

BIOLOGICAL AND ECONOMICAL EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZATION DESISTING IN SPRING BARLEY AND SPRING TRITICALE CULTIVATION

Summary

The experiment was carried out at Złotniki Experimental Station that belongs to August Cieszkowski, Agricultural University in Poznań on a sandy loam soil classified as Albic Luvisols in 1997-2006. Treatments included two levels of nitrogen fertilization (0 and 100 kg N·ha⁻¹).

High variation of weather conditions reflected in grain yield of spring barley and spring triticale and in effects of nitrogen fertilization desisting. Growing of spring triticale without nitrogen fertilization decreased the grain yield about 0.92 t·ha⁻¹ compared to fertilized field. For spring barley this kind of difference was lower and reached 0.45 t·ha⁻¹. The research shows that the grain yield of both cereals was not closely correlated with its components and no difference according to N fertilization was observed.

Desisting of nitrogen fertilization decreased value of direct surplus for both species.

BIOLOGICZNE I EKONOMICZNE SKUTKI ZANIECHANIA NAWOŻENIA AZOTEM UPRAW JĘCZMIENIA JAREGO I PSZENŻYTA JAREGO

Streszczenie

Do lat 90. minionego wieku najważniejszym kryterium uprawy zbóż było uzyskanie wysokich plonów. Obecnie wśród tych kryteriów zarysowują się nowe tendencje i coraz większego znaczenia nabiera jakość produkowanego ziarna. Zwiększenie produkcji biomasy różnych gatunków roślin najczęściej uzyskuje się poprzez wzrost nawożenia azotem często z różnym skutkiem dla środowiska naturalnego. Doświadczenia przeprowadzono w latach 1997-2006 na glebie płowej w stacji Złotniki należącej do Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu. Obiekty doświadczalne stanowiły dwa poziomy nawożenia azotem (0 i 100 kg N·ha⁻¹). Duża zmienność warunków pogodowych w latach badań wpływała na plon jęczmienia jarego i pszenżyta jarego oraz efekty zaniechania nawożenia azotem. Uprawa pszenżyta jarego bez nawożenia azotem obniżyła plon ziarna o 0,92 t·ha⁻¹, a w jęczmieniu jarym o 0,45 t·ha⁻¹ w porównaniu do pól nawożonych. Badania wykazały, że plony ziarna obu zbóż nie były silnie skorelowane z komponentami plonowania i nie stwierdzono zmiany siły związku na skutek nawożenia azotem. Zaniechanie stosowania azotu obniżyło nadwyżkę bezpośrednią z uprawy obydwu gatunków zbóż.

Wstęp

Wzrastająca liczba ludności świata i stąd zwiększające się zapotrzebowanie na żywność wymuszały działania zmierzające do poprawy produkcji żywności. W skali całego świata, a zwłaszcza w krajach rozwiniętych odbywało się to głównie drogą intensyfikacji nakładów i wzrostu produkcji z jednostki powierzchni.

Te dążenia zaowocowały wprawdzie zwiększeniem plonów, jednak jako skutek uboczny pojawiły się poważne zagrożenia dla środowiska naturalnego.

W obecnej dobie o zagrożeniach środowiska przyrodniczego płynących z intensyfikacji produkcji rolniczej nie ma potrzeby nikogo przekonywać. Jeśli dodamy do tego przekonanie, iż problem dystrybucji żywności z regionów o wysokiej produkcji w różne rejony świata nie daje się efektywnie rozwiązać to zrozumią się dążenia do eliminowania uciążliwych dla środowiska technologii uprawy, nawet kosztem poziomu uzyskiwanych plonów.

Takie strategie wspomagane są dodatkowo dość częstym zjawiskiem nadprodukcji żywności w coraz liczniejszej grupie państw.

Zarysowane powyżej przesłanki wywołały zainteresowanie nauki i praktyki rolniczej technologiami mniej intensywnymi, a tym samym mniej zaburzającymi naturalny układ warunków środowiska. Według Fotymy [4] korzystnym rozwiązaniem jest zrównoważone nawożenie roślin łączące stosowanie nawozów mineralnych, naturalnych i

biologicznego wiązania azotu, co zapewni największe efekty produkcyjne, a nie stworzy zagrożenia dla środowiska naturalnego.

