

WPLYW DŁUGOTRWAŁEGO STOSOWANIA PŁODOZMIANÓW ZBOŻOWYCH NA PLONOWANIE ZBÓŻ ORAZ WYBRANE CHEMICZNE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY

JANUSZ SMAGACZ, JAN KUŚ

Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Pulawach

smagacz@iung.pulawy.pl

Synopsis. W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące plonowania pszenicy ozimej, żyta ozimego, pszenżyta ozimego, jęczmienia jarego oraz owsa w płodozmianach z różnym udziałem zbóż w trwałym doświadczeniu polowym zlokalizowanym w RZD Grabów na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Stwierdzono, po 36 latach badań, że w płodozmianach z 75 i 100% udziałem zbóż w strukturze zasiewów można uzyskać stosunkowo duże plony ziarna, jednak będą one zawsze mniejsze, niż w poprawnym wielostronnym płodozmianie. Badania wykazały również, że stosowanie wyższego poziomu agrotechniki tylko częściowo łagodzi ujemne konsekwencje produkcyjne zwiększonego udziału zbóż w zasiewach, jednak nie niweluje ich całkowicie. Jednocześnie odnotowano wyraźny wzrost plonów zbóż ozimych, a głównie pszenicy, przy równoczesnej stagnacji plonów zbóż jarych, pomimo zastosowanych pewnych modyfikacji w ich agrotechnice. Długotrwałe stosowanie płodozmianów zbożowych nie spowodowało spadku żyzności gleby. W warstwie ornej stwierdzono istotny wzrost zawartości przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu oraz wyraźną tendencję wzrostową zawartości materii organicznej gleby.

Słowa kluczowe – *key words*: płodozmiany zbożowe – *cereal crop rotation*, plonowanie zbóż – *yielding of cereals*, właściwości chemiczne gleby – *chemical soil properties*

WSTĘP

Zwiększenie udziału zbóż w zasiewach i wynikająca stąd konieczność uprawy ich po sobie powoduje, że poszczególnym gatunkom trudno jest zapewnić odpowiednie stanowiska. Konsekwencją takiego postępowania jest obniżka ich plonowania oraz wydajności całych zmianowań [Adamiak i Adamiak 1991, Blecharczyk i in. 2005a, Kuś i in. 1990a, 1990b, 1990c]. Podstawową tego przyczyną jest nasilone występowanie chorób podstawy źdźbła oraz wzrost zachwaszczenia [Adamiak i in. 2005, Bockmann i Knoth 1971, Gawrońska-Kulesza i in. 2005, Mikołajska 1993, Smagacz 2006, Stupnicka-Rodzyńkiewicz i in. 2004]. Wyniki licznych badań nad zabiegami kompensującymi niekorzystne stanowisko dla zbóż (chemiczna ochrona roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami, wyższy poziom nawożenia mineralnego, uprawa roli na różną głębokość, międzyplony, dobór odmian, itd.) uprawianych w płodozmianach z dużym ich udziałem wskazują, że zabiegi te tylko częściowo mogą łagodzić ujemne konsekwencje produkcyjne, jednak nie niwelują ich całkowicie [Blecharczyk 2002, Deryło i Szymankiewicz 1999, Jaskulski 2004, Kuś i in. 1993b, Majchrowski i in. 2005, Smagacz 2006]. Spośród zbóż największym trendem wzrostu plonów wyróżnia się na ogół pszenica, mniejszym żyto, zaś najmniejszym jęczmień i owies [Arseniuk i Oleksiak 2009, Kuś i in. 1993a i 1999, Michałowski 1987]. Wpływ systemów następstwa roślin na zmiany chemicznych właściwości gleby natomiast nie jest już tak jednoznaczny [Blecharczyk i in. 2005b, Kuś i Siuta 1999, Schönhammer i Fischbeck 1987b, Siuta 1999, Zawiślak i in. 1988].

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych (36 lat trwania doświadczenia – 9 pełnych rotacji) na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby. Założono, że poprzez stosowanie poprawnej agrotechniki (zrównoważone nawożenie, kompleksowa ochrona roślin, precyzyjna uprawa roli) można skutecznie ograniczyć niekorzystne oddziaływanie uproszczeń w uprawie roślin na środowisko glebowe, produktywność ziemiopłodów, a w konsekwencji zwiększyć efektywność uprawy zbóż po sobie.

MATERIAŁ I METODY

Statyczne doświadczenie płodozmianowe prowadzone jest od jesieni 1969 roku w RZD Grabów (51°21' N, 21°40' E) należącym do IUNG – PIB w Puławach, na glebie płowej, zaliczanej do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Uwzględniono w nim 3 czynniki:

I – chemiczne zwalczanie chorób (do 1985 r. porównywano dwie głębokości uprawy roli): a) bez stosowania fungicydów; b) z fungicydami, tj. wykonanie dwóch oprysków (jeden w fazie pierwszego kolanka – BBCH 31, drugi w fazie kłoszenia – BBCH 52–58) preparatami wg zaleceń IOR,

II – nawożenie: a) INPK (około 180 kg średnio rocznie); b) 2NPK (około 360 kg średnio rocznie). Od 1992 r. przyjęto dwa poziomy nawożenia azotem: a) 1N oraz b) 1,5N – dostosowane do wymagań poszczególnych gatunków roślin,

III – płodozmiany o różnym udziale zbóż (tab. 1).

Czynnik I – chemiczna ochrona roślin i czynnik II – nawożenie rozmieszczono według metody równoważnych podbloków, zaś czynnik III – płodozmiany rozlosowano w kwadracie łacińskim. Doświadczenie zakładano w 4 powtórzeniach, polami wszystkich roślin równocześnie, a wielkość poletek do zbioru wynosiła 25 m².

