

REAKCJA JĘCZMIENIA JAREGO BROWARNEGO W LATACH O ZRÓŻNICOWANYCH OPADACH PRZY RÓŻNYM NAWOŻENIU AZOTEM

*Zdzisław Wyszyński¹, Dariusz Gozdowski¹, Tadeusz Łoboda³, Stefan Pietkiewicz²,
Elżbieta Wołejko³*

¹ Katedra Agronomii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

² Katedra Fizjologii Roślin, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

³ Katedra Rozwoju Rolnictwa i Agrobiznesu, Politechnika Białostocka, Białystok

Wstęp

Azot jest jednym z głównych czynników modyfikujących wzrost, rozwój i produktywność roślin uprawnych. Wraz ze wzrostem zawartości azotu w liściach wzrasta intensywność fotosyntezy i powierzchnia liści. Zwiększanie zaopatrzenia w azot wpływa istotnie na pokrój liści i na ich trwałość, procesy decydujące w dużej mierze o przyroście biomasy i plonowaniu. Przy małej zawartości azotu następuje zmniejszenie przewodnictwa szparkowego [VON CAEMMERER, FARQUHAR 1981].

W grupie roślin zbożowych – podobnie jak w pozostałych grupach roślin uprawnych – występuje dodatnia korelacja między nawożeniem azotem a wielkością i jakością (zawartością białka) plonu rolniczego. Wyjątek stanowią rośliny jęczmienia browarnego, którego jakość uwarunkowana jest niską zawartością białka w ziarnie (9–11%). Warunki wilgotnościowe mogą modyfikować przebieg wzrostu, plonowanie roślin oraz skład chemiczny ziarna jęczmienia browarnego. Dlatego też problem nawożenia azotem tych roślin stawia całkowicie odmienne, w porównaniu do pozostałych zbóż, zadania.

Celem badań było porównanie wymiany gazowej i plonowania nowej krajowej odmiany jęczmienia jarego browarnego Rasbet przy różnym poziomie nawożenia azotem w latach o zróżnicowanych opadach.

Materiał i metody

W latach 1999 i 2000 na doświadczeniu jednoczynnikowym (w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach) z jęczmieniem jarym browarnym odmiany Rasbet nawożonym różnymi dawkami azotu przeprowadzono w okresie wegetacji 6-krotnie pomiary wymiany gazowej (analitycznym Li-6200, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA) i powierzchni asymilacyjnej roślin w łanie (miernikiem LAI 2000 tej samej firmy). W trakcie zbioru określono plon ziarna i jego

składowe. Metodą Kjeldahla oznaczono zawartość azotu w ziarnie i słomie. W doświadczeniu zastosowano zróżnicowane nawożenie azotem w dawkach 0, 30, 60 i 90 kg N·ha⁻¹. Azot stosowano przedsiewnie, z wyjątkiem dawki największej, którą podzielono na 60 kg·ha⁻¹ przedsiewnie i 30 kg·ha⁻¹ w fazie strzelania w źdźbło. Przebieg temperatury i opadów w czasie wegetacji jęczmienia podano w tab. 1. Wyniki doświadczeń opracowano przy pomocy ANOVA.

Tabela 1; Table 1

Przebieg pogody w RZD w Chylicach w latach 1999 i 2000 i wymagania jęczmienia jarego odnośnie opadów, według Dzieżycza

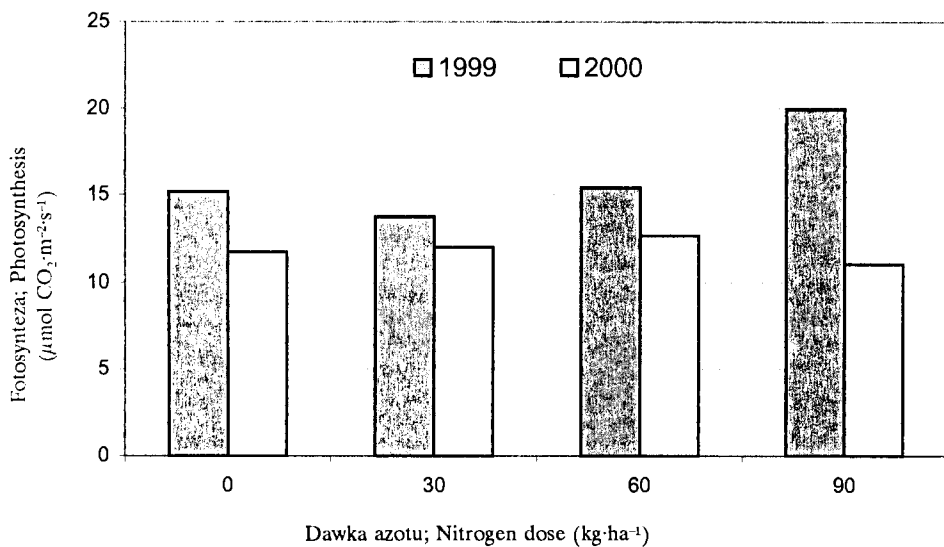
Weather conditions at Chylice Agr. Exp. Station in 1999–2000 and the requirements of spring barley concerning rainfalls (acc. to Dzieżycze)