W tym obszarze mieszczą się badania nad efektami obniżania czy eliminowania syntetycznych nawozów mineralnych.

Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1997-2006 w Stacji doświadczalnej Złotniki k/Poznania. Wykonano je w układzie bloków losowanych kompletnych (split-plot) w 4 powtórzeniach. Glebę pola doświadczalnego zaliczono do klas bonitacyjnych IVa i IVb, a według przydatności rolniczej do kompleksu 4 (żytni bardzo dobry) i 5 (żytni dobry). Gleba pola doświadczalnego charakteryzowała się odczynem na poziomie pH 5,7 (w 1 M KCl), wysoką zawartością fosforu (8,3 mg P/100g gleby), średnią potasu (9,4 mg K/100g gleby) i magnezu (3,5 mg Mg/100g gleby) oraz zawierała 1,1% próchnicy.

Doświadczenia połowe obejmowały jęczmień jary oraz pszenżyto jare. Założono je metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach.

Czynnikiem badawczym było nawożenie azotem z poziomami: 0 i 100 kg N·ha⁻¹. Nawożenie azotem w formie saletry amonowej stosowano w 2 terminach: 50 kg N·ha⁻¹ przed siewem oraz na odpowiednich obiektach 50 kg N/ha w fazie krzewienia (BBCH 21).

Jęczmień jary odmiany Stratus jak i pszenżyto jare odmiany Migo uprawiano w czteropolowych płodozmianach z zachowaniem od 1997 roku statycznego układu poziomów badanego czynnika dla wszystkich gatunków. Jęczmień jary występował w zmianowaniu: buraki pastewne++, jęczmień jary, owies, pszenica ozima. Z kolei pszenżyto jare w płodozmianie: buraki pastewne++, pszenżyto jare, groch siewny, pszenica ozima. We wszystkich latach badań wysiewano 400 kielkujących ziarniaków jęczmienia na 1 m² oraz 450 ziarn pszenżyta na 1 m². Przyjęte w badaniach poziomy nawożenia (bez azotu i z nawożeniem) utrzymywane są w podanych płodozmianach i tak w burakach pastewnych są to obiekty 0 i 160 kg N/ha, w grochu siewnym 0 i 60 kg N/ha a w zbożach 0 i 100 kg N/ha.

W zakresie pielęgnacji plantacji pszenżyta jarego aplikowano Chwastox Extra w ilości 3,5 l/ha oraz w fazie kłoszenia Tilt 250 EC - 0,5 l·ha⁻¹ lub Bravo 500 EC -2 l·ha⁻¹. Natomiast u jęczmienia jarego Chwastox Turbo 340 SL w dawce 2 l·ha⁻¹ oraz Fastac 100 EC 1,5 l·ha⁻¹.

Pozostałe zabiegi wykonano zgodnie z zaleceniami poprawnej agrotechniki dla tych gatunków.

Współczynniki zmienności (CV) analizowanych cech obliczono ze wzoru: $CV = S/X \cdot 100\%$ gdzie:

S – odchylenie standardowe,

X – średnia arytmetyczna.

Miernik opłacalności zabiegu O_z wyliczono według Mierezejewskiej [7] ze wzoru: $O_z = W_u - K_z$ gdzie:

W_u – wartość zwyżki plonu w zł na 1 ha

K_z - koszty zabiegu w zł na 1ha

Wyniki i dyskusja

W strefie klimatu umiarkowanego, temperatura powietrza i opady są tymi czynnikami pogody, które wykazują duże zróżnicowanie pomiędzy latami prowadzenia obserwacji. W Wielkopolsce, regionie, w którym wykonano doświadczenia stan pogody kształtowany jest głównie przez masy powietrza polarno-morskiego i polarno-kontynentalnego w skali roku odpowiednio 59% i 28% [6]. W wyniku tego klimat Wielkopolski charakteryzuje się różnorodnością typów pogody, co potwierdzają dane zawarte w tab. 1.

