bilansem wilgoci (19). Wskaźnik ten oblicza się ze wzoru: $K = 10P / \Sigma t$, gdzie P jest sumą miesięcznych opadów atmosferycznych, a Σt stanowi sumę średnich dobowych temperatur z tego miesiąca. Hydrotermiczny wskaźnik Sielianinowa jest wykorzystywany do oceny czasu trwania i nasilenia posuchy

w znaczeniu agroklimatologicznym. Jako okres posuchy przyjmuje się czas, w którym współczynnik K jest niższy od 1,0, co oznacza, że roślina wyparowuje większą ilość wody niż otrzymuje z opadów. Przez suszę Sielianinow rozumie okres charakteryzujący się współczynnikiem K mniejszym od 0,5, co oznacza, że ilość wyparowanej wody ponad dwukrotnie przewyższa jej dopływ. W badaniach własnych wskaźnik Sielianinowa wykorzystano do określenia wpływu warunków pogodowych w okresie przed i po kwitnieniu jęczmienia na jego plon i zawartość białka w ziarnie. Czas trwania okresu wegetacji jęczmienia z zaznaczeniem daty kwitnienia podano w tabeli 2.

Tabela 2

Daty siewu, kwitnienia i zbioru jęczmienia
Dates of sowing, anthesis and harvest of barley

Rok Year	Data Date of			Czas trwania okresu (dni) Duration time (days)	
	siewu sowing	kwitnienia anthesis	zbioru harvest	przed kwitnieniem before anthesis	po kwitnieniu after anthesis
2001	7.04	19.06	4.08	73	46
2002	4.04	10.06	31.07	67	51
2003	17.04	17.06	5.08	61	49

Okres wegetacji jęczmienia w latach 2001 i 2002 trwał odpowiednio 119 i 118 dni. Pierwszy rok był mokry, charakteryzował się stosunkowo długim okresem przed kwitnieniem i krótkim po kwitnieniu jęczmienia. W roku drugim, o mniejszej ilości opadów, okres przed kwitnieniem był nieco krótszy, a po kwitnieniu dłuższy. Najkrótszy okres wegetacji jęczmienia, łącznie 110 dni, stwierdzono w suchym roku 2003.

Uśrednione dla wyróżnionych okresów wegetacji wartości wskaźnika Sielianinowa oraz wielkości plonu ziarna i przeciętną zawartość białka w ziarnie jęczmienia przedstawiono w tabeli 3.

Stwierdzono, że układ wartości wskaźnika Sielianinowa w okresach przed i po kwitnieniu jęczmienia był zróżnicowany w latach badań. W pierwszym roku (2001) wartości te, zarówno przed ($K=1,7$), jak i po kwitnieniu ($K=3,3$) jęczmienia wskazują, że wegetacji roślin towarzyszył znaczny nadmiar opadów w stosunku do ilości wody wyparowywanej przez rośliny. Dzięki temu uzyskano największy ze wszystkich lat badań plon ziarna i najkorzystniejszą z punktu widzenia browarnictwa zawartość białka w ziarnie. W drugim roku (2002) średnie nadmiary opadów w obu okresach były niewielkie ($K=1,1$ i $K=1,3$). Uzyskano jednak znacznie mniejszy plon ziarna i większą procentową zawartość białka w ziarnie. W roku 2003 niedobory wilgoci, najpierw przed kwitnieniem jęczmienia ($K=0,9$), a potem również w okresie po kwitnieniu ($K=0,5$) przyczyniły się do znacznej wyżki zawartości białka w ziarnie, przy plonie nieco większym niż w roku poprzednim.

Tabela 3

Plon ziarna i zawartość białka w ziarnie jęczmienia zależnie od wartości wskaźnika Sielianinowa
Grain yield and protein content of barley in the context of Sielianinov's index

Rok Year	Wskaźnik Sielianinowa Sielianinov's index		Plon ziarna Grain yield		Zawartość białka w ziarnie Grain protein content	
	przed kwitnieniem before anthesis	po kwitnieniu after anthesis	średnia mean (t·ha ⁻¹)	odchylenie standardowe standard deviation	średnia mean (%)	odchylenie standardowe standard deviation
2001	1,7	3,3	6,2	0,83	11,7	0,96
2002	1,1	1,3	3,7	0,79	12,9	1,59
2003	0,9	0,5	3,9	0,77	14,2	1,90

Wpływ nawożenia azotem na wielkość i jakość plonu ziarna odmian jęczmienia

Badane odmiany charakteryzowały się podobną wielkością plonu ziarna z hektara, aczkolwiek odmiana Scarlett wykazywała tendencję do wyższego plonowania (tab. 4). Różniły się natomiast pod względem wszystkich elementów struktury plonu. Odmiana Rudzik najsilniej się krzewiła i charakteryzowała się istotnie większym plonem słomy w porównaniu z odmianą Scarlett i istotnie największą liczbą kłosów na 1 m², ale jednocześnie najmniejszą ich produktywnością. W przypadku odmiany Scarlett stwierdzono istotnie większą liczbę roślin na jednostce powierzchni w stosunku do odmiany Brenda. Odmiana ta z kolei wytwarzała istotnie więcej ziarna w kłosie niż odmiana Rudzik, przy czym masa 1000 ziarn obu odmian była podobna. Najdorodniejsze ziarno produkowała odmiana Sezam i nieco mniejsze odmiana Scarlett.