Parametr Parameter	Rok/wymagania Year/requirements	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July
Temperatura; Temperature (°C)	1999	9,6	12,2	17,8	19,7
	2000	8,2	14,0	17,7	18,8
Opady; Rainfall (mm)	1999	75,1	67,4	161,0	39,0
	2000	11,5	22,9	9,1	160,0
	wymagania requirements	35	55	46	80

Wyniki i dyskusja

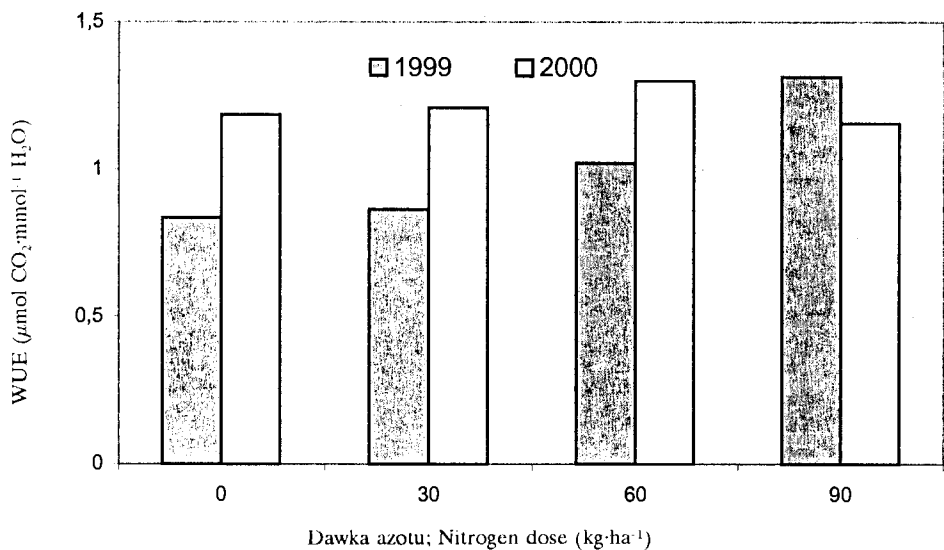
Średnio intensywność fotosyntezy roślin za całą wegetację we wszystkich badanych kombinacjach była wyższa w roku o odpowiednich opadach (1999) niż gdy rośliny rosły w roku o niskich opadach w okresie wegetacji (2000). W 1999 r. wahała się od 14 do 20 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, natomiast w 2000 roku mieściła się w zakresie od 11 do 13 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (rys. 1). Najwyższa wartość współczynnika wykorzystania wody (WUE) w 1999 r. wyniosła około 1,3 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{mmol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$, a w 2000 roku WUE był średnio wyższy o około 0,3 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{mmol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$ (rys. 2). Natomiast wartości wewnętrznego WUE (WUE_i) w obu latach we wszystkich kombinacjach nawozowych były niemal takie same (60–70 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{mol}^{-1} \text{H}_2\text{O}$). Wartości parametrów charakteryzujących wymianę gazową jęczmienia w roku 1999 są podobne do uzyskanych wcześniej przez ŁOBODĘ i in. [2000] dla roku wilgotnego, natomiast te z roku 2000 podobne dla odmian Borwina i Gil z suchego roku 1992 [ŁOBODA, PIETKIEWICZ 1993]. Znacznie wyraźniejsze różnice pomiędzy dwoma sezonami badań stwierdzono pod względem wskaźnika powierzchni liści łąnu (LAI). W 1999 roku wartość wskaźnika zależała od dawki azotu i wynosiła średnio od 1,7 do blisko 3,0, natomiast w roku 2000 LAI był znacznie niższy (około 1,5) i był zbliżony u wszystkich nawozowych kombinacji (rys. 3). Znacznie wyższy LAI w 1999 roku był zbliżony do obserwowanego przez ŁOBODĘ i in. [2000] dla kilku odmian jęczmienia jarego browarnego.

