

WPLYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA I SYSTEMU NASTĘPSTWA ROŚLIN NA PLONOWANIE JĘCZMIENIA JAREGO ORAZ AKUMULACJĘ AZOTU*

ANDRZEJ BLECHARCZYK, IRENA MAŁECKA, TOMASZ PIECHOTA, ZUZANNA SAWINSKA

Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

blechar@up.poznan.pl

Synopsis. Badania przeprowadzono w latach 2004–2006 w Zakładzie Doświadczalnym Brody (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu) na obiektach wieloletniego doświadczenia założonego w 1957 roku. Jęczmień jary odmiany Atol uprawiano w 7-polowym zmianowaniu oraz w monokulturze ciągłej (47–49-letniej) w warunkach zróżnicowanego nawożenia (kontrola bez nawożenia, obornik, obornik + NPK, NPK). Nawozy stosowano corocznie w następujących dawkach na 1 ha: N – 90 kg, P – 26 kg, K – 100 kg, obornik – 30 t. W monokulturze jęczmienia jarego plon ziarna był o 22,4% niższy w porównaniu do jego uprawy w zmianowaniu, w rezultacie obniżenia liczby kłosów na 1 m² i liczby ziaren w kłosie. Nawożenie łączne obornikiem z NPK wpłynęło najkorzystniej na rozwój roślin w okresie wegetacji, plonowanie jęczmienia jarego i akumulację azotu, obniżyło natomiast indeks zbioru oraz indeks pobrania azotu.

Słowa kluczowe – *key words*: jęczmień jary – *spring barley*, zmianowanie – *crop rotation*, monokultura – *monoculture*, nawożenie – *fertilization*, pobranie azotu – *nitrogen uptake*

WSTĘP

Jęczmień jary zalicza się do gatunków o dużej wrażliwości na uprawę po sobie [Johnston 1997, Schönhammer i Fischbeck 1987, Wesołowski i Jędruszczak 1997, Zawiaślak i Adamiak 1998]. W syntezie doświadczeń wieloletnich [Zawiaślak i Sadowski 1992] średnia obniżka jego plonu w monokulturze wyniosła 16–24%, co kwalifikuje ten gatunek pod względem nietolerancji na siew po sobie na drugim miejscu, bezpośrednio za pszenicą. Dużą rolę w ograniczaniu negatywnych skutków uprawy jęczmienia jarego w monokulturze przypisuje się nawożeniu, zwłaszcza azotem [Blecharczyk i Małecka 2005, Johnston 1997, Rous 1992].

Celem badań była ocena wpływu wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na rozwój i plonowanie jęczmienia jarego uprawianego w zmianowaniu i monokulturze oraz akumulację azotu.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2004–2006 na obiektach statycznego doświadczenia polowego założonego w 1957 roku w Zakładzie Doświadczalnym Brody (52°26' N, 16°18' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach na glebie płowej, o składzie granulometrycznym piasków gliniastych lekkich i mocnych, klasy bonitacyjnej IIIb i IVa, kompleksu żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego.

* Opracowanie wykonane w ramach projektu badawczego nr 2 P06R 049 27 finansowanego przez MNiSzW

Jęczmień jary odmiany Atol uprawiano w 7-polowym płodozmianie: ziemniaki – jęczmień jary – lucerna – lucerna – rzepak jary – pszenica ozima – żyto ozime oraz w monokulturze ciągłej (47–49-letniej). W doświadczeniu stosuje się 11 wariantów nawożenia, z których w opracowaniu uwzględniono następujące: kontrola bez nawożenia, obornik, obornik + NPK, NPK. Nawożenie stosowano corocznie w dawkach na 1 ha: N – 90 kg, P – 26 kg, K – 100 kg, obornik – 30 t. Wielkość poletek wynosiła 55 m², z tego do zbioru przeznaczano 20 m². Chwasty w jęczmieniu jarym zwalczano herbicydem Stork 50 WG w dawce 60 g·ha⁻¹, natomiast choroby grzybowe fungicydem Juvel TT 483 SE w dawce 1,4 l·ha⁻¹.