Tabela 1. Płodozmiany o różnym udziale zbóż w doświadczeniu
Table 1. Crop rotation with different share of cereals in experiment

Lata płodozmiannu <i>Years of crop rotation</i>	Płodozmiann – % zbóż <i>Crop rotation – percentage of cereals</i>			
	A–50	B–75	C–75	D–100
I	ziemniak ^{xx} <i>potato^{xx}</i>	ziemniak ^{xx} <i>potato^{xx}</i>	strączkowe ^{xx} <i>leguminous^{xx}</i>	owies ^{xx} <i>oats^{xx}</i>
II	pszenica ozima <i>winter wheat</i>			
III	pastewne ¹ <i>fodder crops</i>	owies <i>oats</i>	pszenżyto ozime ² <i>winter triticale</i>	żyto ozime <i>winter rye</i>
IV	pszenica ozima ³ <i>winter wheat³</i>			

^{xx}/ obornik 30 t·ha⁻¹ – manure 30 t·ha⁻¹; ¹/ międzyplon ozimy z żyta, a w plonie wtórym kukurydza na kiszoncek – *winter rye catch crop and silage maize as a second crop*; ² do roku 1986 jęczmień jary – *until 1986 spring barley*; ³ w latach 1974–1999 jęczmień jary – *from 1974 to 1999 spring barley*

Uprawa roli, z wyjątkiem badanej jako I czynnik w latach 1970–1985 zróżnicowanej głębokości orki, była typowa dla ogniwa zmianowania: przedplon – roślina następcza. We wszystkich płodozmianach, dla każdego gatunku, stosowano optymalną ilość i termin wysiewu. Obok mechanicznej pielęgnacji zasiewów prowadzono chemiczną regulację zachwaszczenia zgodną z zaleceniami Instytutu Ochrony Roślin.

Po zbiorze roślin, w 2005 roku, z warstwy ornej gleby pobrano próby w celu oznaczenia wybranych chemicznych właściwości gleby: zawartości próchnicy, zasobności gleby w fosfor, potas i magnez oraz jej odczynu.

Opracowanie zawiera wyniki badań nad plonowaniem pszenicy ozimej (lata 1970–2005), jęczmienia jarego (lata 1974–1999), żyta ozimego i owsa (lata 1970–2005) oraz pszenżyta ozimego (lata 1987–2005). Przedstawiono wybrane charakterystyki dla plonu ziarna poszczególnych gatunków zbóż: plony średnie, minimalne i maksymalne, współczynniki zmienności plonów oraz zależności regresyjne, tj. współczynniki determinacji i trendy plonowania. Najmniejszą istotną różnicę oceniono przy pomocy testu Tukey'a dla $\alpha=0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Pszenvica ozima. Produkcyjność pszenicy ozimej oceniono w latach 1970–2005 (tab. 2). Zboże to w większości okresu prowadzenia badań (lata 1974–1999) wysiewano we wszystkich

Tabela 2. Plonowanie pszenicy ozimej ($t \cdot ha^{-1}$) w różnych płodozmianach w zależności od poziomu agrotechniki, średnie z lat 1970–2000

Table 2. Yielding of winter wheat ($t \cdot ha^{-1}$) in different crop rotations in dependence of level of cultivation technology, means from 1970–2000

Poziom agrotechniki ¹ Level of cultivation technology ¹	Płodozmian – % zbóż Crop rotation – percentage of cereals				Średnio Mean
	A–50	B–75	C–75	D–100	
I	4,80	4,64	4,54	4,26	4,56
II	5,08	4,93	4,83	4,69	4,88
III	5,14	4,81	4,79	4,49	4,81
IV	5,26	5,02	4,91	4,83	5,01
Średnio – Mean	5,07	4,85	4,77	4,57	4,82
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,26	0,25	0,19	0,21	0,13

¹I – bez zwalczania chorób (do roku 1985 uprawa typowa) i niższy poziom nawożenia azotem 1N (do 1991 r. 1NPK) – without diseases control (classical plough tillage up to year 1985) and lower level of nitrogen fertilization (up to year 1991 1 NPK)

II – bez zwalczania chorób (do roku 1985 uprawa typowa) i wyższy poziom nawożenia azotem 1,5N (do 1991 r. 2NPK) – without diseases control (classical plough tillage up to year 1985) and higher level of nitrogen fertilization (up to year 1991 2 NPK)

III – ze zwalczaniem chorób (do roku 1985 uprawa pogłębiona) i niższy poziom nawożenia azotem 1N (do 1991 r. 1NPK) – with diseases control (deep plough tillage up to year 1985) and lower level of nitrogen fertilization (up to year 1991 1NPK)

IV – ze zwalczaniem chorób (do roku 1985 uprawa pogłębiona) i wyższy poziom nawożenia azotem 1,5N (do 1991 r. 2NPK) – with diseases control (deep plough tillage up to year 1985) and higher level of nitrogen fertilization (up to year 1991 2NPK)

plodozmianach po dobrych przedplonach (ziemiak w plodozmianie A i B, rośliny pastewne lub strączkowe w plodozmianie C, owies w plodozmianie D) w drugim roku po wniesieniu obornika. W pozostałym okresie (lata 1970–1973 i 2000–2005) gatunek ten uprawiany był dodatkowo jako czwarta roślina rotacji i wówczas wysiewano go również w złych stanowiskach, tj. po innych roślinach zbożowych. Największy przeciętny plon ziarna pszenicy ozimej, tj. $5,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (średnio za 36 lat) uzyskano w plodozmianie typu norfolckiego (A). Podobnej wielkości plon ziarna tego gatunku ($4,85 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) uzyskano również w plodozmianie B, gdzie zboża stanowiły łącznie 75% w strukturze zasiewów. Jednakże w tym zmianowaniu zbożem uprawianym w trzecim polu plodozmianowym był owies, który jest dobrym przedplonem dla innych roślin zbożowych i w związku z tym pszenica ozima uprawiana była tu po dwóch dobrych przedplonach. Istotnie mniejszą wydajność pszenicy uzyskano w plodozmianie C z 75% udziałem roślin kłosowych oraz w wielogatunkowej monokulturze zbożowej (plodozmian D), a spadki w produktywności tego zboża ukształtowały się na poziomie odpowiednio 6 i 10%. Jednocześnie względne ubytki plonu tego gatunku na przyjętych poziomach agrotechniki w ramach poszczególnych zmianowań wyniosły odpowiednio: 3–6% w plodozmianie B, 5–7% w plodozmianie C oraz 8–13% w wielogatunkowej monokulturze zbożowej (D) w porównaniu z obiektem kontrolnym – pszenica ozima wysiewana w plodozmianie typu norfolckiego.

