

WPLYW NASTĘPSTWA ROŚLIN I NAWOŻENIA NA PŁONOWANIE PSZENICY OZIMEJ

ANDRZEJ BLECHARCZYK¹, DANIEL ZAWADA, ZUZANNA SAWINSKA, IRENA MAŁECKA-JANKOWIAK,
WOJCIECH WANIOREK

Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

Synopsis. Badania zostały zrealizowane na obiektach wieloletniego statycznego doświadczenia założonego w 1957 roku przez Jana Bendera w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Brody, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Opracowanie obejmuje wyniki 4-letnich badań (2005–2008) z uprawą pszenicy ozimej odmiany Sakwa w 6–9-letniej monokulturze (od 2000 roku) oraz w zmianowaniu o 7-letniej rotacji: ziemniaki – jęczmień jary – pszenżyto ozime – lucerna – lucerna – pszenica ozima – żyto ozime. Uprawa w monokulturze wpłynęła negatywnie na plonowanie pszenicy ozimej; zmniejszenie plonu w relacji do zmianowania wyniosła 18,2%. Zmniejszenie plonu w monokulturze wynikało z obniżenia wszystkich elementów plonowania. Najkorzystniej na poziom plonowania pszenicy ozimej w obu systemach następstwa roślin wpłynęło łączne nawożenie obornikiem z NPK. Stosowanie nawożenia wyłącznie mineralnego zmniejszyło poziom plonowania w porównaniu do nawożenia samym obornikiem o 7,1%.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, zmianowanie, monokultura, nawożenie

WSTĘP

W ocenie reakcji roślin na system następstwa i nawożenie dużą rolę odgrywają doświadczenia wieloletnie. Najstarsze i najbardziej znane doświadczenie nawozowe z monokulturą pszenicy prowadzone jest w Rothamstedt w Angli od 1843 roku [Johnston i Poulton 2018]. Poza Europą najdłużej utrzymywane są monokultury pszenicy w Missouri (*Sanborn Fields*) od 1888 i w Oklahomie (*Magruder Plots*) od 1892 [Girma i in. 2007, Miles i Brown 2011]. W Polsce najdłużej kontynuowane jest doświadczenie wieloletnie z monokulturami w Skierniewicach, od 1923 roku [Stępień i in. 2018] oraz w Brodach, od 1957 roku [Blecharczyk i in. 2018] i w Bałcynach od 1967 [Marks i in. 2018]. Doświadczenia wieloletnie, pomimo wielu zastrzeżeń, nadal pełnią ważną rolę jako obiekty badań podstawowych, jak i również są źródłem wielu informacji praktycznych [Debreczeni i Körschens 2003, Johnston 1994, Johnston i Poulton 2018, Körschens 2006, Merbach i Deubel 2008, Mitchell i in. 1991].

Nawożenie mineralne często traktowane jest jako czynnik rekompensujący negatywny wpływ uprawy roślin w monokulturze. W badaniach wieloletnich nad nawożeniem porównywano najczęściej efektywność nawożenia organicznego i mineralnego [Berzsenyi i in. 2000, Blecharczyk 2002, Cerny i in. 2010, Edmeades 2003, Girma i in. 2007, Kunzova i Hejzman 2009, Prochazkova i in. 2003]. Zwiększone nawożenie wpływa korzystnie na ilość i jakość plonu, ale nie w pełni rekompensuje brak prawidłowego następstwa [Babulicova 2008, Blecharczyk i in. 2005, Panse i in. 1994, Schlegel i in. 2005]. Liczna literatura podkreśla pełną zgodność względem silnej, ujemnej reakcji pszenicy na uprawę po sobie [Adamiak i in. 2016, Christen i in.

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* andrzej.blecharczyk@up.poznan.pl

1992, Lithourgidis i in. 2006, Małecka 2003, Sieling i in. 2005, Smagacz i Kuś 2010, Zawisłak i Sadowski 1992]. Zmniejszenie plonu w monokulturze jest najczęściej wynikiem pogorszenia większości elementów plonowania [Adamiak i in. 2016, Blecharczyk 2002, Panse i in. 1994].