W fazie strzelania w źdźbło (GS 31) oraz kłoszenia (GS 59) jęczmienia jarego pobrano próby roślin z każdego poletka (3 rzędy po 0,5 m) do oznaczenia biomasy nadziemnej oraz zawartości i pobrania azotu. W dojrzałości pełnej określono plon ziarna i elementy składowe plonu oraz plon słomy. Zawartość N w biomacie roślinnej w okresie wegetacji oraz w ziarnie i słomie jęczmienia jarego określono metodą spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIRS – *Near Infrared Reflectance Spectroscopy*) na aparacie monochromatycznym InfraAlyzer 500 (Bran + Luebbe). Do oceny zaopatrzenia roślin w azot w fazie GS 31 i 59 wyliczono wskaźnik odżywienia azotem (NNI – *nitrogen nutrition index*) w oparciu o wartości krytyczne z równania regresji wg Greenwood'a i in. [1990].

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji. Istotność zróżnicowania wyników oceniano testem Fishera-Snedecora na poziomie $\alpha = 0,05$, natomiast badanie istotności różnic pomiędzy średnimi szacowano testem Tukeya.

Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1). W roku 2004 średnie temperatury powietrza oraz sumy opadów w okresie wegetacji jęczmienia jarego kształ-

Tabela 1. Warunki pogodowe w okresie od marca do lipca
Table 1. Weather conditions during March to August

Miesiące <i>Months</i>	Lata – <i>Years</i>			Średnio – <i>Mean</i> 1961–2003
	2004	2005	2006	
Temperatura – <i>Temperature</i> (°C)				
III	5,1	1,8	0,5	2,8
IV	10,0	8,8	8,7	7,7
V	13,6	12,8	13,7	13,1
VI	16,3	16,4	19,9	16,3
VII	17,3	19,7	24,4	17,9
VIII	19,1	16,9	17,4	17,3
Opady – <i>Rainfalls</i> (mm)				
III	20,9	22,9	36,8	37,5
IV	23,3	19,2	47,2	37,9
V	44,3	86,2	41,4	52,9
VI	58,8	39,8	7,7	63,8
VII	59,6	126,5	9,9	76,6
VIII	57,4	81,6	188,7	61,9

towały się na poziomie zbliżonym do wielolecia, z wyjątkiem miesiąca kwietnia, w którym notowano wyższe temperatury w warunkach niedoboru opadów. W kolejnym roku badań (2005) suma opadów w miesiącach kwiecień – lipiec była o 18% wyższa od średniej z wielolecia, ale ich rozkład był nierównomierny. Najmniej korzystne warunki pogodowe wystąpiły w ostatnim roku badań, w którym w miesiącach czerwiec i lipiec temperatury były wyższe od średniej z wielolecia odpowiednio o 3,3 i 6,5°C, natomiast opady stanowiły jedynie 12–13% normy z wielolecia.

WYNIKI I DYSKUSJA

W monokulturze jęczmienia jarego plon ziarna był o 22,4% niższy w porównaniu do jego uprawy w 7-polowym zmianowaniu (tab. 2). Średni plon ziarna jęczmienia jarego uprawia-

Tabela 2. Wpływ następstwa roślin i nawożenia na plon ziarna jęczmienia jarego ($t \cdot ha^{-1}$)
Table 2. Effect of crop sequence and fertilization on yield of spring barley ($t \cdot ha^{-1}$)

Obiekty – <i>Treatments</i>	Lata – <i>Years</i>			Średnio <i>Mean</i>
	2004	2005	2006	
<i>Następstwo – Crop sequence</i>				
Zmianowanie – <i>Crop rotation</i>	5,89 a	5,08 a	3,35 a	4,77 a
Monokultura – <i>Monoculture</i>	4,79 b	3,60 b	2,71 b	3,70 b
<i>Nawożenie – Fertilization</i>				
Kontrola – <i>Control</i>	3,01 b	2,45 d	1,79 c	2,42 d
Obornik – <i>Manure</i>	6,22 a	4,90 b	3,51 a	4,88 b
Obornik – <i>Manure</i> + NPK	6,19 a	5,54 a	3,71 a	5,15 a
NPK	5,94 a	4,47 c	3,10 b	4,50 c