W 1999 r. plon ziarna był znacznie większy we wszystkich badanych kombinacjach w porównaniu z rokiem 2000 (w pierwszym roku od 3,91 t·ha⁻¹ w kombinacji bez nawożenia azotem do 5,30 t·ha⁻¹ w kombinacji z 90 kg N·ha⁻¹, a w drugim odpowiednio od 3,27 do 3,81 t·ha⁻¹).



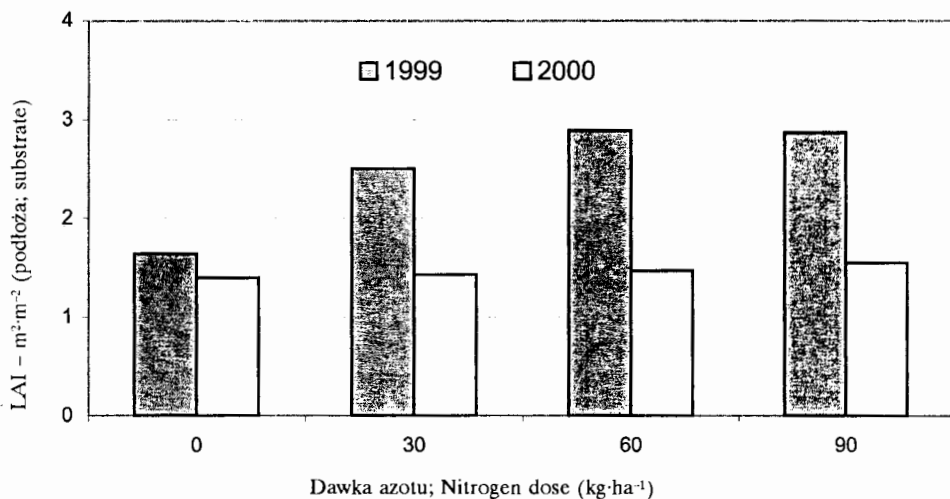
Rys. 1. Fotosynteza jęczmienia jarego browarnego odmiany Rasbet w roku o dostatecznej ilości opadów (1999, $NIR_{0,05} = 4,35$) i w roku o niskich opadach (2000, $NIR_{0,05} = 3,17$) w zależności od dawki nawożenia azotowego

Fig. 1. Photosynthesis of brewer's barley cv. Rasbet in rainfall sufficient (1999, $LSD_{0,05} = 4.35$) and insufficient year (2000, $LSD_{0,05} = 3.17$), depending on nitrogen fertilization rate



Rys. 2. Współczynnik wykorzystania wody (WUE) jęczmienia jarego browarnego odmiany Rasbet w roku o dostatecznej ilości opadów (1999) i w roku o niskich opadach (2000) w zależności od dawki nawożenia azotowego

Fig. 2. WUE of brewer's barley cv. Rasbet in rainfall sufficient (1999) and insufficient year (2000), depending on nitrogen fertilization rate



Rys. 3. Wskaźnik powierzchni liści łanu (LAI) jęczmienia jarego odmiany Rasbet w roku o dostatecznej ilości opadów (1999, $NIR_{0,05} = 0,59$) i w roku o niskich opadach (2000, $NIR_{0,05} = 0,28$) w zależności od dawki nawożenia azotowego, określony w fazie kłoszenia

Fig. 3. Leaf area index (LAI) of brewer's barley cv. Rasbet in sufficient years of rainfall (1999, $LSD_{0,05} = 0,59$) and insufficient rainfalls (2000, $LSD_{0,05} = 0,28$), depending on nitrogen fertilization rate taken at heading

Tabela 2; Table 2

Plon jęczmienia jarego browarnego odmiany Rasbet i jego składowe w roku o dostatecznej ilości opadów (1999) i w roku o niskich opadach (2000) w zależności od dawki nawożenia azotowego

Yield of brewer's barley cv. Rasbet and its components in sufficient years of (1999) and insufficient rainfalls (2000), depending on nitrogen fertilization rate