Celem podjętych badań była ocena wpływu wieloletniego zróżnicowanego nawożenia organiczne i mineralne na plonowanie pszenicy ozimej,

MATERIAŁY I METODY

Badania zostały zrealizowane w latach 2005–2008 na obiektach wieloletniego statycznego doświadczenia założonego w 1957 roku przez Jana Bendera w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Brody, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe, w czterech powtórzeniach polowych, na glebie należącej do rzędu płowoziemne, podtypu gleb płowych typowych, rodzaju glina zwałowa i gatunku piasków gliniastych lekkich i mocnych. Według klasyfikacji FAO/WRB gleby takie są klasyfikowane jako Albic Luvisols (Typic Hapludalfs według Soil Taxonomy), a pod względem uziarnienia – *loamy sand underlined by loam* [Marcinek i Komisarek 2011]. Przed założeniem doświadczenia gleba charakteryzowała się odczynem lekko-kwaśnym (pH 6,0 w 1M KCl), wysoką zawartością przyswajalnego fosforu, średnią potasu i magnezu oraz zawierała około 0,8% węgla organicznego [Bender 1972].

Pszenicę ozimą odmiany Sakwa uprawiano w 6–9-letniej monokulturze (od 2000 roku) oraz w zmianowaniu o 7-letniej rotacji: ziemniaki – jęczmień jary – pszenżyto ozime – lucerna – lucerna – pszenica ozima – żyto ozime. Drugim czynnikiem doświadczenia było nawożenie stosowane w 11 wariantach: kontrola bez nawożenia, obornik, obornik + NPK, NPKCa, NPK, NP, NK, PK, N, P i K. Corocznie stosowano następujące dawki i formy nawożenia: saletra amonowa – 90 kg N·ha⁻¹, superfosfat – 60 kg P₂O₅·ha⁻¹, sól potasowa – 120 kg K₂O·ha⁻¹, wapno palone – 1 t·ha⁻¹, obornik – 30 t·ha⁻¹.

Pszenicę ozimą wysiewano w obsadzie 500 roślin na 1 m² (około 250 kg·ha⁻¹). Wielkość poletek wynosiła 55 m². Chwasty w pszenicy ozimej w latach badań zwalczano herbicydem Huzar 05 WG 200 g·ha⁻¹ (jodosulfuron), Cougar 600 SC 1,5 l·ha⁻¹ (diflufenikanu + izoproturonu) lub Maraton 375 SC 4,0 l·ha⁻¹ (pendimetalina + izoproturon), przeciwko chorobom stosowano fungicydy Juwel TT 483 SE 1,2 l·ha⁻¹ (epoksykonazol + krezoksym metylowy + fenpropimorf), Alert 375 SC 1,5 l·ha⁻¹ (flusilazol + karbendazym) lub Artea 330 EC 0,5 l·ha⁻¹ (propikonazol + cyprokonazol), a w celu zapobiegania wyleganiu regulator wzrostu Terpal 460 SC 2,5 l·ha⁻¹ (chlerek chloromekwatu + etefon) lub Stabilan 750 SL 2,0 l·ha⁻¹ (chloromekwat).

Plon zbierano z powierzchni 15,5 m² każdego poletka i przeliczano na plon ziarna z 1 ha przy wilgotności 15%. W ocenie elementów plonowania uwzględniono następujące parametry: liczbę kłosów na 1 m², masę 1000 ziaren oraz liczbę ziaren w kłosie. Ponadto na podstawie liczby ziaren w kłosie i masy tysiąca ziaren została wyliczona masa ziaren 1 kłosa. Udział elementów plonowania w kształtowaniu plonu ziarna pszenicy ozimej określono według metody opracowanej przez Rudnickiego [2000].

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). Najbardziej korzystny przebieg temperatur i opadów w okresie wegetacji wiosennej zanotowano w 2005 roku. W roku 2006 i 2008 szczególnie niekorzystne były warunki pogodowe w miesiącu czerwcu charakteryzującym się bardzo niskimi opadami na poziomie odpowiednio 11,7 i 13,1 normy

Tabela 1. Warunki pogodowe w sezonach uprawy pszenicy ozimej
Table 1. Weather conditions in winter wheat growing seasons