Stwierdzono istotny związek plonu ziarna jęczmienia z dawką nawozów azotowych. Plon ziarna zwiększał się istotnie wraz ze zwiększaniem dawki azotu do 60 kg N·ha⁻¹ (tab. 4). Dalsze zwiększanie dawki nie powodowało wzrostu plonu ziarna. W miarę zwiększania dawek nawozów azotowych zwiększał się również plon słomy, liczba kłosów na jednostce powierzchni i liczba ziarn w kłosie.

Jedynie w przypadku odmiany Rudzik stwierdzono istotny wzrost plonu ziarna na skutek zwiększonej dawki nawożenia azotem. Istotnie większe plonowanie tej odmiany stwierdzono przy nawożeniu w dawce 60 kg N·ha⁻¹ w stosunku do obiektów bez nawożenia. Jednocześnie zwiększała się liczba kłosów na jednostce powierzchni skutkiem zwiększonego krzewienia się roślin. Dalsze zwiększanie dawki azotu nie powodowało istotnego wzrostu plonu ziarna.

Średni z trzech lat badań przyrost plonu ziarna badanych odmian przy zwiększaniu dawki nawożenia azotem od 0 do 80 kg·ha⁻¹ wynosił 1,35 t·ha⁻¹, tj. niemal 36% (tab. 5). Największy przyrost plonu ziarna (ok. 2 t·ha⁻¹) stwierdzono u odmiany Rudzik. Spośród trzech elementów struktury plonu ziarna, wymienianych w literaturze jako

Tabela 4

Plon ziarna i struktura plonu odmian jęczmienia zależnie od dawki nawożenia azotem
Grain yield and yield components of barley cultivars related to dose of nitrogen fertilization

Wyszczególnienie Description	Dawka Dose (kg N·ha ⁻¹)	Odmiana; Cultivar				Średnio Mean	NIR LSD
		Brenda	Rudzik	Scarlett	Sezam		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	0 20 40 60 80	3,87 4,23 4,83 4,73 4,88	3,34 4,10 4,62 5,13 5,38	4,11 4,83 4,61 5,38 5,18	3,83 4,24 4,81 5,25 5,11	3,79 4,35 4,72 5,12 5,14	r.n. r.n. r.n. r.n. r.n.
Średnio; Mean		4,51	4,52	4,82	4,65		r.n.
NIR; LSD		r.n.	1,282	r.n.	r.n.	1,19	
Plon słomy Straw yield (t·ha ⁻¹)	0 20 40 60 80	3,28 3,79 4,16 4,28 4,23	3,26 3,84 4,24 4,67 5,18	3,14 3,59 3,60 3,98 4,16	3,29 3,73 4,34 4,51 4,72	3,24 3,74 4,08 4,36 4,57	r.n. r.n. r.n. r.n. r.n.
Średnio; Mean		3,95	4,24	3,69	4,11		0,439
NIR; LSD		r.n.	0,848	0,853	0,972	0,463	
Liczba roślin na 1 m ² Number of plants per 1 m ²	0 20 40 60 80	303 304 299 305 300	324 335 353 330 343	338 320 333 326 331	316 319 323 323 324	316 319 323 323 324	r.n. r.n. r.n. r.n. r.n.
Średnio; Mean		302	314	337	330		29,4
NIR; LSD		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Liczba kłosów na 1 m ² Number of spikes per 1 m ²	0 20 40 60 80	478 527 569 608 573	470 559 621 661 714	504 582 587 601 633	466 541 597 613 599	479 552 593 621 630	r.n. r.n. r.n. r.n. r.n.
Średnio; Mean		551	605	581	563		35,1
NIR; LSD		r.n.	164,1	r.n.	r.n.	69,9	
Krzewienie produkcyjne Productive tillering	0 20 40 60 80	1,61 1,76 1,94 2,06 1,94	1,58 1,84 2,08 2,04 2,28	1,59 1,78 1,72 1,87 1,91	1,38 1,75 1,83 1,92 1,86	1,54 1,78 1,89 1,97 2,00	r.n. r.n. r.n. r.n. r.n.
Średnio; Mean		1,86	1,97	1,77	1,75		0,154
NIR; LSD		r.n.	0,693	r.n.	r.n.	0,225	
Masa 1000 ziarn Weight of 1000 grains (g)	0 20 40 60 80	46,5 45,7 45,1 44,9 44,2	45,2 45,4 45,2 44,6 43,6	47,5 47,6 46,5 46,2 45,0	49,2 48,5 48,0 47,0 46,4	47,1 46,8 46,2 45,7 44,8	r.n. r.n. r.n. r.n. r.n.
Średnio; Mean		45,3	44,8	46,6	47,8		0,78
NIR; LSD		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,85	