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – *Means followed by same letters are not significant*

nego w zmianowaniu, za trzyletni okres badawczy, wynosił $4,77 t \cdot ha^{-1}$, natomiast w monokulturze kształtował się na poziomie $3,70 t \cdot ha^{-1}$. Największą ujemną reakcję jęczmienia jarego na uprawę w monokulturze odnotowano w 2005 roku (29,1%). Negatywny wpływ uprawy w monokulturze na plonowanie jęczmienia jarego znajduje potwierdzenie w rezultatach innych badań [Schönhammer i Fischbeck 1987, Wesołowski i Jędruszczak 1997, Zawiślak i Adamiak 1998]. Odnotowana niżka plonu jęczmienia jarego pomiędzy 47–49 rokiem jego uprawy w monokulturze w wieloletnim doświadczeniu w Brodach była zbliżona do wartości podawanych w opracowaniu Zawiślak i Sadowskiego [1992], obejmującym syntezę polskich doświadczeń wieloletnich za lata 1957–1991. Jedynie w korzystnych warunkach glebowo-klimatycznych i poprawnej agrotechnice można oczekiwać mniejszych obniżek plonu jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze [Johnston 1997, Rous 1992].

Niezależnie od systemu następstwa roślin największy plon jęczmienia jarego, wynoszący 5,14 t·ha⁻¹, uzyskano po łącznym nawożeniu obornikiem z NPK. Nawożenie samym obornikiem oraz łącznie obornikiem z NPK zwiększyło poziom plonowania w porównaniu do nawożenia mineralnego (NPK) odpowiednio o 8,4 i 14,2%. Najmniejsze plony jęczmienia jarego odnotowano na obiekcie kontrolnym bez nawożenia (2,42 t·ha⁻¹). Wyniki doświadczeń wieloletnich wskazują, że na ogół większe plony uzyskuje się po nawożeniu mineralnym aniżeli obornikiem [Edmeades 2003, Johnston 1997, Mercik i in. 1999, Suwara i Gawrońska-Kulesza 1994], jednak dla uzyskania wysokich i stabilnych plonów najbardziej celowe wydaje się łączne stosowanie nawożenia mineralnego i organicznego, zwłaszcza w warunkach częstej uprawy roślin po sobie.

Wieloletnia monokultura jęczmienia jarego spowodowała istotne zmiany elementów składowych plonu w porównaniu do płodozmianu (tab. 3). Jej stosowanie w większym stopniu obniżyło liczbę kłosów (o 14,4%) oraz liczbę ziaren w kłosie (o 8,9%), w niewielkim natomiast masę 1000 ziaren (o 2,2%). Wyniki te są zbieżne z rezultatami prac innych autorów [Schönhammer i Fischbeck 1987, Wesołowski i Jędruszczak 1997, Zawiślak i Adamiak 1998].

Tabela 3. Elementy plonowania jęczmienia jarego (średnio 2004–2006)

Table 3. Yield components of spring barley (mean of 2004–2006)

Obiekty <i>Treatments</i>	Liczba kłosów·m ⁻² <i>Number of ears·m⁻²</i>	Liczba ziaren w kłosie <i>Number of grain per ear</i>	Masa 1000 ziaren <i>Weight of 1000 grain (g)</i>	Masa ziaren z kłosa <i>Grain weight per ear (g)</i>
<i>Następstwo – Crop sequence</i>				
Zmianowanie – <i>Crop rotation</i>	439 a	23,6 a	45,1 a	1,08 a
Monokultura – <i>Monoculture</i>	376 b	21,5 b	44,1 a	0,97 b
<i>Nawożenie – Fertilization</i>				
Kontrola – <i>Control</i>	295 c	18,2 b	43,8 c	0,81 c
Obornik – <i>Manure</i>	433 b	24,4 a	45,9 a	1,14 a
Obornik – <i>Manure</i> + NPK	484 a	23,9 a	44,1 b	1,07 b
NPK	418 b	23,9 a	44,7 b	1,09 b