Tab. 1. Warunki pogodowe w Stacji Doświadczalnej Złotniki w latach 1997-2006

Table 1. Weather conditions at Experimental Station at Złotniki in 1997-2006

Miesiące Months	Lata / Years										Średnia Average 1958-2006
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Temperatura Temperature (°C)											
I	-2,9	2,4	1,7	0,3	0,6	1,5	-1,4	-3,2	2,4	-5,3	-1,5
II	3,5	5,1	0,1	4,1	2,1	5,1	-2,1	2,3	-0,9	-0,5	-0,5
III	5,4	4,6	6,5	5,4	3,7	3,8	4,9	5,7	2,5	1,7	3,3
IV	7,4	12,0	11,6	14,6	9,8	10,7	10,2	11,4	11,6	10,5	8,3
V	14,9	17,1	16,0	18,6	17,0	19,2	18,0	14,1	14,6	15,9	13,9
VI	19,1	19,4	18,3	19,9	16,7	19,8	21,1	17,5	18,5	20,1	17,2
VII	19,6	19,5	22,4	17,5	21,8	22,2	21,7	19,6	21,3	24,4	18,8
VIII	22,4	18,3	20,3	20,1	21,3	23,7	22,0	21,2	19,1	18,6	18,1
IX	15,8	15,2	19,2	14,3	12,9	15,9	16,5	15,9	17,3	18,3	13,5
X	8,5	8,9	9,8	13,3	13,3	7,3	6,6	11,1	12,1	11,8	8,9
XI	3,6	0,3	3,6	7,3	4,1	4,1	6,1	4,7	4,1	5,0	3,6
XII	2,0	0,0	1,9	2,8	-0,7	-2,7	2,0	3,3	0,7	3,1	0,0
Średnia - Average	9,9	10,2	10,9	11,5	10,2	10,9	8,8	9,5	10,3	10,3	8,6
Średnia - Average III - VIII	14,8	15,2	15,9	16,0	15,1	16,6	16,3	14,9	14,6	15,2	13,3
Opady Rainfall (mm)											
I	1,00	42,7	38,1	27,6	30,9	34,2	48,0	45,2	33,9	11,8	28,3
II	47,0	28,9	34,0	37,0	19,9	67,2	7,0	30,4	51,1	21,7	26,5
III	21,4	46,5	59,2	102,3	45,9	57,0	12,0	18,8	36,7	18,3	29,8
IV	49,7	34,9	60,6	18,2	38,2	37,0	24,0	19,6	20,5	40,4	31,4
V	72,5	30,6	44,4	50,6	9,2	69,0	20,0	52,0	20,5	37,9	48,5
VI	20,2	72,2	75,4	42,1	66,9	48,0	27,0	56,4	14,2	43,9	59,6
VII	192,8	60,6	31,8	69,1	97,5	26,0	85,0	43,4	88,2	14,5	76,4
VIII	22,9	60,0	16,2	72,7	51,7	70,0	8,9	71,7	49,7	124,8	53,2
IX	28,0	75,8	63,9	36,5	113,2	45,0	21,8	31,5	27,8	23,3	46,0
X	57,9	70,0	40,4	16,6	37,0	91,0	30,4	46,2	6,7	21,7	34,4
XI	11,8	53,4	33,7	47,1	20,1	46,0	18,5	43,8	13,3	11,5	35,4
XII	33,5	51,2	46,8	60,9	38,6	23,0	33,3	23,0	71,5	22,0	39,0
Suma Sum	558,7	626,8	545	580,7	569,1	613,4	335,9	482,0	434,1	391,8	508,5
Suma / Sum III - VIII	379,5	304,8	287,6	355,0	309,4	307,0	176,9	261,9	229,8	279,8	298,9

Średnia temperatura roczna okresu badań wahała się od 8,8 °C do 11,5 °C, i dla każdego roku była wyższa od średniej z wielolecia. W okresie wegetacji zbóż jarych tj. od marca do sierpnia średnia temperatura poszczególnych lat mieściła się w zakresie 14,6°C-16,6°C, co było również większą wartością od średniej z wielolecia. Można więc stwierdzić, że lata przyjęte w opracowaniu były cieplejszymi niż średnio dla tego rejonu klimatycznego. I taki układ odnotowano dla każdego miesiąca z okresu wegetacji badanych gatunków zbóż.