cd. tab. 4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Liczba ziarn w kłosie	0	17,5	15,7	16,9	16,5	16,7	r.n.
Number of grains per spike	20	17,7	16,3	17,5	16,3	17,0	r.n.
	40	19,1	16,6	17,2	16,9	17,4	r.n.
	60	17,8	17,5	19,8	18,4	18,4	r.n.
	80	19,4	17,6	18,3	18,5	18,4	r.n.
Średnio; Mean		18,3	16,8	17,9	17,3		1,38
NIR; LSD		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Plon ziarna z kłosa	0	0,81	0,71	0,80	0,81	0,78	r.n.
Grain yield per spike (g)	20	0,81	0,74	0,83	0,79	0,79	r.n.
	40	0,87	0,75	0,80	0,80	0,81	r.n.
	60	0,80	0,78	0,92	0,87	0,84	r.n.
	80	0,86	0,77	0,83	0,86	0,83	r.n.
Średnio; Mean		0,83	0,75	0,83	0,82		0,068
NIR; LSD		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	

r.n. – różnica nieistotna; insignificant difference

podstawowe (20), największy, bo średnio około 85%, udział we wzroście plonu ziarna wszystkich badanych odmian miała liczba kłosów na jednostce powierzchni. Jej zwiększenie spowodowało przyrost plonu ziarna o $1,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, tj. o 30,2%. Zwiększenie plonu ziarna z pojedynczego kłosa, uwarunkowanego liczbą ziarn w kłosie i MTZ, przyczyniło się do wzrostu plonu ziarna o $0,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, czyli o 5,4%. Wkład masy 1000 ziarn w przyrost plonu był ujemny.

Zawartość białka w ziarnie badanych odmian jęczmienia była zróżnicowana w latach i związana z przebiegiem warunków pogodowych w okresie wegetacji. We wszystkich latach badań, szczególnie w latach 2002 i 2003, które charakteryzowały się długimi okresami suszy, średnia zawartość białka w ziarnie badanych odmian przekraczała normę (11,5%) dla jęczmienia przeznaczonego na cele browarne (rys. 1). Najmniejszą zawartość białka stwierdzono w ziarnie odmiany Scarlett.

Odmiany różniły się istotnie w latach 2001 i 2002. W roku 2001, który był stosunkowo mokry, istotnie największą zawartością białka wyróżniała się odmiana Rudzik. Wraz ze wzrostem dawki nawożenia azotem zawartość białka w ziarnie tej odmiany zwiększała się i już przy dawce $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ przekroczyła normę dla browarnictwa. Pozostałe odmiany nie były zróżnicowane statystycznie, aczkolwiek ziarno odmiany Scarlett wykazywało tendencję do mniejszej zawartości białka. Zawartość białka w ziarnie odmian Scarlett i Brenda pozostawała w granicach normy przewidzianej dla browarnictwa przy nawożeniu w dawkach do $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, a odmiany Sezam przy nawożeniu w dawkach do $20 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W roku 2002, który oprócz dłuższych okresów suszy średnio charakteryzował się niewielką nadwyżką opadów w okresie wegetacji w stosunku do ilości wody wyparowanej, istotnie najmniejszą średnią zawartość białka w ziarnie stwierdzono u odmiany Scarlett, a największą u odmiany Brenda. Na zachowanie normy zawartości białka w ziarnie tych odmian pozwalało nawożenie w dawce tylko do $20 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Odmiany Rudzik i Sezam reagowały

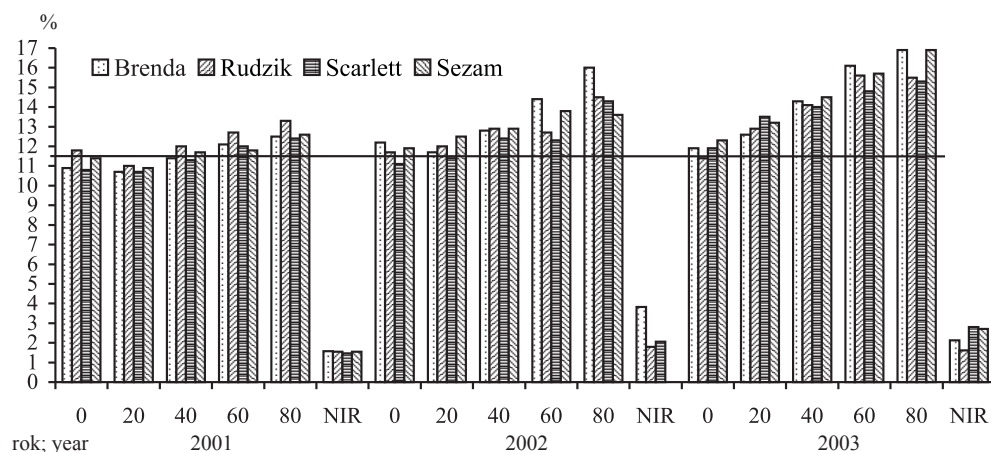
Tabela 5

Wpływ elementów plonowania na różnice plonów odmian jęczmienia powstałych na skutek zwiększenia dawki azotu z 0 do 80 kg N·ha⁻¹
 The effect of yield components on the differences in grain yield of barley cultivars induced by increasing N doses from 0 to 80 kg N·ha⁻¹