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – *Means followed by same letters are not significant*

W odniesieniu do jęczmienia jarego o plonowaniu decyduje przede wszystkim liczba kłosów na jednostce powierzchni [Fotyma 1990]. Doniesienia w piśmiennictwie wskazują na korzystny wpływ umiarkowanego nawożenia azotem na liczbę kłosów na jednostce powierzchni i liczbę ziaren w kłosie, w mniejszym stopniu na dorodność ziarna [Bulman i Smith 1993a, Fotyma 1990]. Największą obsadę kłosów jęczmienia jarego odnotowano po łącznym nawożeniu obornikiem z NPK (484 szt.·m⁻²). Na obiektach nawożonych samym obornikiem lub mineralnie (NPK) liczba kłosów była mniejsza, wynosząc odpowiednio 433 i 418 szt.·m⁻². Rodzaj nawoże-

nia nie różnicował liczby ziaren w kłosie, natomiast masę 1000 ziaren oraz masę ziaren z kłosa najkorzystniej kształtowało nawożenie samym obornikiem. Najniższe wartości elementów struktury plonu notowano na obiektach kontrolnych pozostających trwale bez nawożenia.

Następstwo roślin oraz nawożenie istotnie różnicowały wielkość wytworzonej biomasy nadziemnej w fazie strzelania w źdźbło oraz kłoszenia jęczmienia jarego (tab. 4). W monokulturze wytworzona biomasa roślin była mniejsza odpowiednio o 19,6 i 15,5% w porównaniu do płodozmianu. Nie odnotowano istotnego zróżnicowania w koncentracji azotu w biomacie nadziemnej pomiędzy zmianowaniem a monokulturą, jednak pobranie azotu było w monokulturze niższe o 17,4% w fazie GS 31 i o 15,7% w fazie GS 59. Największą biomasą nadziemną, zawartością oraz pobraniem azotu charakteryzował się jęczmień jary nawożony łącznie obornikiem z NPK.

Tabela 4. Biomasa nadziemna oraz pobranie azotu w fazie rozwojowej GS 31 i 59 (średnio 2004–2006)
Table 4. Aboveground biomass and nitrogen uptake at growth stage GS 31 and 59 (mean of 2004–2006)

Obiekty <i>Treatments</i>	Biomasa nadziemna <i>Aboveground biomass</i> (s.m.–DM t·ha ⁻¹)		Zawartość N <i>N content</i> (g·kg ⁻¹ s.m.–DM)		Pobranie N <i>N uptake</i> (kg N·ha ⁻¹)		Indeks NNI <i>NNI index</i>	
	GS 31	GS 59	GS 31	GS 59	GS 31	GS 59	GS 31	GS 59
<i>Następstwo – Crop sequence</i>								
Zmianowanie <i>Crop rotation</i>	1,84 a	5,48 a	27,8 a	16,0 a	52,8 a	91,1 a	0,66 a	0,66 a
Monokultura <i>Monoculture</i>	1,48 b	4,63 b	28,3 a	15,9 a	43,6 b	76,8 b	0,60 a	0,60 a
<i>Nawożenie – Fertilization</i>								
Kontrola <i>Control</i>	0,92 c	2,86 c	19,8 c	12,0 c	18,3 c	34,4 c	0,33 d	0,35 c
Obornik <i>Manure</i>	1,80 b	5,39 b	24,8 b	16,5 b	44,4 b	88,7 b	0,57 c	0,67 b
Obornik + NPK <i>Manure + NPK</i>	2,17 a	6,82 a	35,8 a	18,5 a	76,3 a	126,1 a	0,91 a	0,85 a
NPK	1,75 b	5,17 b	31,9 a	16,7 b	53,9 b	86,4 b	0,71 b	0,66 b