Uzyskane wyniki dotyczące reakcji pszenicy ozimej na stanowisko i udział zbóż w plodozmianie są na ogół zgodne z wynikami podawanymi przez innych autorów. Adamiak i in. [1994] wskazują, że reakcja pszenicy ozimej na wzrost udziału zbóż w plodozmianie zależy od doboru przedplonu. Duże obniżki plonów tego zboża występują po innych roślinach kłosowych (15–22%), małe po bobiku (1–6%), natomiast w stanowisku po owsie zanotowano nawet istotne przyrosty plonu ziarna w porównaniu z pszenicą uprawianą w 6-polowym plodozmianie z 50% udziałem zbóż w strukturze zasiewów. Schönhammer i Fischbeck [1987a] wskazują natomiast, że zboże to na glebie cięższej plonowało, średnio za 15 lat, ponad 25% niżej w monokulturze, aniżeli po dobrym przedplonie (rzepak ozimy), natomiast w przypadku wielogatunkowej monokultury zbożowej różnica ta nie była już tak duża i wyniosła około 11%. Obserwacje poczynione przez Urbanowskiego [1991] na glebie lżejszej (kompleks żytni dobry) wskazują, że produktywność pszenicy ozimej uprawianej w uproszczonym plodozmianie (67% zbóż w zasiewach), ale po dobrym przedplonie (rzepak ozimy) była około 14% mniejsza niż w 6-polowym plodozmianie z 50% udziałem roślin zbożowych w strukturze zasiewów. Spadki plonu tego gatunku uprawianego w monokulturze sięgały natomiast około 35%.

Reakcja pszenicy ozimej na jej uprawę w plodozmianach z dużym udziałem zbóż w strukturze zasiewów zależała od przyjętego poziomu agrotechniki. Za poziom wyjściowy (I) przyjęto obiekt bez profilaktycznego zwalczania chorób liści i kłosów (do 1985 r. była to orka na głębokość 25–30 cm) przy jednocześnie niższym poziomie nawożenia azotowego 1N (do 1991 r. było to 1NPK). Istotne przyrosty plonu ziarna udowodniono we wszystkich plodozmianach praktycznie dla każdego wyższego poziomu agrotechniki, jednak zdecydowanie większe tam, gdzie jako drugi czynnik eksperymentalny zastosowano zwiększone nawożenie mineralne (do 1991 r. była to podwojona dawka NPK, w późniejszym okresie zwiększone o 50% nawożenie azotem). Największy, potwierdzony statystycznie, względny przyrost plonu ziarna tego gatunku (średnio o 13%) uzyskano w wielogatunkowej monokulturze zbożowej dla IV-tego poziomu agrotechniki, tj. w przypadku, gdy zastosowano wyższe nawożenie mineralne przy jednoczesnym profilaktycznym zwalczaniu chorób liści i kłosów (do roku 1985 była to pogłębiona uprawa roli do 35–40 cm). Względnie wysoki przyrost plonu ziarna (około 10%) stwierdzono również w tym zmianowaniu dla II-go poziomu agrotechniki, tj. obiektu bez zwalczania chorób liści i kłosów (do roku 1985 była to orka na głębokość 25–30 cm), jednak i w tym przypadku dla wyższego poziomu nawożenia mineralnego. Reasumując należy stwierdzić, że największą

wydajność pszenicy ozimej uzyskiwano wówczas, gdy stosowano wyższy poziom nawożenia mineralnego, natomiast ochrona roślin przed chorobami liści i kłosów (do 1985 r. była to orka pogłębiona do 35–40 cm) wywierała mniejszy wpływ na wydajność tego gatunku.

Oceniając produktywność pszenicy ozimej wysiewanej w płodozmianach z różnym udziałem zbóż (50–100% w strukturze zasiewów) należy stwierdzić, że praktycznie we wszystkich porównywanych stanowiskach można uzyskać względnie duże plony tego gatunku, sięgające w skrajnych przypadkach nawet 11–12 t·ha⁻¹. Są jednak lata, kiedy wydajność tego zboża jest stosunkowo mała, a uzyskiwane plony wynoszą poniżej 2 t·ha⁻¹. W analizowanym okresie (lata 1970–2005) we wszystkich płodozmianach zanotowano dość duże wahania plonu w latach, a wartości współczynnika zmienności ukształtowały się na poziomie około 33–36% przy wyrównanym i dość wysokim współczynniku determinacji wynoszącym 53–58% (tab. 3). Jednocześnie we wszystkich płodozmianach stwierdzono wyraźny i bardzo podobny trend wzrostu

Tabela 3. Wybrane charakterystyki dla plonu pszenicy ozimej w różnych płodozmianach, średnie z lat 1970–2005

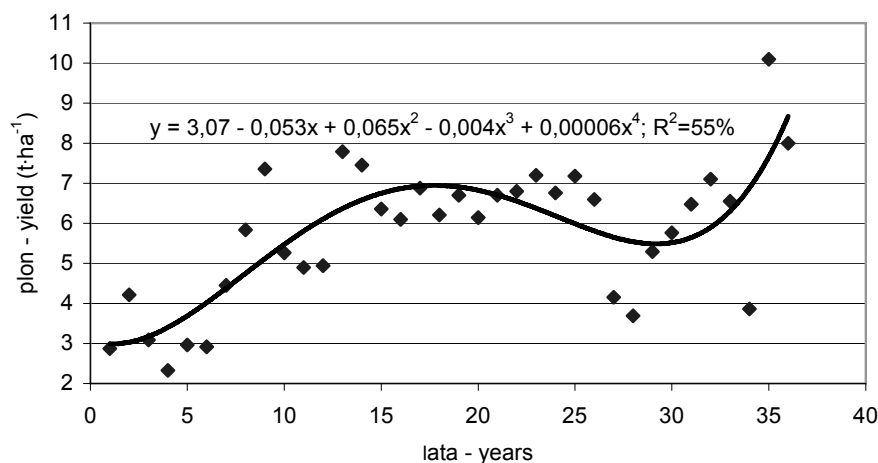
Table 3. Selected characteristics for yielding of winter wheat in different crop rotations, means from 1970–2005

Parametr <i>Parameter</i>	Płodozmian – % zbóż <i>Crop rotation – percentage of cereals</i>				Cały zbiór danych <i>All data set</i>
	A–50	B–75	C–75	D–100	
Wartość minimalna (t·ha ⁻¹) <i>Minimum value (t·ha⁻¹)</i>	2,61	1,83	1,57	1,70	1,57
Wartość maksymalna (t·ha ⁻¹) <i>Maximum value (t·ha⁻¹)</i>	11,82	11,75	11,42	10,87	11,82
Rozstęp (t·ha ⁻¹) <i>Range value (t·ha⁻¹)</i>	9,21	9,92	9,85	9,17	10,25
Współczynnik zmienności V (%) <i>Variation coefficient V (%)</i>	33,2	34,9	35,6	35,6	34,8
Współczynnik determinacji R ² (%) <i>Determination coefficient R² (%)</i>	58,3	55,8	53,3	55,3	55,4

plonu tego zboża w kolejnych latach prowadzenia badań, w związku z czym plonowanie pszenicy ozimej przedstawiono jedynie dla całego zbioru danych (rys. 1).