Analiza sum opadów z okresu badań również potwierdza zróżnicowanie pod tym względem poszczególnych lat jak i okresów rozwoju o największej wrażliwości zbóż na niedobory wody. W dziesięcioletnim okresie badań, względem średniej sumy opadów za okres marzec-sierpień, wystąpiło pięć lat o opadach mniejszych i pięć o opadach przewyższających wyliczoną średnią. Szczególnie niekorzystnie pod względem warunków wodnych zaprezentował się 2003 rok, co zbiegło się dodatkowo z jedną z najwyższych wartości średniej temperatury powietrza. I właśnie w tym roku zebrano najniższe plony jęczmienia jarego, pszenżyta jarego nawożonych dawką 100 kg N·ha⁻¹. Plony zbóż z tego roku, uprawianych bez nawożenia należały również do niskich jednak na tym obiekcie nawozowym różnice względem innych lat nie były tak jednoznaczne.

Zmienność warunków pogodowych znalazła odzwierciedlenie w plonowaniu badanych gatunków zbóż jak i w skutkach zaniechania nawożenia azotem. Wielkość zebranych plonów ziarna okazała się w większym stopniu zbieżna z sumą opadów szczególnie w miesiącach maj, czerwiec niż z warunkami termicznymi (tab. 2, 3). W badaniach nad reakcją zbóż na warunki pogodowe często stwierdza się silniejszy wpływ opadów na wzrost i plonowanie roślin niż temperatury. O takich zależnościach względem pszenżyta jarego donosi między innymi Koziara [6]. Z kolei Andruszczak i in. [1] podają, iż nie uzyskali dla plonu ziarna istotnej zależności od temperatury, a potwierdzili jego korelację z opadami. Podobnie Rudnicki i Kotwica [10] uzyskali dużą zależność plonu ziarna od sumy opadów w okresie wegetacji.

W badaniach własnych w jęczmieniu nawożonym azotem wysokie plony (4,0 t·ha⁻¹) stwierdzono w latach 1999, 2002, 2004 i były to lata o wysokich opadach w okresie krytycznym pod względem jego potrzeb wodnych. Podobny układ lat pod względem plonu obserwowano w jęczmieniu uprawianym bez nawożenia azotem. Niekorzystne dla wielkości plonu skutki zaniechania nawożenia azotem zdają się nasilać w latach o lepszych warunkach wilgotnościowych. W latach 2003, 2005 i 2006, które wyróżniały się niskimi opadami i wysokimi temperaturami brak nawożenia azotem nie powodował wyraźnego spadku plonowania obydwu gatunków zbóż.

Średnio za okres badań pszenżyto jare reagowało większym spadkiem plonu (0,92 t·ha⁻¹) na zaniechanie nawożenia azotem niż jęczmień jary (0,45 t·ha⁻¹). Relatywnie spadki te wynosiły 24,1% i 14,0% plonu uzyskanego na obiektach nawożonych 100 kg N·ha⁻¹. Wykazane obniżenie plonów w odniesieniu do pszenżyta jarego wynikało, w różnym stopniu, ze zmniejszenia wartości wszystkich komponentów plonowania. I tak zaniechanie nawożenia azotem