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – *Means followed by same letters are not significant*

W intensywnym rolnictwie stosowanie zbyt dużych dawek nawożenia azotem skutkuje zwiększonym jego wymywaniem i przyczynia się do zanieczyszczenia środowiska. Stąd też ważnym zagadnieniem jest analiza rozwoju roślin i optymalizacji ich zaopatrzenia w azot [Birch i Long 1990, Bulman i Smith 1993b, Kuszelewski i in. 1996, Muurinen i in. 2007, Peltonen-Sainio i in. 2008, Pettersson 1989, Przulj i Momcilovic 2001, Voltas i in. 1997]. Do oceny stanu

zaopatrzenia roślin jęczmienia jarego w azot wykorzystano zależność pomiędzy zawartością azotu i nagromadzoną suchą masą roślin opisaną w postaci funkcji potęgowej. Równanie tej funkcji wyznaczającej krytyczną zawartość azotu według wielu autorów ma duże praktyczne znaczenie w ocenie stanu odżywienia roślin [Devienne-Barret i in. 2000, Fotyma i Pecio 1999, Gastal i Lemaire 2002, Greenwood i in. 1990, Justes i in. 1994]. Wyliczony indeks NNI dla fazy GS 31 i GS 59 był na wszystkich obiektach niższy od wartości optymalnej (1,0), co wskazuje na niedostateczne odżywienie roślin azotem. Najwyższe wartości indeksu NNI zanotowano po nawożeniu łącznym obornikiem z NPK. W fazie GS 31 zastosowanie samego obornika obniżyło wartość indeksu NNI w porównaniu do nawożenia wyłącznie mineralnego. Średnio dla nawożenia, w monokulturze indeksy NNI były nieco niższe niż w zmianowaniu, jednak różnica ta nie była statystycznie istotna.

Zwiększenie wartości indeksu zbioru oraz indeksu pobrania azotu jest ważnym elementem oceny produktywności i wykorzystania azotu [Cassman i in. 1992, Kemanian i in. 2007, Peltonen-Sainio i in. 2008]. System następstwa nie różnicował indeksu zbioru (*harvest index*), zawartości azotu w ziarnie i słomie oraz indeksu pobrania azotu (*nitrogen harvest index*) (tab. 5). Pobranie azotu było większe w zmianowaniu niż w monokulturze, co było konsekwencją zróżnicowania plonów ziarna i słomy. Nawożenie organiczno-mineralne kształtowało na najwyższym poziomie zawartość i pobranie azotu w plonie ziarna i słomy, obniżyło natomiast indeks zbioru oraz indeks pobrania azotu.

Tabela 5. Indeks plonowania oraz indeks pobrania azotu (średnio 2004–2006)

Table 5. Harvest index and nitrogen harvest index (mean of 2004–2006)

Obiekty <i>Treatments</i>	Biomasa ogółem <i>Biomass total</i> (s.m.–DM t·ha ⁻¹)	HI*	Zawartość N <i>N content</i> (g·kg ⁻¹ s.m.–DM)		Pobranie N <i>N uptake</i> (kg N·ha ⁻¹)			NHI**
			ziarno <i>grain</i>	słoma <i>straw</i>	ziarno <i>grain</i>	słoma <i>straw</i>	ogółem <i>total</i>	
Następstwo – <i>Crop sequence</i>								
Zmianowanie <i>Crop rotation</i>	7,91 a	0,52 a	21,0 a	7,2 a	87 a	28 a	115 a	0,75 a
Monokultura <i>Monoculture</i>	6,20 b	0,51 a	20,3 a	7,7 a	66 b	24 b	90 b	0,73 a
Nawożenie – <i>Fertilization</i>								
Kontrola <i>Control</i>	3,92 d	0,53 a	15,9 c	7,0 b	33 c	13 c	46 c	0,71 b
Obornik <i>Manure</i>	7,93 b	0,52 a	20,9 b	7,0 b	86 b	27 b	113 b	0,76 a
Obornik + NPK <i>Manure + NPK</i>	9,18 a	0,49 b	24,3 a	8,4 a	106 a	40 a	146 a	0,72 b
NPK	7,21 c	0,53 a	21,6 b	7,3 b	82 b	25 b	107 b	0,77 a