Uzyskane przyrosty plonu w kolejnych latach i rotacjach były możliwe do osiągnięcia poprzez zastosowanie poprawnej agrotechniki (staranna uprawa roli, wzrost kultury gleby w następstwie pełnego nawożenia mineralnego NPKCaMg oraz stosowania obornika), wykorzystanie postępu biologicznego – systematyczna wymiana i odpowiedni dobór odmian, jak również pełniejszej i odpowiednio dobranej ochrony roślin.

Podobne wyniki dotyczące wydajności pszenicy ozimej uprawianej w różnych zmianowaniach na glebach pszennych dobrych oraz żytnich bardzo dobrych uzyskał we wcześniejszym okresie Kuś i in. [1990b, 1990c]. Przeprowadzone w kilku punktach doświadczalnych (siedliskach) badania wykazały, że zwiększone nawożenie mineralne zapewniało przyrost plonu ziarn



Rys. 1. Równanie regresji opisujące plonowanie pszenicy ozimej w latach 1970–2005
 Fig. 1. Regression equation for yielding of winter wheat in 1970–2005

na, jednak nie kompensowało jego spadku spowodowanego wysyceniem struktury zasiewów zbożami do 75 lub 100%. Dodatkowo obniżka plonów zbóż, w tym pszenicy ozimej, spowodowana zwiększeniem ich udziału w zasiewach, ukształtowała się na określonym poziomie w I rotacji i nie powiększała się już w widoczny sposób w następnych latach i rotacjach. W podobnych badaniach przeprowadzonych przez Zawislak i in. [1998] nad możliwością plonochronnego oddziaływania herbicydów i fungicydów w pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze stwierdzono, że jedynie kompleksowe zastosowanie tych zabiegów przyczyniło się do wzrostu wydajności tego zboża. Do podobnych konkluzji dochodzi również w swoich badaniach Johnston [1997] na bazie trwałego doświadczenia prowadzonego w Rothamsted wskazując, że wyraźne przyrosty plonu ziarna pszenicy ozimej uzyskano dopiero po zastosowaniu chemicznej ochrony roślin przed chwastami i chorobami oraz po wprowadzeniu nowych plenniejszych odmian i przyjęciu zmianowania. Badania Małeckiej i in. [2005] wskazują natomiast, że ujemna reakcja pszenicy ozimej na uprawę po sobie pogłębia się w warunkach niezrównoważonego nawożenia. W związku z tym uprawa tego zboża po nawożeniu obornikiem lub obornikiem z NPK wpływa korzystnie na produktywność pszenicy ozimej i powoduje, że plony ziarna w obu systemach (uprawa w płodozmianie i w monokulturze) kształtują się na zbliżonym poziomie.

Jęczmień jary. Największy plon ziarna jęczmienia jarego, średnio za 26 lat, niezależnie od poziomu nawożenia mineralnego i sposobu uprawy roli (od 1986 roku profilaktyczne zwalczanie chorób liści i kłosów) uzyskano w stanowisku po roślinach pastewnych (żyto uprawiane w międzyplonie ozimym, a następnie kukurydza na zielonkę w plonie wtórnym) w płodozmianie typu norfolńskiego (A) – 50% zbóż w strukturze zasiewów (tab. 4). Zboże to wysiewane po owsie w płodozmianie z 75% udziałem zbóż (B) plonowało jedynie 5% niżej, w porównaniu z jęczmieniem uprawianym po roślinach pastewnych. Mniejsze plony tego gatunku uzyskano w płodozmianie C – 75% zbóż oraz D (wielogatunkowa monokultura zbożowa), gdzie zboże to uprawiano po złych przedplonach, tj. po jęczmieniu jarym (od roku 1987 po pszenżycie ozimym) – płodozmian C lub po życie w płodozmianie D. Przeciętne spadki plonu ziarna wyniosły

Tabela 4. Plonowanie jęczmienia jarego ($t \cdot ha^{-1}$) w różnych płodozmianach w zależności od poziomu agrotechniki, średnie z lat 1974–1999Table 4. Yielding of spring barley ($t \cdot ha^{-1}$) in different crop rotations in dependence of level of cultivation technology, means from 1974–1999

Poziom agrotechniki* Level of cultivation technology ^l	Płodozmian – % zbóż Crop rotation – percentage of cereals				Średnio Mean
	A–50	B–75	C–75	D–100	
I	4,25	4,03	3,71	3,65	3,91
II	4,46	4,28	3,99	4,00	4,18
III	4,31	4,09	3,83	3,79	4,00
IV	4,56	4,39	4,01	4,05	4,25
Średnio – Mean	4,40	4,20	3,89	3,87	4,09
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,22	0,20	0,17	0,16	0,16

* – opis jak w tabeli 1 – for explanation see table 1

około $0,5 t \cdot ha^{-1}$, tj. 12%, w porównaniu z obiektem kontrolnym – jęczmień jary uprawiany po roślinach pastewnych. Jednocześnie względne spadki wydajności tego zboża uzyskiwane na przyjętych w doświadczeniu czterech poziomach agrotechniki w poszczególnych płodozmianach utrzymywały się na zbliżonym do siebie poziomie i wynosiły odpowiednio: 4–5% dla płodozmianu B (uprawa jęczmienia po owsie), 11–13% dla płodozmianu C (uprawa jęczmienia po sobie lub po pszenicy ozimym) oraz 10–14% dla płodozmianu D (uprawa jęczmienia po życie) w porównaniu z obiektem kontrolnym – uprawa tego zboża po roślinach pastewnych w płodozmianie A.