Plon i jego składowe Yield and its components	Rok Year	Nawożenie N; N fertilization (kg·ha ⁻¹)					średnia mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05} t-Student
		0	30	60	90			
Plon w t·ha ⁻¹ Yield t·ha ⁻¹	1999	3,91	4,76	5,30	4,80	4,69	0,65	
	2000	3,27	3,55	3,77	3,81	3,60	0,73	
Kłosy na m ² Ears per m ²	1999	509,0	596,3	647,8	636,8	597,4	123,8	
	2000	414,8	434,5	460,4	475,7	446,3	57,1	
Masa tysiąca ziaren 1000 grain mass	1999	42,40	40,70	38,76	35,24	39,27	5,46	
	2000	45,15	47,10	46,27	46,74	46,32	1,92	
Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	1999	18,26	19,74	21,26	21,67	20,23	1,75	
	2000	17,45	17,11	17,72	17,14	17,36	1,34	
% N w ziarnie % N in grain	1999	1,69	1,69	1,68	1,92	1,75	0,19	
	2000	2,34	2,36	2,38	2,39	2,37	0,23	
% N w słomie % N in straw	1999	0,66	0,65	0,59	0,86	0,69	0,20	
	2000	0,90	0,87	0,94	1,00	0,93	0,17	

Istotne różnice w obu badanych latach wystąpiły w składowych plonu (tab. 2). W 1999 roku było znacznie więcej niż w suchym kłosów na m² (509–648 wobec 415–477 w zależności od kombinacji), ziaren w kłosie (18,26–21,67 wobec 17,11–17,72), natomiast odnotowano znacznie mniejszą masę 1000 ziaren (35,24–42,40 wobec 45,15–47,10 g). W obu zaś latach liczba kłosów na m² zwiększała się wraz z dawką azotu, podczas gdy w 1999 r. zwiększała się liczba ziaren w kłosie, a masa ich 1000 sztuk malała. Nie odnotowano natomiast żadnego wpływu azotu w 2000 r. na liczbę bądź masę 1000 ziaren. Podobnie LESZCZYŃSKA i NOWOROLNIK [1997] stwierdzili, że azot wpływa na lepsze rozkrzewienie produkcyjne roślin, natomiast odnotowali mniejszą zmienność cech związanych z produktywnością kłosów (liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren). Stwierdzony przez nich ujemny wpływ wysokiej dawki azotu na masę 1000 ziaren nowych odmian i rodów jęczmienia jarego w doświadczeniu wazonowym jest zgodny z naszymi wynikami z roku o optymalnych warunkach wilgotnościowych, natomiast w roku o niskich opadach azot nie wpłynął na tę składową. Mniejsza masa tysiąca ziaren w 1999 r., co jest sprzeczne z danymi GAŚIOROWSKIEGO [1997], który podaje, że masa 1000 ziaren wzrasta wraz ze wzrostem zawartości wody w glebie, wynika ze znacznie większej liczby źdźbeł kłosonośnych oraz liczby ziaren w kłosie, wytworzonych w warunkach roku o większej ilości opadów w porównaniu z rokiem o mniejszej ilości opadów.

Ziarno zebrane w 2000 roku charakteryzowało się znacznie wyższą zawartością azotu niż w 1999 roku, tj. 2,37% w 2000 wobec 1,75% w roku 1999 (tab. 2). Jest to zgodne z danymi podanymi przez GAŚIOROWSKIEGO [1997], że wyższa zawartość wody w glebie powoduje obniżenie zawartości białka w ziarnie, i tym samym procentowej zawartości azotu. W 1999 roku jedynie w przypadku kombinacji najwyżej nawożonej odnotowano wyższą zawartość azotu w porównaniu z pozostałymi kombinacjami (1,92 wobec 1,68–1,69%), a w 2000 roku zawartość azotu nic różniła się istotnie we wszystkich kombinacjach (2,34–2,39%). Podobne tendencje obserwowano w przypadku zawartości azotu w słomie.

Wnioski

1. Łan roślin jęczmienia jarego browarnego w sezonie wegetacyjnym z małą ilością opadów charakteryzuje się obniżoną fotosyntezą, mniejszą powierzchnią liści, liczbą kłosów na m² i liczbą ziaren w kłosie i w efekcie niższym plonem ziarna. Zarazem rośliny oszczędniej gospodarują wodą i w znacznie większym stopniu napełniają wyraźnie mniejszą liczbę wytworzonych ziaren.
2. Tylko w warunkach optymalnego zaopatrzenia w wodę nawożenie azotem znacząco modyfikuje fotosyntezę, współczynnik wykorzystania wody, wielkość powierzchni asymilacyjnej oraz plonowanie roślin jęczmienia browarnego.

Literatura

GAŚIOROWSKI H. 1997. *Wartość technologiczna jęczmienia i niektóre metody jej oceny*, w: *Jęczmień – chemia i technologia*. Gaśiorowski H. (red.). PWRiL. Poznań: 250–262.