Miesiące Months	Temperatura/Temperature (°C)					Opady/Rainfall (mm)				
	2004/ 2005	2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008	1961/ 2003	2004/ 2005	2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008	1961/ 2003
IX	13,7	15,6	13,1	13,2	13,1	31,2	37,5	24,5	48,8	50,2
X	9,6	10,2	8,5	8,2	8,4	39,9	6,4	31,3	21,3	41,9
XI	4,1	3,0	3,4	2,9	3,4	27,6	15,4	68,6	67,7	44,7
XII	1,9	0,1	-0,3	1,3	-0,3	41,9	114,9	49,4	49,7	47,1
I	2,1	-6,3	-1,8	2,3	-1,8	73,2	17,1	118,9	113	36,6
II	-1,5	-1,2	-0,6	4,2	-0,7	32,4	26,8	71,8	30,5	30,5
III	1,8	0,5	2,8	4,2	2,8	20,9	36,8	71,9	75,7	38,8
IV	8,8	8,7	7,6	8,7	7,6	23,3	47,2	4,8	120,7	38,0
V	12,8	13,7	13,0	15,2	13,1	44,3	41,4	149,8	19,5	54,7
VI	16,4	19,9	16,3	19,1	16,4	58,8	7,7	55,6	8,6	65,7
VII	19,7	24,4	17,8	20,0	17,9	59,6	9,9	96,2	80,1	77,6
VIII	16,9	17,4	17,3	18,8	17,3	57,4	188,7	70,9	171,5	62,0

z wielolecia. Również niekorzystne warunki odnotowano w 2007 roku, w którym w miesiącu maj wystąpiły opady przekraczające 3-krotnie normę z wielolecia.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon ziarna pszenicy ozimej, średnio za lata badań 2005–2008, wynosił w uprawie po sobie 4,90 t·ha⁻¹ i był o 18,2% niższy w porównaniu do zmianowania (5,99 t·ha⁻¹) (tab. 2). Odnotowane zmniejszenie plonu, średnio za 6-9-letni okres uprawy pszenicy ozimej w monokulturze, było nieznacznie wyższe niż w pierwszych 5 latach (2000–2004) jej uprawy po sobie w tym doświadczeniu (15,3%) [Małecka i in. 2005].

Niezależnie od systemu następstwa roślin najwyższy plon ziarna pszenicy ozimej uzyskano po łącznym nawożeniu obornikiem z NPK (7,73 t·ha⁻¹). Niższy o 6,6% plon ziarna wystąpił na obiektach corocznie nawożonych samym obornikiem (7,22 t·ha⁻¹) oraz o 13,2% po wyłącznym nawożeniu mineralnym NPK (6,71 t·ha⁻¹). Brak potasu (NP) lub fosforu (NK) obniżył poziom plonowania w porównaniu do nawożenia NPK odpowiednio o 13,1 i 16,5%. Na obiekcie pozostającym trwale bez nawożenia (od 1957 roku) oraz bez uwzględnienia azotu w nawożeniu (P, K, PK) plon ziarna kształtował się na poziomie 3,51 – 4,22 t·ha⁻¹.

Nawożenie obornikiem i obornikiem z NPK w znacznym stopniu łagodziło negatywny wpływ uprawy pszenicy ozimej w monokulturze. Nie odnotowano istotnych różnic w plonie ziarna pszenicy ozimej na tych obiektach nawozowych pomiędzy płodozmianem a monokulturą. Nie wykazano takiej zależności po nawożeniu mineralnym NPK, po którym plon w monokulturze był niższy o 12,0% w porównaniu do płodozmianu. Negatywny wpływ monokultury na plonowanie pszenicy ozimej pogłębiał się w warunkach braku nawożenia azotem: kontrola – 35,1%, PK – 23,8%, P – 35,9% i K – 40,2%.

Tabela 2. Plon ziarna pszenicy ozimej w zależności od następstwa roślin i nawożenia, t·ha⁻¹ (średnio 2005–2008)Table 2. Yield of winter wheat grain depending on the crop sequence and fertilization, t·ha⁻¹ (mean of 2005–2008)

Nawożenie Fertilization (B)	Następstwo roślin/Crop sequence (A)		Średnio Mean
	Zmianowanie Crop rotation	Monokultura Monokulture	
Kontrola/Control	4,25	2,76	3,51
Obornik/manure	7,27	7,16	7,22
Obornik/manure+NPK	7,79	7,68	7,73
NPKCa	6,61	5,69	6,15
NPK	7,14	6,28	6,71
NP	6,59	5,07	5,83
NK	6,24	4,96	5,60
PK	4,80	3,66	4,22
N	6,32	5,14	5,73
P	4,37	2,80	3,59
K	4,53	2,71	3,62
Średnio/Mean	5,99	4,90	-
NIR _{0,05} /LSD _{0,05} : A = 0,17; B = 0,20; A/B = 0,28; B/A = 0,32			