Jęczmień jary zaliczany jest do gatunków o dużej wrażliwości na uprawę po sobie i innych zbożach. Potwierdziły to także wyniki badań własnych jak również wieloletnie badania przeprowadzone w podobnych warunkach glebowych (RZD Brody – kompleks żytni bardzo dobry i dobry) przez Blecharczyka i in. [2005a]. Wskazują one, że wydajność jęczmienia jarego, średnio za 47-letni okres prowadzenia obserwacji, była o około 20% mniejsza w monokulturze aniżeli w przyrodniczo poprawnym 7-polowym płodozmianie. W innych badaniach przeprowadzonych na lepszej glebie w RZD Pozorty – kompleks pszenicy dobry [Adamiak i Adamiak 1991] zboże to plonowało w monokulturze (11–15 rok trwania uprawy) aż o 26% niżej w porównaniu z jęczmieniem jarym wysiewanym w 6-polowym płodozmianie. Schönhammer i Fischbeck [1987a] wskazują natomiast, że spadki plonu ziarna tego zboża uprawianego w wielogatunkowej monokulturze zbożowej nie są tak duże, jak w przypadku pszenicy ozimej i sięgają około 4%, natomiast uprawa po sobie powoduje już 10% ubytek plonu ziarna.

Reakcja jęczmienia jarego na czynniki kompensujące jego uprawę w niekorzystnych stanowiskach zależała wyraźnie od przyjętego poziomu agrotechniki oraz zmianowania roślin. Istotne przyrosty plonu udowodniono w obiektach II i IV, tj. tam, gdzie jako drugi czynnik kompensujący niekorzystne stanowisko pod jęczmień jary zastosowano zwiększone nawożenie mineralne (do 1991 r. była to podwojona dawka NPK, w późniejszym okresie zwiększone o 50% nawożenie azotem). Największy, potwierdzony statystycznie, przyrost plonu ziarna tego gatunku (średnio o około 11%) uzyskano w wielogatunkowej monokulturze zbożowej (płodo-

zmian D) dla IV-tego poziomu agrotechniki, tj. w przypadku, gdy zastosowano wyższy poziom nawożenia mineralnego przy jednoczesnym profilaktycznym zwalczaniu chorób liści i kłosów (do roku 1985 była to pogłębiona uprawa roli do 35–40 cm). Podobny przyrost plonu stwierdzono również dla II-go poziomu agrotechniki, tj. obiektu bez zwalczania chorób liści i kłosów (do roku 1985 była to orka na głębokość 25–30 cm), jednak również dla wyższego poziomu nawożenia mineralnego. Do podobnych konkluzji dochodzą również w swoich badaniach Adamiak i Adamiak [1991] oraz Blecharczyk i in. [2005a] wskazując, że regeneracja stanowiska pod jęczmień jary (uprawiany w monokulturze lub po innych zbożach) poprzez wybrane zabiegi agrotechniczne (nawożenie obornikiem, zwiększone nawożenie mineralne, stosowanie herbicydów i fungicydów) jest efektywniejsze w przypadku wyższego poziomu agrotechniki, tj. poprzez kompleksowe oddziaływanie kilku zabiegów kompensacyjnych.

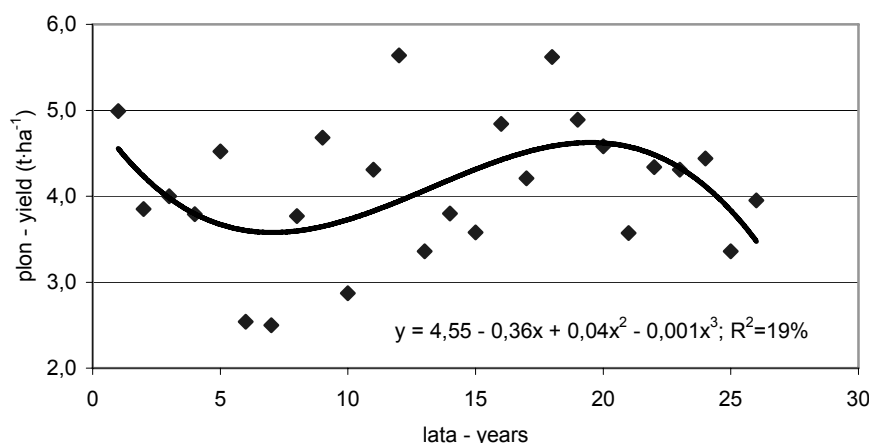
W przeprowadzonych badaniach dla obu niekorzystnych stanowisk pod jęczmień jary (uprawiany po roślinach kłosowych – płodozmian C i D) stwierdzono również gorsze wartości innych parametrów dotyczących wybranych charakterystyk produktywności tego zboża. W szczególności dotyczy to osiągniętego plonu minimalnego i maksymalnego, natomiast zmienność plonu w latach ukształtowała się we wszystkich zmianowaniach na dość zbliżonym poziomie (tab. 5). Jednocześnie w przypadku tego gatunku nie obserwowano wzrostu plonu w kolejnych

Tabela 5. Wybrane charakterystyki dla plonu jęczmienia jarego w różnych płodozmianach, średnie z lat 1974–1999

Table 5. Selected characteristics for yielding of spring barley in different crop rotations, means from 1974–1999

Parametr <i>Parameter</i>	Płodozmian – % zbóż <i>Crop rotation – percentage of cereals</i>				Cały zbiór danych <i>All data set</i>
	A-50	B-75	C-75	D-100	
Wartość minimalna (t·ha ⁻¹) <i>Minimum value (t·ha⁻¹)</i>	2,82	2,46	2,01	2,09	2,42
Wartość maksymalna (t·ha ⁻¹) <i>Maximum value (t·ha⁻¹)</i>	6,61	6,41	6,18	5,94	6,24
Rozstęp (t·ha ⁻¹) <i>Range value (t·ha⁻¹)</i>	3,79	3,95	4,17	3,85	3,82
Współczynnik zmienności V (%) <i>Variation coefficient V (%)</i>	20,1	20,0	23,2	21,9	20,2
Współczynnik determinacji R ² (%) <i>Determination coefficient R² (%)</i>	24,3	16,0	21,2	19,5	18,8

latach i rotacjach (rys. 2), pomimo wprowadzenia pewnych zmian w agrotechnice, m.in. stosowanie najnowszych zapraw nasiennych, wprowadzenie ochrony roślin przed chorobami liści i kłosów, systematyczna wymiana odmian. Wyraźny regres w plonowaniu jęczmienia jarego w monokulturze zanotował również Urbanowski [1991]. Takiego zjawiska nie stwierdzono natomiast w badaniach przeprowadzonych w podobnych warunkach glebowych w Brodach, gdzie zaobserwowano pozytywny trend wzrostowy (poza pierwszym okresem badań, kiedy notowano



Rys. 2. Równanie regresji opisujące plonowanie jęczmienia jarego w latach 1974–1999
 Fig. 2. Regression equation for yielding of spring barley in 1974–1999

wyraźną negatywną reakcją tego zboża na uprawę po sobie) szczególnie po wprowadzeniu intensywniejszej agrotechniki [Blecharczyk i in. 2005a].