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – *Means followed by same letters are not significant*

HI* – indeks plonowania – *harvest index*, NHI** – indeks pobrania azotu – *nitrogen harvest index*

WNIOSKI

1. Uprawa w monokulturze wpłynęła negatywnie na plonowanie jęczmienia jarego; niższa plonu w relacji do zmianowania wyniosła 22,4%. Zmniejszenie plonu w monokulturze wynikało przede wszystkim z obniżenia obsady kłosów na jednostce powierzchni.
2. Najkorzystniej na poziom plonowania jęczmienia jarego wpłynęło łączne nawożenie obornikiem z NPK. Stosowanie samego obornika zwiększyło plon ziarna (o 8,4%) w porównaniu do nawożenia wyłącznie mineralnego.
3. Nawożenie obornikiem z NPK kształtowało na najwyższym poziomie biomasa nadziemną, zawartość oraz pobranie azotu w obu systemach następstwa roślin, obniżyło natomiast indeks zbioru oraz indeks pobrania azotu.

PIŚMIENNICTWO

- Birch C.J., Long K.E. 1990. Effect of nitrogen on the growth, yield and grain protein content of barley (*Hordeum vulgare*). Aust. J. Exp. Agric. 30: 237–242.
- Blecharczyk A., Małecka I. 2005. Wpływ nawożenia i systemu następstwa na stabilność plonowania jęczmienia jarego w doświadczeniu wieloletnim od 1957 roku. Fragm. Agron. 22(1): 11–20.
- Bulman P., Smith D.L. 1993a. Yield and yield component response of spring barley to fertilizer nitrogen. Agron. J. 85: 226–231.
- Bulman P., Smith D.L. 1993b. Accumulation and redistribution of dry matter and nitrogen by spring barley. Agron. J. 85: 1114–1121.
- Cassman K.G., Bryant D.C., Fulton A.E., Jackson L.F. 1992. Nitrogen supply effects on partitioning of dry matter and nitrogen to grain of irrigated wheat. Crop. Sci. 32 : 1251–1258.
- Devienne-Barret F., Justes E., Machel J.M., Mary B. 2000. Integrated control of nitrate uptake by crop growth rate and soil nitrate availability under field conditions. Ann. Bot. 86: 995–1005.
- Edmeades D. 2003. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 66: 165–180.
- Fotyma E. 1990. Określenie potrzeb nawozowych roślin w stosunku do azotu na przykładzie jęczmienia jarego. Fragm. Agron. 7(4): 4–78.
- Fotyma E., Pecio A. 1999. Zależność pomiędzy zawartością azotu i nagromadzeniem suchej masy przez zboża. Pam. Puł. 114: 93–100.
- Gastal F., Lemaire G. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. J. Exp. Bot. 53: 789–799.
- Greenwood D.J., Lemaire G., Gosse G., Cruz P., Draycott A., Neeteson J.J. 1990. Decline in percentage N of C3 and C4 crops with increasing plant mass. Ann. Bot. 66: 425–436.
- Johnston A.E. 1997. The value of long-term experiments in agricultural, ecological and environmental research. Adv. Agron. 59: 291–333.
- Justes E., Mary B., Meynard J.M., Machel J.M., Thellier-Huche L. 1994. Determination of a critical nitrogen dilution curve for winter wheat crops. Ann. Bot. 74: 397–407.
- Kemalian A.R., Stöckle C.O., Huggins D.R. 2007. Estimating grain and straw nitrogen concentration in grain crops based on aboveground nitrogen concentration and harvest index. Agron. J. 99: 158–165.
- Kuszelewski L., Łabętowicz J., Szulc W. 1996. Współdziałanie nawozów mineralnych z obornikiem w kształtowaniu dynamiki wzrostu i pobierania składników pokarmowych w uprawie jęczmienia jarego i pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AR Szczecin 172, Rol. 62: 273–284.
- Mercik S., Stepień W., Gębski M. 1999. Yields of plants and some chemical properties of soil in 75-years field experiments in Skierniewice. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 39–49.
- Muurinen S., Kleemola J., Peltonen-Sainio P. 2007. Accumulation and translocation of N in spring cereal cultivars differing in NUE. Agron. J. 99: 441–449.