Badania prowadzone w doświadczeniach nawozowych wskazują, że plony uzyskane po nawożeniu mineralnym są na ogół większe aniżeli po nawożeniu obornikiem, jednak dotyczy to na ogół krótkich cykli badawczych. W doświadczeniach wieloletnich korzystna rola obornika zaznacza się po dłuższym okresie jego stosowania w dłużej trwających doświadczeniach statycznych [Blecharczyk i in. 2005, Christensen 1997, Edmeades 2003, Johnston 1994, Procházková i in. 2003, Schmidt i in. 2000, Suwara i in. 2018]. Stosowanie obornika łącznie z nawożeniem mineralnym pełni natomiast rolę ochronną, zapobiegającą obniżeniu produktywności gleby. Przedmiotem wielu badań była ocena roli podwyższonego nawożenia w rekompensowaniu negatywnych skutków uprawy monokulturowej zbóż. Uzyskane wyniki wskazują jednak, że nie rekompensuje ono w pełni różnic wywołanych dużym udziałem zbóż na tym samym polu, bądź ich uprawą po sobie w monokulturze [Babulicová 2008, Panse i in. 1994, Schlegel i in. 2005]. W najdłużej trwającym doświadczeniu w Rothamstedt, w ponad 140-letniej monokulturze pszenicy ozimej [Johnston 1994], zniżka plonu w relacji do zmianowania wynosiła 22% po nawożeniu obornikiem (35 t·ha⁻¹), 29% po nawożeniu mineralnym NPK (w tym 144 kg N·ha⁻¹) i 15% w warunkach łącznego stosowania obornika (35 t·ha⁻¹) z NPK (w tym 96 kg N·ha⁻¹). W doświadczeniu w Bałcynach, plon pszenicy ozimej w wieloletniej monokulturze (38–46-letniej) po zastosowaniu pełnej ochrony chemicznej był niższy o 27% w porównaniu do jej uprawy w zmianowaniu [Adamiak i in. 2018].

W analizowanym okresie w doświadczeniu wieloletnim w ZDD Brody warunki najbardziej sprzyjające plonowaniu pszenicy wystąpiły w 2005 roku, natomiast najniższe plony odnotowano w 2006 i 2007 roku (tab. 3). Istotne zróżnicowanie pomiędzy płodozmianem a monokulturą

Tabela 3. Wpływ następstwa i nawożenia na plonowanie pszenicy ozimej (t·ha⁻¹)Table 3. Impact of crop sequence and fertilization on winter wheat yielding (t·ha⁻¹)

Obiekty/Treatments	Lata/Years			
	2005	2006	2007	2008
Następstwo/Crop sequence				
Zmianowanie/Crop rotation	7,35	5,59	4,94	6,08
Monokultura/Monoculture	5,98	3,88	4,63	5,10
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,52	0,43	r.n.	0,50
Nawożenie/Fertilization				
Kontrola/Control	4,45	3,37	3,19	3,01
Obornik/Manure	8,48	6,21	5,91	8,27
Obornik/Manure + NPK	8,86	6,43	6,79	8,85
NPKCa	7,40	5,58	4,99	6,63
NPK	8,19	5,92	5,95	6,77
NP	7,30	4,63	5,41	5,97
NK	7,10	4,65	5,06	5,59
PK	5,08	3,78	3,76	4,27
N	7,42	4,84	5,10	5,55
P	4,61	3,23	3,22	3,28
K	4,45	3,46	3,24	3,33
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	0,48	0,35	0,35	0,42

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

nie wystąpiło jedynie w 2007 roku, w którym średnio dla nawożenia plon w monokulturze był niższy tylko o 6,3%. W pozostałych latach badań zmniejszenie plonu w monokulturze wyniosło: 2005 – 18,6%, 2006 – 30,6% oraz 2008 – 16,1%.

Średnio za okres badawczy uprawa w monokulturze w porównaniu do zmianowania obniżyła obsadę kłosów, liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren odpowiednio o 6,9; 8,0 i 6,3% (tab. 4). Również wyliczona masa ziaren w kłosie była niższa w monokulturze o 13,4%.