zmniejszyło obsadę kłosów średnio o 96 szt·m⁻² tj. 15,5%, liczbę ziarn w kłosie o 3,8% i w najmniejszym stopniu masę tysiąca ziarn o ok. 0,4g. Mniejsze plonowanie jęczmienia jarego w uprawie bez nawożenia azotem powodowane było zmniejszeniem obsady kłosów średnio o 103 szt·m⁻² tj. 13,9%. Ponadto stwierdzono, że u tego zboża rośliny uprawiane bez nawożenia azotem charakteryzowały się nieco większą masą tysiąca ziarn. Tę nie typową reakcję roślin tłumaczyć można współzależnością pomiędzy podstawowymi komponentami plonowania. Wielkość poszczególnych komponentów plonowania zależy nie tylko od zaspokojenia potrzeb żywieniowych roślin i niekiedy obserwuje się obniżanie jednego z tych parametrów na skutek znaczącego wzrostu innego komponentu i o takiej reakcji względem jęczmienia jarego donosi Fotyma [2], a w odniesieniu do pszenżyta Koziara [6].

Charakterystyki statystyczne wyliczone dla plonów badanych gatunków zbóż i ich komponentów plonowania wskazują na wzrost wartości odchylenia standardowego i często współczynnika zmienności (tab. 4). Mogłoby to oznaczać pogorszenie parametrów oceny statystycznej jednak w części jest to rezultat korzystnego w praktycznym rolnictwie zwiększenia, wartości maksimum analizowanych cech. Średnio za okres badań plony ziarna jęczmienia jarego nawożonego dawką 100 kg N·ha⁻¹ wahały się od 1,33 do 4,10 t·ha⁻¹. Natomiast w jęczmieniu nie nawożonym azotem 1,96 do 3,49 t·ha⁻¹. W pszenżycie jarym zakres tych zmienności wynosił od 2,18-5,83 t·ha⁻¹ na obiektach nawożonych azotem, a od 2,01 do 3,94 t·ha⁻¹ po zaniechaniu nawożenia azotem.

Poszukiwanie związku plonu ziarna z jego komponentami nie wykazało zasadniczych różnic pomiędzy zależnościami stwierdzonymi dla zbóż nawożonych azotem i uprawianych bez stosowania tego mineralnego składnika (tab. 5). W jęczmieniu uprawianym na dawce 100 kg N·ha⁻¹ największy współczynnik korelacji stwierdzono dla liczby ziarn w kłosie. Podobny wynik uzyskano w jęczmieniu uprawianym bez azotu jednak w tym wariancie uprawy większego znaczenia nabierała masa tysiąca ziarn. Z kolei w pszenżycie jarym korelacja plonu z jego komponentami była niewielka i największą rolę zdaje się odgrywać masa tysiąca ziarn. Jest to wynik odmienny od doświadczeń przedstawionych przez Koziarę [6], w których w zwiększaniu nawożenia azotem w granicach od 0 do 150 kg N·ha⁻¹ towarzyszyło zwiększanie roli masy tysiąca ziarn w kształtowaniu wielkości plonu.

Uzyskane wyniki zwłaszcza odnośnie korelacji plonów z obsadą kłosów są zasadniczo odmienne od najczęściej prezentowanych w literaturze tematu, w których to doniesieniach [3, 8, 9, 11] podkreśla się duży związek plonu ziarna z liczbą kłosów na jednostce powierzchni.

Uproszczona ocena ekonomiczna nawożenia (tab. 6) wykazała, że zaniechanie stosowania azotu zmniejsza wartość nadwyżki bezpośredniej u obydwu badanych zbóż jarych. Miernik opłacalności, wyliczony jako różnica pomiędzy wartością zwyżki plonu i kosztem jej uzyskania wskazuje, że zaniechanie stosowania azotu w dawce 100 kg N·ha⁻¹ w uprawie jęczmienia jarego pogarsza wynik finansowy o 35 zł·ha⁻¹. Znacznie większą różnicę - 288 zł·ha⁻¹ wyliczono dla pszenżyta jarego uprawianego bez nawożenia azotem.