Owies. Plonowanie tego zboża oceniono jedynie w płodozmianie B z 75% udziałem zbóż w strukturze zasiewów oraz w wielogatunkowej monokulturze zbożowej (płodozmian D – 100% zbóż). W pierwszym przypadku gatunek ten wysiewano po pszenicy ozimej (trzeci rok po nawożeniu obornikiem) i wówczas zboże to stanowiło przedplon dla jęczmienia jarego uprawianego w latach 1974–1999 oraz dla pszenicy ozimej wysiewanej w latach 1970–1973 oraz 2000–2005. Owies wysiewany w wielogatunkowej monokulturze zbożowej rozpoczynał każdorazowo rotację zmianowania, w związku z czym uprawiany był na pełnej dawce obornika i stanowił jednocześnie dobry przedplon dla pszenicy ozimej wysiewanej w tym stanowisku w latach 1970–2005. To korzystne oddziaływanie owsa w uproszczonych zmianowaniach zbożowych jest powszechnie znane i przytaczane przez wielu autorów [Budzyński 1999, Deryło i Szymankiewicz 1999, Jelinowski 1979, Parylak i in. 2006].

Przeciętne plony ziarna owsa, średnio za 36 lat, w płodozmianie B (uprawa po pszenicy ozimej) ukształtowały się na poziomie 4,28 t·ha⁻¹, natomiast w wielogatunkowej monokulturze zbożowej (w pierwszym roku po oborniku, przedplon żyto) były tylko o około 4% mniejsze (tab. 6). Jednocześnie w obu porównywanych stanowiskach stwierdzono bardzo zbliżone wartości uzyskane dla plonów maksymalnych, odpowiednio 6,61 i 6,71 t·ha⁻¹. W przypadku plonów najmniejszych stwierdzono korzystniejszy wpływ płodozmianu na plonowanie owsa w porównaniu z oddziaływaniem wielogatunkowej monokultury zbożowej, a różnica sięgała tu blisko 0,5 t·ha⁻¹, tj. około 20%. Na uwagę zasługuje dość duża zmienność plonu owsa w latach stwierdzona w obydwu płodozmianach przy jednocześnie dość małym współczynniku determinacji, szczególnie niskim w warunkach wielogatunkowej monokultury zbożowej. W badanym okresie obserwowano również wyraźną stagnację jego plonów pomimo wprowadzenia różnych modyfikacji w jego agrotechnice, tj. zastosowanie ochrony roślin przed chorobami oraz zwiększone nawożenie mineralne (tab. 7 i rys. 3). Wyniki badań dotyczące plonowania owsa w uproszczonych płodozmianach zbożowych oraz jego reakcji na wyższy poziom agrotechniki (zwiększone nawożenie mineralne, pełna ochrona roślin) są dość zbieżne w ocenie z wynika-

Tabela 6. Wybrane charakterystyki dla plonu owsa, żyta i pszenżyta ozimego w różnych płodozmianach, średnie z lat 1970–2005

Table 6. Selected characteristics for yielding of oats, winter rye and winter triticale in different crop rotations, means from 1970–2005

Parametr <i>Parameter</i>	Owies <i>Oats</i>		Pszenżyto ozime* <i>Winter triticale</i> C-75	Żyto ozime <i>Winter rye</i> D-100
	B-75	D-100		
Średnia (t·ha ⁻¹) <i>Mean (t·ha⁻¹)</i>	4,28	4,13	5,97	4,74
Wartość minimalna (t·ha ⁻¹) <i>Minimum value (t·ha⁻¹)</i>	2,19	1,76	2,76	1,90
Wartość maksymalna (t·ha ⁻¹) <i>Maximum value (t·ha⁻¹)</i>	6,61	6,71	11,48	7,18
Współczynnik zmienności V (%) <i>Variation coefficient V (%)</i>	24,6	26,1	26,3	26,6
Współczynnik determinacji R ² (%) <i>Determination coefficient R² (%)</i>	19,5	5,3	27,4	53,6

* – lata 1987–2005 – years 1987–2005

Tabela 7. Plonowanie owsa, żyta i pszenżyta ozimego (t·ha⁻¹) w różnych płodozmianach w zależności od poziomu agrotechniki, średnie z lat 1970–2005

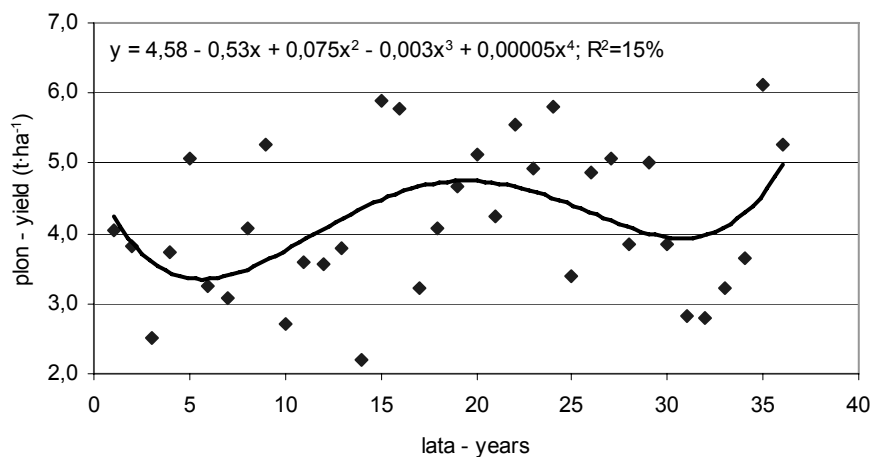
Table 7. Yielding of oats, winter rye and winter triticale (t·ha⁻¹) in different crop rotations in dependence of level of cultivation technology, means from 1970–2000

Poziom agrotechniki* <i>Level of cultivation</i> <i>technology</i>	Owies <i>Oats</i>		Pszenżyto ozime** <i>Winter triticale</i> C-75	Żyto ozime <i>Winter rye</i> D-100
	B-75	D-100		
I	4,18	4,12	5,63	4,59
II	4,36	4,14	6,07	4,66
III	4,19	4,11	5,90	4,77
IV	4,39	4,14	6,27	4,93
Średnio – Mean	4,28	4,13	5,97	4,74
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,16	r.n.	0,24	0,25