Elementy plonowania Yield components	Odmiana; Cultivar				
	Brenda	Rudzik	Scarlett	Sezam	średnio mean
Wkład elementów plonowania w różnice plonów Contribution of yield components in difference of yields (t·ha ⁻¹)					
Obsada kłosów; Spikes per 1 m ²	0,8	1,8	1,0	1,1	1,1
Liczba ziarn w kłosie Grains per 1 spike	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
Masa 1000 ziarn Weight of 1000 grains	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1
Suma; Sum	1,0	2,0	1,1	1,4	1,4
Wkład elementów plonowania w różnice względne plonów Contribution of yield components in relative difference of yields (%)					
Obsada kłosów; Spikes per 1 m ²	20,0	54,1	23,2	29,0	30,2
Liczba ziarn w kłosie Grains per 1 spike	10,1	9,3	6,5	10,7	8,8
Masa 1000 ziarn Weight of 1000 grains	-3,9	-2,3	-3,6	-4,2	-3,4
Suma; Sum	26,1	61,1	26,0	35,5	35,6
Udział elementów plonowania w zróżnicowaniu plonów Share of yield components in difference of yields (%)					
Obsada kłosów; Spikes per 1 m ²	76,5	88,6	89,0	81,7	84,8
Liczba ziarn w kłosie Grains per 1 spike	38,6	15,2	24,8	30,3	24,7
Masa 1000 ziarn Weight of 1000 grains	-15,1	-3,8	-13,8	-12,0	-9,6
Suma; Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Błąd oceny; Error of estimation (%)	9,2	12,9	7,0	7,6	9,2

ponadnormatywnym wzrostem zawartości białka na stosowanie azotu w każdej dawce. Podobnie było w bardzo suchym roku 2003. Każdorazowa aplikacja azotu powodowała wzrost zawartości białka w ziarnie badanych odmian ponad normę, a u odmiany Sezam stwierdzono bardzo dużą zawartość białka nawet w obiekcie bez nawożenia azotem.

Pozostałe parametry wartości browarnej badano tylko w latach 2001 i 2002 (tab. 6). Wartości tych parametrów były zróżnicowane w latach badań, aczkolwiek z wyjątkiem nieznacznie podwyższonej liczby Kolbacha pozostawały w granicach normy dla browarnictwa. Korzystniejsze wartości stwierdzono w roku 2001, w którym okres wegetacji charakteryzował się warunkami sprzyjającymi dobremu plonowaniu jęczmienia. Zmienność parametrów jakościowych w zależności od badanych czynników



Rys. 1. Zawartość białka w ziarnie odmian jęczmienia zależnie od dawki azotu w latach badań
Grain protein content of barley cultivars in particular years

Tabela 6

Parametry wartości browarnej odmian jęczmienia zależnie od dawki nawożenia azotem
w latach 2001–2002

Parameters of malting quality of barley related to nitrogen dose in 2001 and 2002

Parametr Parameter	Dawka N N dose (kg·ha ⁻¹)	Odmiana; Cultivar							
		Brenda		Rudzik		Scarlett		Sezam	
		2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Celność ziarna Grain filling Norma; Norm: ≥95%	0	96,0	94,0	95,7	91,5	97,9	95,2	97,0	95,5
	20	95,1	90,8	94,5	87,6	97,0	95,8	96,6	95,3
	40	92,3	85,5	95,3	84,8	96,6	92,5	96,3	90,9
	60	92,4	89,8	93,8	81,9	95,1	92,9	95,3	89,4
	80	88,2	83,6	92,5	87,0	95,0	86,6	92,6	88,6
	średnio mean		92,8	88,7	94,4	86,6	96,3	92,6	95,6
Zawartość białka rozpuszczalnego Soluble protein content (%)	0	5,4	5,5	5,4	5,3	5,3	5,3	5,7	5,7
	20	5,3	5,6	5,3	4,7	5,1	5,1	5,7	5,5
	40	5,6	5,4	5,3	5,0	5,2	5,5	5,9	5,6
	60	5,7	5,9	6,0	5,2	5,2	5,5	5,9	6,1
	80	5,8	6,2	5,8	5,5	5,4	5,7	6,0	6,1
	średnio mean		5,6	5,7	5,6	5,1	5,2	5,4	5,8
Liczba Kolbacha Kolbach Index Norma; Norm: 35–45%	0	49,4	54,2	48,0	52,9	49,1	53,7	52,9	53,3
	20	48,5	53,5	47,2	47,3	46,9	47,3	52,0	50,4
	40	47,3	49,9	44,9	47,3	45,7	51,6	50,7	51,2
	60	46,9	51,6	46,1	43,3	43,7	45,0	48,5	50,9
	80	44,9	47,7	43,6	45,2	41,0	43,7	45,8	51,6
	średnio mean		47,5	51,4	46,0	47,2	45,3	48,3	50,0