Tab. 2. Plon i komponenty plonowania jęczmienia jarego w latach 1997–2006
 Table 2. Yield and yield components of spring barley in 1997–2006

Rok Year	Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N·ha ⁻¹)		Redukcja Reduction 2-3	
	100	0	Jednostka unit	%
1	2	3	4	5
Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)				
1997	2,80	2,75	0,05	1,79
1998	2,95	1,96	0,99	33,6
1999	4,10	2,54	1,56	38,0
2000	2,69	2,53	0,16	5,95
2001	3,23	2,79	0,44	13,6
2002	4,02	3,12	0,90	22,4
2003	1,33	1,96	- 0,63	-47,4
2004	3,94	3,49	0,45	11,4
2005	3,51	3,29	0,22	6,27
2006	3,48	3,19	0,29	8,33
Średnio / Average	3,21	2,76	0,45	14,0
Liczba kłosów Ear number per 1m ²				
1997	1095	807	288	26,3
1998	1067	813	254	23,8
1999	693	550	143	20,6
2000	619	465	154	24,9
2001	482	356	126	26,1
2002	640	587	53,0	8,2
2003	435	432	3,00	0,7
2004	585	502	83,0	14,2
2005	816	857	-41,0	-5,0
2006	970	1001	-31,0	-3,2
Średnio / Average	740	637	103	13,9
Liczba ziarn w kłosie Grain number in spike				
1997	22,7	22,6	0,10	0,4
1998	19,9	21,5	-1,60	-8,0
1999	22,5	18,2	4,30	19,1
2000	18,6	19,7	-1,10	-5,9
2001	18,6	17,5	1,10	5,9
2002	21,1	19,4	1,70	8,0
2003	19,3	18,7	0,60	3,1
2004	24,6	23,0	1,60	6,5
2005	23,1	25,4	-2,30	-9,9
2006	23,0	21,5	1,50	6,5
Średnio / Average	21,4	20,8	0,6	2,8
Masa tysiąca ziarn 1000 grain weight (g)				
1997	38,9	39,6	-0,70	-1,8
1998	38,5	40,9	-2,40	-6,2
1999	39,5	38,9	0,60	1,5
2000	38,8	36,7	2,10	5,4
2001	41,4	44,2	-2,80	-6,8
2002	44,2	47,5	-3,30	-7,5
2003	39,3	41,5	-2,20	-5,6
2004	45,4	46,1	-0,70	-1,5
2005	37,2	35,9	1,30	3,5
2006	43,5	43,7	-0,20	-0,5
Średnio / Average	40,7	41,5	-0,80	-1,9

Tab. 3. Plon i komponenty plonowania pszenżyta jarego w latach 1997-2006
 Table 3. Yield and yield components of spring triticale in 1997-2006

Rok Year	Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N·ha ⁻¹)		Redukcja Reduction 2 - 3	
	100	0	Jednostka - unit	%
1	2	3	4	5
Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)				
1997	4,47	3,89	0,58	13,0
1998	3,66	2,22	1,44	39,3
1999	5,83	3,25	2,58	44,2
2000	4,40	3,76	0,64	14,5
2001	3,10	2,01	1,09	35,2
2002	4,13	3,03	1,10	26,6
2003	2,18	2,13	0,05	2,3
2004	4,97	3,56	1,41	28,4
2005	3,07	2,77	0,30	9,8
2006	2,35	2,38	-0,03	-1,3
Średnio / Average	3,82	2,90	0,92	24,1
Liczba kłosów Ear number per 1m ²				
1997	845	954	-109	-12,9
1998	1069	674	395	36,9
1999	661	565	96,0	14,5
2000	579	448	131	22,6
2001	464	429	35,0	7,5
2002	623	434	189	30,3
2003	393	386	7,00	1,8
2004	383	391	-8,00	-2,1
2005	560	394	166	29,6
2006	633	578	55,0	8,7
Średnio / Average	621	525	96	15,5
Liczba ziarn w kłosie Grain number in spike				
1997	47,3	48,4	-1,10	-2,3
1998	50,7	48,9	1,80	3,5
1999	60,5	49,2	11,3	18,7
2000	47,1	51,4	-4,30	-9,1
2001	51,7	51,1	0,60	1,2
2002	50,3	41,1	9,20	18,3
2003	49,4	51,6	-2,20	-4,4
2004	46,6	43,3	3,30	7,1
2005	44,5	45,9	-1,40	-3,1
2006	52,1	49,8	2,30	4,4
Średnio / Average	50,0	48,1	1,90	3,8
Masa tysiąca ziarn 1000 grain weight (g)				
1997	41,8	43,3	-1,50	-3,6
1998	41,8	43,2	-1,40	-3,3
1999	40,2	41,0	-0,80	-2,0
2000	41,9	43,1	-1,20	-2,9
2001	31,9	32,4	-0,50	-1,6
2002	39,7	39,0	0,70	1,8
2003	38,7	38,7	0,00	0,0
2004	43,4	38,6	4,80	11,1
2005	46,3	44,9	1,40	3,0
2006	32,7	30,0	2,70	8,3
Średnio / Average	39,8	39,4	0,40	1,0