Średnio dla systemu następstwa najwyższą obsadę kłosów oraz liczbę ziaren w kłosie odnotowano po łącznym nawożeniu obornikiem z NPK, natomiast zwiększeniu masy 1000 ziaren oraz masy ziaren 1 kłosa najbardziej sprzyjało nawożenie samym obornikiem.

Wyliczony według Rudnickiego [2000] wpływ elementów plonowania na różnice plonów pomiędzy zmianowaniem a monokulturą przedstawia tabela 5. Średnio za lata badań wpływ obsady kłosów (29,8%), liczby ziaren w kłosie (30,9%) i masy 1000 ziaren (30,3%) był zbliżony. Większe zróżnicowanie wystąpiło w latach badań. W 2005 i 2007 roku decydujący wpływ na zróżnicowanie plonów wywarła masa 1000 ziaren, natomiast w 2006 i 2008 liczba ziaren w kłosie. Stosunkowo wysoki wpływ obsady kłosów wystąpił jedynie w 2005 roku (40,9%).

Tabela 4. Elementy plonowania pszenicy ozimej (średnio 2005–2008)

Table 4. Yield components of winter wheat (mean of 2005–2008)

Obiekty Treatments	Liczba kłosów·m ⁻² Number of ears·m ⁻²	Liczba ziaren w kłosie Number of grain per ear	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grain (g)	Masa ziaren z kłosa Grain weight per ear (g)
Następstwo/Crop sequence				
Zmianowanie/Crop rotation	452	31,1	42,8	1,34
Monokultura/Monoculture	421	28,6	40,1	1,16
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	8	0,6	0,4	0,03
Nawożenie/Fertilization				
Kontrola/Control	375	24,1	39,3	0,96
Obornik/Manure	494	33,8	43,5	1,48
Obornik/Manure + NPK	531	34,9	42,3	1,49
NPKCa	460	32,0	42,5	1,36
NPK	477	33,2	42,8	1,43
NP	446	32,4	40,5	1,32
NK	442	31,5	40,7	1,29
PK	389	26,0	42,4	1,11
N	446	31,6	40,8	1,30
P	373	24,2	40,1	0,99
K	372	24,2	40,8	1,00
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	14	1,0	0,8	0,04

Tabela 5. Wpływ elementów plonowania na różnice plonów pszenicy ozimej uprawianej w zmianowaniu i monokulturze

Table 5. Impact of yield components on the differences in winter wheat yields in crop rotation and monoculture

Elementy plonowania Yield components	Lata/Years				Średnio Mean 2005–2008
	2005	2006	2007	2008	
Wkład elementów plonowania w bezwzględne różnice plonów (t·ha ⁻¹) Contribution of yield components in difference of yields ((t·ha ⁻¹))					
Obsada kłosów Ear number	0,56	0,40	0,01	0,28	0,33
Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	0,06	1,27	-0,05	0,44	0,44

Tabela 5. cd.
Table 5. cont.

Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	0,75	0,04	0,35	0,27	0,33
Suma/Sum	1,37	1,71	0,31	0,98	1,09
Wkład elementów plonowania w różnice względne plonów (%) Contribution of yield components in relative difference of yields (%)					
Obsada kłosów Ear number	9,4	10,4	0,2	5,4	6,6
Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	1,0	32,8	-1,0	8,6	8,9
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	12,5	0,9	7,5	5,2	6,7
Suma/Sum	22,9	44,1	6,7	19,2	22,2
Udział elementów plonowania w różnicowaniu plonów (%) Share of yield components in difference of yields (%)					
Obsada kłosów Ear number	40,9	23,6	2,6	28,2	29,8
Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	4,4	74,4	-15,2	44,8	30,9
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	54,7	2,0	112,5	27,0	30,3
Suma/Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Błąd oceny (%) Estimation error (%)	0,8	0,9	0,9	1,5	0,6

WNIOSKI

1. Uprawa w monokulturze wpłynęła negatywnie na plonowanie pszenicy ozimej; niżka plonu w relacji do zmianowania wyniosła 18,2%. Zmniejszenie plonu w monokulturze wynikało z obniżenia wszystkich elementów plonowania.
2. Najkorzystniej na poziom plonowania pszenicy ozimej w obu systemach następstwa roślin wpłynęło łączne nawożenie obornikiem z NPK. Stosowanie nawożenia wyłącznie mineralnego zmniejszyło poziom plonowania w porównaniu do nawożenia samym obornikiem o 7,1%.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Adamiak E., Stępień A. 2018. Response of winter wheat on long-term monoculture in diversified conditions of chemical protection. *Pol. J. Nat. Sci.* 33(2): 201–213.
- Babulicová M. 2008. Influence of fertilization on winter wheat in crop rotations and in long-term monoculture. *Plant Soil Environ.* 54: 190–196.