cd. tab. 6

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Ekstraktywność słodu Malt extractivity Norma; Norm: ≥79,5%	0	82,9	81,5	82,8	80,6	83,9	82,4	82,8	81,5
	20	82,7	81,8	82,8	80,5	83,3	81,9	82,3	81,9
	40	81,7	81,1	82,1	80,7	83,2	82,1	82,1	82,0
	60	80,7	80,4	81,3	79,9	82,6	81,0	81,4	80,5
	80	80,6	79,5	81,0	79,2	81,7	80,4	81,2	80,0
	średnio mean	81,7	80,9	82,0	80,2	82,9	81,6	82,0	81,2
Lepkość brzezki Wort viscosity Norma; Norm: ≤1,67 mPa·s	0	1,48	1,40	1,43	1,34	1,46	1,39	1,44	1,35
	20	1,50	1,39	1,45	1,38	1,45	1,42	1,43	1,41
	40	1,48	1,41	1,44	1,42	1,47	1,45	1,46	1,39
	60	1,44	1,38	1,47	1,42	1,49	1,42	1,43	1,36
	80	1,42	1,40	1,47	1,39	1,50	1,43	1,45	1,39
	średnio mean	1,46	1,40	1,45	1,42	1,47	1,42	1,44	1,38
Siła diastatyczna Diastatic power Norma; Norm: ≥240 °WK	0	428	407	356	340	363	357	322	448
	20	425	416	359	307	394	353	343	458
	40	461	460	389	359	395	397	354	467
	60	492	512	401	387	423	391	420	507
	80	527	491	415	368	431	375	487	497
	średnio mean	467	457	384	375	401	375	385	475
Stopień ostatecznego odfermentowania brzezki Fermentability Norma; Norm: ≥80%	0	86,4	85,4	84,5	82,6	84,0	83,1	83,9	84,3
	20	86,8	84,6	84,5	82,9	83,9	82,7	84,2	84,5
	40	86,9	84,1	84,5	83,6	84,5	82,1	84,8	83,9
	60	86,0	83,6	84,4	81,4	83,7	82,3	84,8	83,2
	80	85,5	83,1	84,0	82,2	83,5	81,8	85,3	82,9
	średnio mean	86,3	84,2	84,4	82,4	83,9	82,4	84,6	83,8
Zawartość β-glukanów Content of β-glukans Norma; Norm: <250 mg·l ⁻¹	0	52,6	73,2	86,9	82,0	133,9	92,0	143,8	45,8
	20	64,2	62,2	100,2	80,3	114,1	113,4	163,7	44,5
	40	47,8	61,1	102,9	94,8	120,8	132,3	135,3	68,6
	60	56,1	65,7	108,9	88,0	113,2	127,7	78,3	58,1
	80	58,2	76,5	115,3	99,3	145,1	129,9	67,2	70,2
	średnio mean	55,8	67,7	102,8	88,9	125,4	119,1	117,7	57,4

była podobna w latach. Spośród badanych odmian najkorzystniejszymi wartościami parametrów jakościowych, w tym: największą celnością ziarna i ekstraktywnością słodu, najmniejszą zawartością białek rozpuszczalnych i wartością liczby Kolbacha najmniej przekraczającą normę, wyróżniała się odmiana Scarlett. Odmiana ta charakteryzowała się nieco większą niż pozostałe odmiany lepkością brzezki oraz większą zawartością β-glukanów. Odmiana Brenda charakteryzowała się natomiast największymi wartościami siły diastatycznej i stopnia ostatecznego odfermentowania brzezki oraz najmniejszą zawartością β-glukanów.

Wraz ze wzrostem dawki azotu zmniejszała się celność ziarna, liczba Kolbacha, ekstraktywność słodu, stopień ostatecznego odfermentowania brzezki. Zwiększała się natomiast zawartość białek rozpuszczalnych, lepkość brzezki, siła diastatyczna i zawartość β-glukanów.

DYSKUSJA

Przeprowadzone analizy wyników badań własnych wykazały zależność pomiędzy wielkością plonu i zawartością białka w ziarnie jęczmienia a rozkładem warunków wilgotnościowych w okresie wegetacji, charakteryzowanych za pomocą wskaźnika Sielianinowa. Stwierdzono, że w miarę zmniejszania się wartości wskaźnika, co oznacza mniejszą ilość wody dostępnej dla roślin, zmniejszał się plon ziarna i zwiększała się zawartość białka w ziarnie, chociaż we wszystkich latach przekraczała normę dla ziarna przeznaczonego na cele browarnicze (11,5%); (28).

Przedstawione wyniki są zgodne z badaniami innych autorów, którzy podają, że w produkcji jęczmienia browarnego głównym czynnikiem decydującym o rozwoju roślin, elementach struktury plonu, zawartości białka w ziarnie i innych parametrach wartości browarnej jest dostępność azotu (1, 8, 27), którego pobieranie i przemieszczanie w roślinie uwarunkowane jest czynnikami środowiska w okresie zarówno przed, jak i po kwitnieniu (18).

Poprzednie badania autorki (14) wykazały silniejszy związek pomiędzy przebiegiem pogody i zawartością białka w ziarnie niż związek z wielkością plonu ziarna. Stwierdzono istnienie zależności pomiędzy wartością współczynnika Sielianinowa w okresie przed kwitnieniem i zawartością białka w ziarnie jęczmienia. Wysokiej zawartości białka (powyżej 11,5%) towarzyszyły niskie wartości wskaźnika Sielianinowa ($K \leq 1$), świadczące o niedoborze wody. Jest to zgodne z badaniami *Bertholdsona* (2), który zjawisko takie tłumaczy ograniczonym pobraniem azotu w warunkach suszy. Zmniejsza się wówczas liczba kwiatków i ziarn w kłosie tak, że w fazie wypełniania ziarna rośliny dysponują większą ilością azotu glebowego w przeliczeniu na pojedynczy ziarniak, w wyniku czego następuje wzrost procentowej zawartości białka w ziarnie. Przy wysokiej wartości wskaźnika Sielianinowa ($K > 1,7$) plon ziarna był duży, ale niższa zawartość białka (poniżej 10,5%) limitowała przydatność ziarna na cele browarnicze. Przy wartości wskaźnika Sielianinowa $K \approx 1,2$, wskazującej na wystarczające, ale nie nadmierne zaopatrzenie roślin w wodę otrzymywano zadowalające plony ziarna jęczmienia o optymalnej dla browarnictwa zawartości białka (10,5–11,5%).