- Peltonen-Sainio P., Muurinen S., Rajala A., Jauhiainen L. 2008. Variation in harvest index of modern spring barley, oat and wheat cultivars adapted to northern growing conditions. *J. Agric. Sci.* 146: 35–47.
- Pettersson R. 1989. Above-ground growth dynamics and net production of spring barley in relation to nitrogen fertilization. *Swed. J. Agric. Res.* 19: 135–145.
- Przulj N., Momcilovic V. 2001. Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. II. Nitrogen translocation. *Eur. J. Agron.* 15: 255–265.
- Rous D. 1992. On problems of monocultures and high concentrations of cereals. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 426, *Agricultura* 55: 193–200.
- Schönhammer A., Fischbeck G. 1987. Untersuchungen an getreidereichen Fruchtfolgen und Getreidemonokulturen. 1. Die Differenzierung der Ertragsleistung und deren Struktur im Verlauf von 15 Versuchsjahren. *Bayer Landwirtsch. Jahrb.* 64: 175–191.
- Suwara I., Gawrońska-Kulesza A. 1994. Wpływ wieloletniego nawożenia na właściwości gleby i plonowanie roślin. Cz. II. Plonowanie roślin. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 110(3–4): 117–127.
- Voltas J., Romagosa I., Araus J.L. 1997. Grain size and nitrogen accumulation in sink-reduced barley under Mediterranean conditions. *Field Crop Res.* 52: 117–126.
- Wesołowski M., Jędruszczak M. 1997. Przydatność niektórych odmian jęczmienia jarego do uprawy w monokulturze. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 536, *Agricultura* 64: 193–197.
- Zawiślak K., Adamiak E. 1998. Płodozmian i pestycydy jako czynniki integrowanej uprawy jęczmienia jarego. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 561, *Agricultura* 66: 119–129.
- Zawiślak K., Sadowski T. 1992. The tolerance of cereals to continuous cultivation. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 426, *Agricultura* 55: 137–147.

A. BLECHARCZYK, I. MALECKA, T. PIECHOTA, Z. SAWINSKA

EFFECT OF LONG-TERM FERTILIZATION AND CROPPING SYSTEM ON YIELD OF SPRING BARLEY AND NITROGEN ACCUMULATION

Summary

A field study was carried out in 2004–2006 at Research Station Brody belonging to Poznań University of Life Sciences on the base of long-term experiment started in 1957. Spring barley cv. Atol grown continuously and in seven-course crop rotation: potato – spring barley – alfalfa – alfalfa – spring oilseed rape – winter wheat – winter rye with different fertilizer variants (without fertilization, manure, manure + NPK, NPK). Annually the fertilizer rates were applied at 26 kg P·ha⁻¹, 100 kg K·ha⁻¹, 90 kg N·ha⁻¹ and 30 t FYM·ha⁻¹.

Spring barley grown continuously (47– to 49-year of monoculture) gave 22.4% per cent lower yields than in crop rotation; the yield difference was found to be determined mainly by the number of ears per m² and number of grains per ear. Combined farmyard manure and NPK treatments had a favourite effect on the growth dynamics, grain yield and nitrogen accumulation, but decreased harvest index and nitrogen harvest index.