* – opis jak w tabeli 1 – for explanation see table 1

** – lata 1987–2005 – years 1987–2005

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences



Rys. 3. Równanie regresji opisujące plonowanie owsa w latach 1970–2005

Fig. 3. Regression equation for yielding of oats in 1970–2005

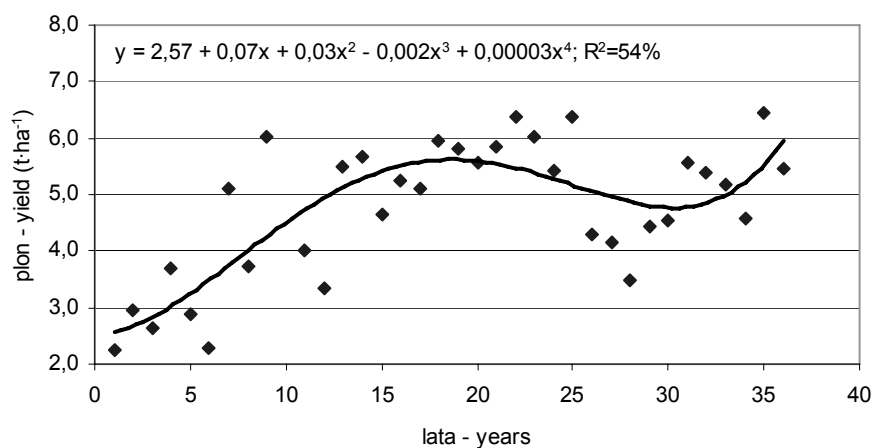
mi badań agrotechnicznych nad owsem przeprowadzonych przez innych autorów [Budzyński 1999, Deryło i Szymankiewicz 1999] i jedynie potwierdzają te zależności.

Żyto ozime i pszenżyto ozime. Wymienione gatunki zbóż uprawiano w stanowisku po pszenicy ozimej, w trzecim roku po oborniku. Pszenżyto wysiewano w płodozmianie C z 75% udziałem zbóż w strukturze zasiewów, natomiast żyto uprawiano w wielogatunkowej monokulturze zbożowej. Przeciętne plony ziarna żyta, średnio za 36 lat, ukształtowały się na poziomie około 4,7 t·ha⁻¹, natomiast wydajność pszenżyta ozimego, które uprawiano dopiero od 1987 roku, była aż o 26%, tj. o 1,2 t·ha⁻¹ większa (tab. 6). Zdecydowanie korzystniej przedstawiają się również inne wybrane charakterystyki dla produktywności pszenżyta w tym stanowisku. W porównaniu z żytem zboże to wydało zdecydowanie większy (ponad 4 t·ha⁻¹) plon ziarna w przypadku porównania plonów maksymalnych, natomiast dla plonów minimalnych różnica ta nie była już tak duża, jednak wyniosła blisko 0,9 t·ha⁻¹ na korzyść pszenżyta. Porównywane zboża charakteryzowała praktycznie identyczna i dość duża zmienność plonu w latach, natomiast współczynnik determinacji plonu zdecydowanie korzystniej ukształtował się w przypadku żyta.

Reakcja porównywanych zbóż na czynniki kompensujące ich uprawę po złym przedplonie (pszenica ozima) była różna (tab. 7). W przypadku pszenżyta ozimego istotne przyrosty plonu ziarna udowodniono dla każdego wyższego poziomu agrotechniki, jednak zdecydowanie większe tam, gdzie jako drugi czynnik eksperymentalny zastosowano zwiększone nawożenie mineralne (do 1991 r. była to podwojona dawka NPK, w późniejszym okresie zwiększone o 50% nawożenie azotem). Największy względny przyrost plonu ziarna tego gatunku (średnio o 11%) uzyskano dla IV-tego poziomu agrotechniki, tj. w przypadku, gdy zastosowano wyższe nawożenie mineralne przy jednoczesnym profilaktycznym zwalczaniu chorób liści i kłosów. Względnie wysoki przyrost plonu ziarna (8%) stwierdzono również dla II-go poziomu agrotechniki, tj. obiektu bez zwalczania chorób liści i kłosów, jednakże dla wyższego poziomu nawożenia mineralnego. Istotny przyrost plonu ziarna żyta udowodniono jedynie dla IV-tego, tj. najwyższego przyjętego w doświadczeniu poziomu agrotechniki, czyli w przypadku zwiększonego nawożenia mineralnego połączonego z profilaktycznym zwalczaniem chorób liści i kłosów. Zbieżne wyniki dotyczące kompensacji niekorzystnego stanowiska pod żyto uzyskali również w swoich

badaniach Deryło i Szymankiewicz [1999] wskazując, że jedynie wyższy poziom agrotechniki (pełna uprawa roli oraz kompleksowa pielęgnacja i ochrona roślin) zapewniał istotnie lepszą wydajność tego zboża uprawianego po przedplonach kłosowych. Również w trwałym doświadczeniu z ciągłą uprawą żyta ozimego (prowadzonym od 1878 roku w Halle) stwierdzono, że największe plony ziarna tego zboża uzyskano wówczas, gdy uprawiano je w zmianowaniu (co nastąpiło stosunkowo niedawno po zmianie schematu doświadczenia) po łącznym zastosowaniu obornika oraz NPK, natomiast uprawa w monokulturze (pomimo zastosowania dokładnie takiego samego nawożenia) przyczyniła się do znacznego spadku plonu, przeciętnie o 1,3 t·ha⁻¹, tj. o około 20% [Schmidt i in. 2000].