Mniejszą zawartość białka w ziarnie w korzystniejszych warunkach wilgotnościowych *Ruiter i Brookin* (21) uzasadniają tym, że roślina dłużej utrzymuje zielone liście, co przedłuża okres gromadzenia suchej masy w czasie wypełniania ziarna. W badaniach własnych korzystniejsze warunki wilgotnościowe wpłynęły na przedłużenie okresu przed kwitnieniem i skrócenie okresu po kwitnieniu jęczmienia.

Dane przedstawione w tabeli 3 nie potwierdziły całkowicie stwierdzonych wcześniej (14) zależności pomiędzy plonem i zawartością białka w ziarnie jęczmienia a wartością współczynnika Sielianinowa. Zawartość białka w ziarnie zbliżoną do optymalnej stwierdzono w roku 2001 o znacznym nadmiarze opadów ($K=1,7$ i $K=3,3$). W roku tym uzyskano również największy plon ziarna. Bardzo dużą zawartość białka

w ziarnie (>11,5%) stwierdzono zarówno w roku 2002 charakteryzującym się stosunkowo niewielkim nadmiarem opadów przed kwitnieniem ($K=1,1$), jak i w roku 2003 z ich niedoborem ($K=0,9$). Znacznie większa zawartość białka w ziarnie w roku 2003 w porównaniu z rokiem 2002 spowodowana była również niedoborem opadów w okresie po kwitnieniu ($K=0,5$).

Cox i in. (6) wyjaśniają, że procentowa zawartość białka w ziarnie zależy nie tylko od bezwzględnej ilości azotu pobranego przez roślinę, ale również od ilości nagromadzonych węglowodanów, to znaczy od stosunku C:N w okresie nalewania ziarna. Bhullar i Jenner (3) opisali odmienny przebieg procesów akumulacji skrobi i azotu w ziarnie w warunkach wysokiej temperatury. Synteza węglowodanów, które stanowią główną część masy ziarna, jest kontrolowana przez procesy zachodzące wewnątrz ziarna w czasie jego wypełniania, podczas gdy białko pochodzi głównie z aminowych form azotu przemieszczanych z liści i łodyg. Wysoka temperatura w okresie wypełniania ziarna jest główną przyczyną zwiększonej zawartości białka w ziarnie (16), gdyż powoduje ograniczenie konwersji sacharozy do skrobi poprzez zmniejszenie aktywności katalitycznej odpowiednich enzymów i opóźnienie ich aktywacji po ustąpieniu stresu temperaturowego. Następuje wówczas zahamowanie budowy granul skrobi i zmniejszenie jej zawartości z równoczesnym zwiększeniem procentowej zawartości azotu w ziarnie (23, 26). Powoduje to jednoczesną redukcję plonu i pogorszenie jakości browarnej ziarna na skutek redukcji wielkości ziarna i zwiększenia udziału łuski oraz zmniejszenia ekstraktywności słoju. Stwierdzono także zwiększenie kruchości endospermu, co prowadzi do zaburzeń w procesie słodowania.

Badane odmiany jęczmienia: Brenda, Rudzik, Scarlett i Sezam charakteryzowały się podobną wielkością plonu z jednostki powierzchni, aczkolwiek odmiana Scarlett wykazywała tendencję do wyższego plonowania. Różniły się pod względem elementów struktury plonu i parametrów wartości browarnej. Najmniejszą zawartością białka w ziarnie wyróżniała się odmiana Scarlett.

Badania dotyczące tych samych odmian, które prezentowano w poprzedniej pracy (15), wykazały, że odmiana Scarlett wytwarzała najmniejszą masę i powierzchnię asymilacyjną liści i łodyg, o dużej zawartości chlorofilu. Dzięki dobremu wykorzystaniu azotu i światła oraz dużej aktywności fotosyntetycznej liści charakteryzowała się również największą masą i najlepszym stanem odżywienia wegetatywnych części kłosa, co sprzyjało większej aktywności fotosyntetycznej kłosów w porównaniu z kłosami pozostałych odmian. Umożliwiało to wykształcenie dorodnego ziarna o stosunkowo małej zawartości białka.

Horsley i in. (11) podają, że niektóre odmiany o wysokiej ocenie wartości browarnej charakteryzują się małą stabilnością zawartości białka w ziarnie i po pewnym okresie muszą być usuwane z rejestru odmian. Różnice w stabilności zawartości białka w ziarnie mogą być wyjaśnione przez zróżnicowaną tolerancję na suszę i dostępność azotu (2). Odmiany niestabilne reagują na ograniczony dostęp azotu zmniejszonym krzewieniem roślin. Na skutek zmniejszonej liczby kłosów większa jest ilość azotu

przemieszczanego do pojedynczego ziarna. Stabilne odmiany są na ogół bardziej rozkrzewione i tym samym bardziej tolerancyjne na niewystarczające zaopatrzenie w azot. Pędy boczne stanowią u tych odmian źródło węgla i azotu w okresie po kwitnieniu, co zmniejsza ryzyko podwyższenia zawartości białka w ziarnie na skutek przyspieszonego dojrzewania. Silnie rozkrzewione odmiany są jednak bardziej wrażliwe na stres po kwitnieniu, bowiem nadmierna produkcja pędów bocznych mających słabą szansę na przetrwanie może powodować zmniejszenie plonu i zwiększenie zawartości białka w ziarnie (9).