LESZCZYŃSKA D., NOWOROLNIK K. 1997. *Reakcja odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem w warunkach kontrolowanych*. Materiały konf. „Agrotechnika i wykorzystanie jęczmienia”. Puławy, 23–24 X 1997: 50.

ŁOBODA T., PIETKIEWICZ S. 1993. *Fizjologiczne parametry łanu różnych zbóż ozimych*. *Fragm. Agron.* 10(4): 99–100.

ŁOBODA T., PIETKIEWICZ S., CZEMBOR H.J., WIEWIÓRA M. 2000. *Określenie potencjału plonowania wybranych odmian jęczmienia jarego browarnego*. *Biul. IHAR* 215: 141–152.

VON CAEMMERER S., FARQUHAR G.D. 1981. *Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves*. *Planta* 153: 376–387.

Słowa kluczowe: fotosynteza, jęczmień browarny, LAI, nawożenie azotowe, susza

Streszczenie

W doświadczeniu polowym na roślinach jęczmienia odmiany Rasbet nawożonych azotem w dawkach 0, 30, 60 i 90 kg N·ha⁻¹ przeprowadzono pomiary wymiany gazowej, kształtowania się powierzchni asymilacyjnej roślin w łanie oraz określono wielkość plonu i jego składowych, a także oznaczono zawartość azotu w ziarnie i słomie w roku 1999 (odpowiednia ilość opadów) i 2000 (niedostateczna ilość opadów). Niższy plon ziarna w 2000 roku (3,27 do 3,81 t·ha⁻¹) niż w 1999 r. (3,91 do 5,30 t·ha⁻¹) był wynikiem słabszej fotosyntezy, mniejszego LAI oraz niższych takich składowych plonu jak: liczba kłosów na m² i liczba ziaren w kłosie, przy wyższej zarazem masie 1000 ziaren. Niezależnie od warunków wilgotnościowych liczba kłosów na m² zwiększała się wraz z dawką azotu. W 1999 roku azot wpływał dodatnio na liczbę ziaren w kłosie, natomiast ujemnie na masę 1000 ziaren, w 2000 roku nie wpływał na te składowe plonu. W 2000 roku ziarno i słoma zawierały znacznie więcej azotu niż w 1999 roku (odpowiednio 2,37 wobec 1,75% i 0,93 wobec 0,69%) i w 1999 roku zawartość ta była wyższa jedynie w przypadku kombinacji najwyżej nawożonej, natomiast w 2000 roku była podobna.

REACTION OF SPRING BREWER'S BARLEY GROWN UNDER DIFFERENT NITROGEN FERTILIZATION IN TWO VEGETATION SEASONS DIFFERING IN PRECIPITATION

Zdzisław Wyszynski¹, Dariusz Gozdowski¹, Tadeusz Łoboda³,
Stefan Pietkiewicz², Elżbieta Wotejko³

¹Department of Agronomy, Warsaw Agricultural University, Warszawa

²Department of Plant Physiology, Warsaw Agricultural University, Warszawa

³Department of Agriculture Development and Agricultural Business, Technical University, Białystok

Key words: brewer's barley, drought, LAI, nitrogen fertilization, photosynthesis

Summary

The aim of the study was to compare gas exchange and yielding of spring brewer's barley cv. Rasbet in 1999 (sufficient precipitation) and 2000 (low precipitation), grown under 0, 30, 60 and 90 kg N·ha⁻¹ (all nitrogen was applied before sowing, except the highest dose which was given twice i.e. 60 kg·ha⁻¹ before sowing and 30 kg·ha⁻¹ at shooting). In 2000, the grain yield was 3.27–3.81 t·ha⁻¹ and was lower than in 1999 (3.91–5.30 t·ha⁻¹) what resulted in lower photosynthesis, lower LAI and less yield components such as the number of ears per m² and grains per ear, but simultaneously at higher weight of 1000 grains. Despite of water relations, number of ears per m² was increasing with nitrogen dose. In 1999 nitrogen influenced positively the number of grains per ear, but negatively weight of 1000 grains; in 2000 the nitrogen did not influence these yield components. Nitrogen content in grain and straw dry matter was on average much higher under low precipitation (2.37 and 0.93%, respectively) than under good water availability (1.75 and 0.69%, respectively). In 1999 the grain nitrogen content was significantly higher only when the plants were grown under 90 kg N·ha⁻¹, while in 2000 there were no significant differences.

Dr Zdzisław Wyszyński
Katedra Agronomii
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Rakowiecka 26/30
02-528 WARSZAWA