- Bender J. 1972. Wpływ zmianowania i monokultury na kształtowanie żyzności gleby lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 137: 139–153.
- Berzsenyi Z., Györfy B., Lap D. 2000. Effect of crop rotation and fertilisation on maize and wheat yields and yield stability in a long-term experiment. *Europ. J. Agron.* 13: 225–244.
- Blecharczyk A. 2002. Reakcja żyta ozimego i jęczmienia jarego na system następstwa roślin i nawożenie w doświadczeniu wieloletnim. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.* 326: ss. 128.
- Blecharczyk A., Małecka I., Pudełko J. 2005. Reakcja roślin na monokulturę w doświadczeniu wieloletnim w Brodach. *Fragm. Agron.* 22(2): 20–29.
- Blecharczyk A., Małecka-Jankowiak I., Sawinska Z., Piechota T., Waniorek W. 2018. 60-letnie doświadczenie nawozowe w Brodach z uprawą roślin w zmianowaniu i monokulturze. W: *Eksperymenty wieloletnie w badaniach rolniczych w Polsce*. Marks M., Jastrzębska M., Kostrzewska M.K. (red.). Wyd. UWM Olsztyn, Monogr., 27–40.
- Cerny J., Balík J., Kulhánek M., Cášová K., Nedved V. 2010. Mineral and organic fertilization efficiency in long-term stationary experiments. *Plant Soil Environ.* 56: 28–36.
- Christen O., Sieling K., Hanus H. 1992. The effect of different preceding crops on the development, growth and yield of winter wheat. *Europ. J. Agron.* 1: 21–28.
- Christensen B. 1997. The Askov long-term field experiments. *Arch. Acker- Pflanzbau Bodenkd.* 42: 265–278.
- Debreczeni K., Korschens M. 2003. Long-term field experiment of the world. *Arch. Agron. Soil Sci.* 49: 465–483.
- Edmeades D.C. 2003. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 66: 165–180.
- Girma K., Holtz S.L., Arnall D.B., Tubana B.S., Raun W.R. 2007. The Magruder Plots: untangling the puzzle. *Agron. J.* 99: 1191–1198.
- Johnston A., Poulton P.R. 2018. The importance of long-term experiments in agriculture: their management to ensure continued crop production and soil fertility; the Rothamsted experience. *Europ. J. Soil Sci.* 69: 113–125.
- Johnston A.E. 1994. The Rothamsted classical experiments. In: *Long term experiments in agricultural and ecological sciences*. Leigh R., Johnston A. (ed.). CAB International: 9–37.
- Körschens M. 2006. The importance of long-term field experiments for soil science and environmental research – a review. *Plant Soil Environ.* 52: 1–8.
- Kunzová E., Hejzman M. 2009. Yield development of winter wheat over 50 years of FYM, N, P and K fertilizer application on black earth soil in the Czech Republic. *Field Crop Res.* 111: 226–234.
- Lithourgidis A., Damalas C., Gagianas A. 2006. Long-term yield patterns for continuous winter wheat cropping in Northern Greece. *Eur. J. Agron.* 25: 208–214.
- Małecka I. 2003. Studia nad plonowaniem pszenicy ozimej w zależności od warunków pogodowych i niektórych czynników agrotechnicznych. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.* 335: ss. 121.
- Małecka I., Blecharczyk A., Piechota T., Sawinska Z. 2005. Wpływ nawożenia na plonowanie pszenicy ozimej uprawianej w okresowej monokulturze. *Fragm. Agron.* 22(2): 116–124.
- Marcinek J., Komisarek J. (red.) (2011). *Systematyka Gleb Polski*. Rocz. Glebozn. 62(3): ss. 193.
- Marks M., Rychcik B., Treder K., Tyburski J. 2018. 50-letnie badania nad uprawą roślin w płodozmianie i w monokulturze – źródło wiedzy i pomnik kultury rolnej. W: *Eksperymenty wieloletnie w badaniach rolniczych w Polsce*. Marks M., Jastrzębska M., Kostrzewska M.K. (red.). Wyd. UWM Olsztyn, Monogr., 41–56.
- Merbach W., Deubel A. 2008. Long-term field experiments – museum relics or scientific challenge? *Plant Soil Environ.* 54: 219–226.
- Miles R.J., Brown J.R. 2011. The Sanborn field experiment: Implications for long-term soil organic carbon levels. *Agron. J.* 103: 268–278.
- Mitchell C., Westerman R., Brown J., Peck T. 1991. Overview of long-term agronomic research. *Agron. J.* 83: 1–10.
- Panse A., Mairl F.X., Dennert J., Brunner H., Fischbeck G. 1994. Ertragsbildung von getreidereichem in einem extensiven und intensiven Anbausystem. *J. Agron. Crop. Sci.* 173: 160–171.
- Procházková B., Hruby J., Dovrtel J., Dostál O. 2003. Effects of different organic amendment on winter wheat yields under long-term continuous cropping. *Plant Soil Environ.* 49: 433–438.