Bertholdsson (2) zaproponował ideotyp odmiany o niskiej i stabilnej zawartości białka w ziarnie. Odmiana taka powinna się charakteryzować opóźnionym kłoszeniem i dojrzewaniem, krótkim źdźbłem, niskim indeksem powierzchni liściowej LAI i dużą krzewistością. Najważniejszym elementem struktury plonu w tym ideotypie jest liczba kłosów na 1 m², która zapewnia lepszą zdolność kompensacji plonu niż MTZ czy liczba ziarn w kłosie. W przypadku opóźnienia fazy kłoszenia możliwe jest wykształcenie większej liczby pędów kłosonośnych. Odmiany z mniejszą ilością pędów, ale o większej ich długości i z większymi kłosami mogą zmieniać te cechy zależnie od środowiska tylko w określonych granicach liczby wykształconych ziarn lub masy ziarna. Odmiany silniej krzewiące się wykazują natomiast wyższy potencjał plonowania z mniejszym ryzykiem wzrostu zawartości białka ponad normę. Krzewienie ma bezpośredni wpływ na biomasę i pobranie azotu w czasie kłoszenia i dojrzałości. Zawartość białka w ziarnie jest natomiast związana z wysokością roślin oraz indeksem powierzchni liściowej LAI i terminem kłoszenia.

Stwierdzono istotny związek plonu ziarna odmian jęczmienia i jego jakości z dawką nawozów azotowych. Plon ziarna i zawartość białka w ziarnie zwiększały się wraz ze zwiększaniem dawki nawożenia azotem. Dawki azotu powyżej 40 kg N·ha⁻¹ prowadziły na ogół do pogorszenia parametrów jakościowych.

Wyniki wielu badań wskazują na istotne zróżnicowanie pomiędzy odmianami pod względem pobrania i wykorzystania azotu. Stwarza to możliwość dostosowania nawożenia azotem do potrzeb odmiany, a przez to zwiększenia plonu i poprawienia jakości jęczmienia browarnego (17, 18). L e k e s i Z i n i s c e v a (13) stwierdzili, że tradycyjne, długosłome odmiany wykazują reakcję negatywną na zwiększone dawki nawożenia azotem, podczas gdy nowe, krótkosłome odmiany umożliwiają stosowanie dawek nawet 60–80 kg N·ha⁻¹ i uzyskiwanie większego plonu, związanego głównie z większą liczbą produktywnych kłosów na jednostce powierzchni.

WNIOSKI

1. Plon i jakość browarna ziarna odmian jęczmienia są związane z warunkami wilgotnościowymi w okresie wegetacji. Dobre warunki wilgotnościowe sprzyjają dobremu plonowaniu i dobrej jakości. Niedobory wilgoci powodują zmniejszenie plonu ziarna i wzrost zawartości białka w ziarnie.

2. Spośród badanych odmian jęczmienia browarnego: Brenda, Rudzik, Scarlett i Sezam, największym plonem ziarna, najmniejszą zawartością białka w ziarnie i najkorzystniejszymi wskaźnikami jakości browarnej charakteryzuje się odmiana Scarlett.

3. Zwiększające się dawki nawożenia azotem powodują wzrost plonu i zawartości białka w ziarnie w warunkach przeprowadzonych badań. Dawki azotu powyżej 40 kg N·ha⁻¹ prowadzą do pogorszenia wskaźników jakości browarnej ziarna i sło-du.