Tab. 4. Zmienność cech jęczmienia jarego i pszenżyta jarego dla obiektów bez nawożenia azotem i nawożonych 100 kg N·ha⁻¹

Table 4. Variation of spring barley and spring triticale features for non N fertilization and fertilization 100 kg N·ha⁻¹

Cecha - Figure	Nawożenie azotem Fertilization (kg N·ha ⁻¹)	Zakres - Range		Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności Variation coefficient
		minimum	maksimum		
Jęczmień jary Spring barley					
Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	100	1,33	4,10	0,83	25,9
	0	1,96	3,49	0,53	19,1
Liczba kłosów na 1m ² Ear number per 1m ²	100	435	1095	236	31,9
	0	356	1001	216	33,9
Liczba ziarn w kłosie Grain number in spike	100	18,6	24,6	2,14	10,0
	0	17,5	25,4	2,49	12,0
Masa 1000 ziarn 1000 grain weight (g)	100	37,2	45,4	2,79	6,58
	0	35,9	47,5	3,87	9,32
Pszenżyto jare Spring triticale					
Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	100	2,18	5,83	1,17	30,6
	0	2,01	3,94	0,76	25,8
Liczba kłosów na 1m ² Ear number per 1m ²	100	384	1070	209	33,6
	0	386	955	179	34,1
Liczba ziarn w kłosie Grain number in spike	100	44,5	60,5	4,40	8,79
	0	41,1	51,6	3,60	7,50
Masa 1000 ziarn 1000 grain weight (g)	100	31,9	46,3	4,47	11,2
	0	30,0	44,9	4,89	12,4

Tab. 5. Współczynniki korelacji plonu ziarna i komponentów plonowania jęczmienia jarego i pszenżyta jarego dla obiektów bez nawożenia azotem i nawożonych 100 kg N·ha⁻¹

Table 5. Correlation coefficients of grain yield and yield components of spring barley and spring triticale for non N fertilization and fertilization 100 kg N·ha⁻¹

Nawożenie azotem Fertilization (kg N·ha ⁻¹)	Zmienna Variable	Liczba kłosów na 1m ² Ear number per 1 m ²	Liczba ziarn w kłosie Grain number in spike	Masa 1000 ziarn 1000 grain weight (g)	Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)
Jęczmień jary Spring barley					
100	1	1,000			
	2	0,672	1,000		
	3	-0,201	-0,272	1,000	
	4	0,222	0,484	0,312	1,000
0	1	1,000			
	2	0,360	1,000		
	3	-0,253	0,350	1,000	
	4	0,142	0,577	0,477	1,000
Pszenżyto jare Spring triticale					
100	1	1,000			
	2	0,144	1,000		
	3	0,184	-0,444	1,000	
	4	0,169	0,325	0,425	1,000
0	1	1,000			
	2	0,168	1,000		
	3	0,210	-0,179	1,000	
	4	0,242	-0,384	0,463	1,000

Tabela 6. Ocena ekonomiczna uprawy jęczmienia jarego i pszenżyta jarego dla obiektów bez nawożenia azotem i nawożonych 100 kg N·ha⁻¹ (zł·ha⁻¹)

Table 6. Economic evaluation of spring barley and spring triticale cultivation for non N fertilization and fertilization 100 kg N·ha⁻¹