- Schlegel A., Grant C., Havlin J. 2005. Challenging approaches to nitrogen fertilizer recommendations in continuous cropping systems in the Great Plains. *Agron. J.* 97: 391–398.
- Schmidt L., Warnstorff K., Dörfel H., Leinweber P., Lange H., Merbach W. 2000. The influence of fertilization and rotation on soil organic matter and plant yields in the long-term Eternal Rye trial in Halle (Saale), Germany. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 163: 639–648.
- Sieling K., Hanus H. 1990. Yield reaction of winter wheat in monoculture in dependence upon weather and soil. *J. Agron. Crop Sci.* 165: 151–158.
- Smagacz J., Kuś J. 2010. Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby. *Fragm. Agron.* 27(4): 119–134.
- Stępień W., Sosulski T., Szara E. 2018. Współdziałanie nawożenia mineralnego i organicznego w świetle trwałych doświadczeń nawozowych w Skierniewicach. W: *Eksperymenty wieloletnie w badaniach rolniczych w Polsce*. Marks M., Jastrzębska M., Kostrzewska M.K. (red.). Wyd. UWM Olsztyn, Monogr., 11–25.
- Suwara I., Lenart S., Gawrońska-Kulesza A., Wymułek A. 2018. Produkcyjne i środowiskowe efekty wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego w dwóch zmianowaniach. W: *Eksperymenty wieloletnie w badaniach rolniczych w Polsce*. Marks M., Jastrzębska M., Kostrzewska M.K. (red.). Wyd. UWM Olsztyn, Monogr., 57–71.
- Zawiślak K., Sadowski T. 1992. The tolerance of cereals to continuous cultivation. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 426, *Agricultura* 55: 137–147.

A. BLECHARCZYK, D. ZAWADA, Z. SAWINSKA, I. MAŁECKA-JANKOWIAK, W. WANIOREK

IMPACT OF CROP SEQUENCE AND FERTILIZATION ON YIELD OF WINTER WHEAT

Summary

The research was carried out on the objects of long-term static experiment founded in 1957 by Jan Bender at the Brody Research Station, belonging to the Poznań University of Life Sciences. The study includes the results of 5-year research (2004–2008) with the cultivation of Sakwa winter wheat in a 5–9-year monoculture (since 2000) and in 7-course rotation: potatoes – spring barley – winter triticale – alfalfa – alfalfa – winter wheat – winter rye. Cultivation in monoculture negatively affected the yield of winter wheat; the yield reduction in relation to crop rotation was 17.0%. The decrease in monoculture yield was due to the reduction of all yield components. Cultivation of winter wheat in both cropping systems was most favorably affected by combined fertilization with NPK and manure. The use of only mineral fertilization reduced the yield level compared to fertilization with manure alone by 8.5%.

Key words: winter wheat, crop rotation, monoculture, fertilization

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 6.12.2019

Do cytowania – *For citation*

Blecharczyk A., Zawada D., Sawinska Z., Małeczka-Jankowiak I., Waniorek W. 2019. Wpływ następstwa roślin i nawożenia na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 36(4): 27–35.