LITERATURA

1. Bertholdsson N.O.: Selection methods for malting barley consistently low in protein concentration. *Eur. J. Agron.*, 1998, **9**: 213-222.
2. Bertholdsson N.O.: Characterization of malting barley cultivars with more or less stable protein content under varying environmental conditions. *Eur. J. Agron.*, 1999, **10**: 1-8.
3. Bhullar S.S., Jenner C.F.: Effect of temperature on the conversion of the sucrose to starch in the developing wheat endosperm. *Aust. J. Plant Phys.*, 1986, **13**: 605-615.
4. Clancy J.A., Tillman B.A., Pan W.L., Ulrich S.E.: Nitrogen effects on yield and malting quality of barley genotypes under no-till. *Agron. J.*, 1991, **83(2)**: 341-346.
5. Conry M.J.: Comparison of early, normal and late sowing at three rates of nitrogen on the yield, grain nitrogen and screenings content of Blenheim spring malting barley in Ireland. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 1995, **125**: 183-188.
6. Cox M.C., Qualsey C.O., Rains D.W.: Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. III. Nitrogen translocation in relation to grain yield and protein. *Crop Sci.*, 1986, **26**: 737-740.
7. Duijnhouwer I.D.C.: Variety differences in protein content and proportion of filled barley grains. *Jaarboekje stichting. Nederlands Instituut voor Brouwerst, Mout en Bier.*, 1991, **55**: 45-55.
8. Eagles H.A., Bedgood A.G., Panozzo J.F., Martin P.J.: Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. *Aust. J. Agric. Res.*, 1995, **46**: 831-844.
9. Fathi G., McDonald G.K., Lance R.C.M.: Responsiveness of barley cultivars to nitrogen fertilizer. *Aust. J. Exp. Agric.*, 1997, **37(2)**: 199-211.
10. Garstang J.R., Giltrap N.J.: The effect of applied and soil mineral nitrogen on yield and quality of malting barley varieties. *Asp. App. Biol.*, 1990, **25**: 315-327.
11. Horsley R.D., Schwartz P.B., Hammond J.J.: Genetic diversity in malt quality of North America six-rowed spring barley. *Crop Sci.*, 1995, **35**: 113-118.
12. Kowalska M., Bichoński A.: Wartość browarna i plonowanie rodów jęczmienia jarego w ciągu 24 lat hodowli w Polsce. *Biul. IHAR*, 2000, **214**: 129-142.
13. Leks J., Ziniseva L.: Selection of spring barley with a view of more efficient nitrogen utilization. Bericht über die arbeitstagung 1990 der „Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler“ im Rahmen der „Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter“, Gumpenstein, Österreich, 20-22 November 1990, 1990, 107-114.
14. Peci A.: Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.*, 2002, **4**: 4-112.
15. Peci A.: Zróżnicowanie zawartości białka w ziarnie odmian jęczmienia browarnego zależnie od stanu odżywienia roślin azotem. *Pam. Puł.*, 2005, **139**: 145-160.

16. Przulj N., Momcillovic V., Mladenov N.: Temperature and precipitation effect on barley yields. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 1999, **5(3)**: 403-410.
17. Przulj N., Momcillovic V.: Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. I. Dry matter translocation. *Eur. J. Agron.*, 2001, **15**: 241-254.
18. Przulj N., Momcillovic V.: Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. II. Nitrogen translocation. *Eur. J. Agron.*, 2001, **15**: 255-265.
19. Radomski C.: *Agrometeorologia*. 1977, PWN, Warszawa.
20. Rudnicki F.: Wyznaczanie wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.*, 2000, **3**: 53-65.
21. Ruiter J.M., Brooking I.R.: Effect of sowing date and nitrogen on dry matter and nitrogen partitioning in malting barley. *New Zealand J. Crop Hortic. Sci.*, 1996, **24(1)**: 65-76.
22. Ruśniak L., Kowalska M.: Możliwość zmniejszenia próbki jęczmienia w ocenie wartości browarnej. *Biul. IHAR*, 1974, **1-2**: 115-118.
23. Savin R.S., Stone P.J., Nicolas M.E., Wardlaw I.F.: Grain growth and malting quality of barley. 1. Effects of heat stress and moderately high temperature. *Austr. J. Agric. Res.*, 1997, **48(5)**: 615-624.
24. Timmer R.D., Duijnhouwer I.D.C., Laarhoven H.P.M. van, Angelino S.A.G.F., Son C.G.M. van, Gestel M.J.M.C. van, Van Laarhoven H.P.M., Van Gestel M.J.M.C.: Prospects for growing malting barley outside the southwestern clay district of the Netherlands. *Jaarboekje Stichting Nederlands Instiyuut voor Brouwgerst, Mout en Bier*. 1993, **57**: 39-43.
25. Villiers O.T.D., Maree P.C.J., Laubscher E.W., DeVilliers O.T.: Effect of time and rate of nitrogen application on the malting quality of barley. *South Afric. J. Plant Soil*, 1988, **53**: 134-136.
26. Wallwork M.A.B., Logue S.J., MacLeod L.C., Jenner C.F.: Effect of a period of high temperature during grain filling on starch synthesis in the developing barley grain. *Aust. J. Plant Physiol.*, 1998, **25(2)**: 173-181.
27. 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.
28. Polska Norma, 1967 PN 67-A-79083. Słód browarny.

RESPONSE OF SOME MALTING BARLEY CULTIVARS TO DIFFERENTIATED NITROGEN FERTILIZATION

Summary

Evaluation of the effect of different doses of nitrogen fertilization applied in differentiated weather conditions on the yield and quality of spring malting barley cultivars was aim of the research. The field experiment set up according to split-plot design in four replications was conducted in the Experimental Station of the Institute of Soil Science and Plant Cultivation in 2001–2003. The first factor was the malting cultivar of spring barley: Brenda, Rudzik, Scarlett, Sezam and the second one was nitrogen fertilization dose: 0, 20, 40, 60 i 80 kg N·ha⁻¹, applied before barley sowing. The plot area was 28,8 m².

It was found the grain yield and protein content and the values of other malting quality parameters were differentiated in particular years and depended on moisture level during vegetation period. The biggest grain yield and the smallest grain protein content was stated in the year with a significant surplus of rainfall as referred to water quantity transpired by plants. Moisture deficit decreased the grain yield and increased grain protein content.

Among studied cultivars Scarlett was characterized by the biggest grain yield, the smallest grain protein content and the most favorable indices of malting quality. The higher nitrogen doses the bigger both grain yield and protein content. Doses bigger than 40 kg N·ha⁻¹ worsened indices of grain and malt quality.

Praca wpłynęła do Redakcji 29 VI 2005 r.