Gatunek <i>Species</i>	Nawożenie azotem <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha ⁻¹)							
	0		100		0		100	
	wartość produkcji bez dopłat <i>value of production without substitution</i> (zł·ha ⁻¹)		koszty bezpośrednie <i>direct costs</i> (zł·ha ⁻¹)		nadwyżka bezpośrednia <i>direct surplus</i> (zł·ha ⁻¹)		miernik opłacalności zabiegu <i>treatment cost-effectiveness</i>	
Jęczmień jary <i>Spring barley</i>	1722,2	2003,0	1353,0	1580,0	369,2	423,0	0,0	53,8
Pszenżyto jare <i>Spring triticale</i>	1719,7	2265,3	1639,0	1887,0	80,7	378,3	0,0	297,6

Wnioski

1. Duża zmienność warunków pogodowych znalazła odzwierciedlenie w plonowaniu jęczmienia jarego i pszenżyta jarego oraz w wielkości różnic wywołanych zaniechaniem nawożenia azotem.
2. Średnio za okres badań pszenżyto jare reagowało większym spadkiem plonu (0,92 t·ha⁻¹) na uprawę bez nawożenia azotem niż jęczmień jary (0,45 t·ha⁻¹). Relatywnie spadki te wynosiły 24,1% i 14,0% plonu uzyskanego na obiektach nawożonych 100 kg N·ha⁻¹.
3. Poszukiwanie związku plonu ziarna z jego komponentami nie wykazało zasadniczych różnic pomiędzy zależnościami stwierdzonymi dla jęczmienia jarego i pszenżyta jarego nawożonych azotem i uprawianych bez stosowania azotu.
4. Zaniechanie nawożenia azotem zmniejszyło wartość nadwyżki bezpośredniej u obydwu badanych gatunków zbóż jarych.

Literatura

- [1] Andruszczak F., Szczegodzińska K., Wilkos S.: 1987. Wyznaczenie czynników agrotechnicznych i klimatycznych na plonowanie pszenicy ozimej w układzie rejonów. *Fragm. Agron.* 3:35-45
- [2] Fotyma E. 1990. Określenie potrzeb nawozowych roślin w stosunku do azotu na przykładzie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 4:4-78
- [3] Fotyma E., Pietraszak-Kęsik G. 1993. Struktura plonu zbóż jarych zależnie od nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 4:103-114
- [4] Fotyma M. 2006. Środowiskowe i produkcyjne skutki stosowania nawozów w rolnictwie. *Fragm. Agron.* 2:185-205
- [5] Jaśkiewicz B., Sułek A. (2004): Główne kierunki zmian w produkcji i wykorzystaniu zbóż w Polsce. *Pam. Puław.* 135:67-80
- [6] Koziara W. (1996): Wzrost, rozwój oraz plonowanie pszenżyta jarego i ozimego w zależności od czynników meteorologicznych i agrotechnicznych. *Rocz. AR Poznań z.* 269
- [7] Mierzejewska W. 1989. Rachunek kosztów w ochronie roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 363:9-22
- [8] Podlaska J., Nelken D. 1991a. Reakcja odmian pszenżyta jarego na ilość wysiewu i nawożenie azotem. *Cz. I. Cechy morfologiczne roślin i składowe plonu.* *Fragm. Agron. Zesz. Spec.* 2:69-102
- [9] Podlaska J., Nelken D. 1991a. Reakcja odmian pszenżyta jarego na ilość wysiewu i nawożenie azotem. *Cz. II. Wielkość i struktura plonu ziarna.* *Fragm. Agron. Zesz. Spec.* 2:103-109
- [10] Rudnicki F., Kotwica K. 1993. Reakcja pszenżyta jarego na gęstość siewu i ilość opadów. *Fragm. Agron.* 1: 24-31
- [11] Stankowski S. 1994. Reakcja pszenżyta jarego na termin siewu, ilość wysiewu, rozstawę rzędów i głębokość siewu w uprawie na glebie lekkiej. *Zesz. Nauk. AR Szczecin. Rozprawy* 159.