W prezentowanych wynikach badań własnych, w przeciwieństwie do wieloletnich obserwacji poczynionych przez Blecharczyka i in. [2005a] zanotowano wyraźny trend wzrostowy w plonowaniu żyta (rys. 4). Być może jest to wynikiem jego uprawy w wielogatunkowej mo-

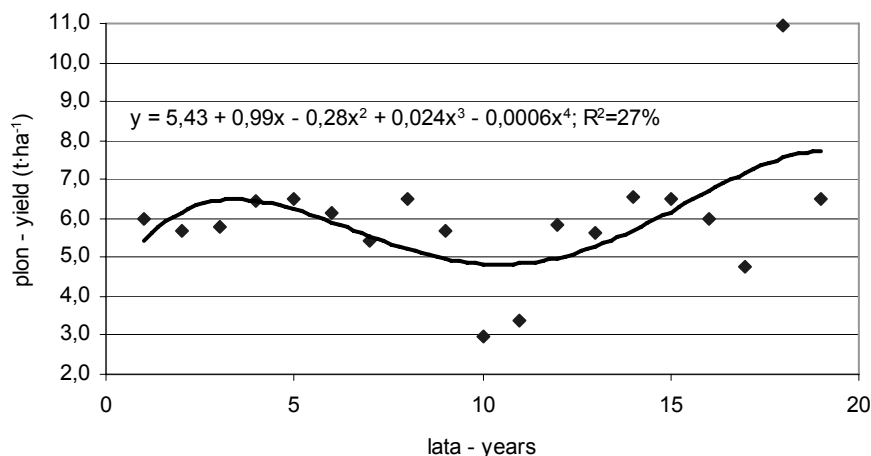


Rys. 4. Równanie regresji opisujące plonowanie żyta w latach 1970–2005

Fig. 4. Regression equation for yielding of winter rye in 1970–2005

nokulturze zbożowej w RZD Grabów w przeciwieństwie do uprawy tego zboża wyłącznie po sobie przez okres 47 lat w RZD Brody. Również wyliczona wartość współczynnika determinacji jest zdecydowanie większa dla żyta wysiewanego w Grabowie, co wskazuje na lepsze dopasowanie modelu równania regresji krzywoliniowej dla zmienności plonu żyta w analizowanym okresie. Produkcyjność pszenżyta ozimego natomiast, które uprawiano w Grabowie jedynie przez okres 19 lat, charakteryzowała się również tendencją wzrostową, jednakże najmniejszą spośród ocenianych zbóż ozimych (rys. 5).

Chemiczne właściwości gleby. Stosowanie przez okres 36 lat (9 pełnych rotacji) płodozmianów ze zróżnicowanym udziałem zbóż w strukturze zasiewów od 50 do 100% nie spowodowało istotnych zmian w zawartości materii organicznej w glebie (tab. 8). Zanotowano jednak wyraźną tendencję do nieco większej jej zawartości w warstwie ornej gleby w płodozmianie D, gdzie zboża stanowiły 100% w strukturze zasiewów. Uzyskane wyniki wskazują również na stosunkowo mały wpływ porównywanych płodozmianów na kształtowanie się odczynu gleby.



Rys. 5. Równanie regresji opisujące plonowanie pszenżyta ozimego w latach 1987–2005
 Fig. 5. Regression equation for yielding of winter triticale in 1987–2005

W analizowanym okresie (lata 1970–2005) udowodniono natomiast istotnie większe zawartości przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu w glebie pobranej spod pszenicy ozimej uprawianej po innych zbożach (płodozmian B, C i D) w porównaniu z zawartością tych składników oznaczoną w glebie pochodzącej z płodozmianu typu norfolskiego (A). Wyraźnie niższa zasobność gleby w tym płodozmianie, szczególnie w potas, jest następstwem odprowadzenia dużych ilości tych składników z wysokim plonem roślin pastewnych (żyto ozime wysiewane jako międzyplon ozimy, a w plonie wtórnym kukurydza na kiszonkę).

Opinie różnych autorów na temat wpływu płodozmianów zbożowych na żyzność gleby nie są jednoznaczne. Według niektórych z nich zboża, z uwagi na stosunkowo małą masę systemu korzeniowego i resztek poźniwnych, a także niekorzystny ich skład chemiczny, zaliczane są

Tabela 8. Wybrane chemiczne właściwości gleby w różnych płodozmianach po 36 latach badań
 Table 8. Selected chemical soil properties in different crop rotations after 36 years of experiment

Płodozmian – % zbóż <i>Crop rotation – percentage of cereals</i>	Próchnica <i>Humus</i> (g·kg ⁻¹)	pH (KCl)	P	K	Mg
			mg·kg ⁻¹ gleby – soil		
A–50	12,7	6,0	183	126	60
B–75	13,0	6,2	212	155	68
C–75	13,3	6,3	216	183	70
D–100	13,8	6,3	203	170	67
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	22	31	6

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

do roślin obniżających żyzność gleby [Mitchell i in. 1991, Schönhammer i Fischbeck 1987b, Zawiaślak i in. 1988]. Z badań Parylak i in. [2006] przeprowadzonych na glebie lekkiej wynika, że zawartość węgla organicznego w glebie pod monokulturami zbożowymi była o 4–9% mniejsza niż w płodozmianie typu norfolckiego, natomiast odczyn gleby w 1 M KCL nie był zróżnicowany w zależności od płodozmiaru. Również w badaniach Bleharczyka i in. [2005b] stwierdzono, że w warunkach wieloletniej uprawy roślin w monokulturze zaznaczył się ubytek węgla organicznego w wierzchniej warstwie gleby w porównaniu do 7-polowego płodozmiaru. Zdaniem innych [Kuś i Siuta 1999, Siuta 1999] zawartość materii organicznej gleby nie różniła się istotnie w płodozmiarach z różnym udziałem zbóż, natomiast zasobność gleby w przyswajalne składniki pokarmowe (fosfor, potas i magnez) była nawet większa, aniżeli w klasycznym płodozmianie.

WNIOSKI

1. W płodozmiarach zbożowych (75 i 100% zbóż w strukturze zasiewów) można uzyskać stosunkowo duże plony ziarna, jednak w każdym przypadku mniejsze, niż w poprawnym płodozmianie.
2. Stosowanie wyższego poziomu agrotechniki (ochrona zbóż przed chwastami, chorobami i szkodnikami, wyższy poziom nawożenia mineralnego) tylko częściowo łagodzi ujemne konsekwencje produkcyjne zwiększonego udziału zbóż w zasiewach, ale nie niweluje ich całkowicie.
3. W analizowanym okresie odnotowano wzrost plonów zbóż ozimych, a głównie pszenicy, przy równoczesnej stagnacji plonów zbóż jarych, pomimo zastosowanych pewnych modyfikacji w ich agrotechnice (stosowanie chemicznego zwalczania chorób, wprowadzania nowych odmian).
4. Długotrwałe stosowanie płodozmiarów zbożowych nie spowodowało spadku żyzności gleby. Stwierdzono, w warstwie ornej gleby, istotny wzrost zawartości fosforu, potasu i magnezu w porównaniu z ich zawartością uzyskaną w płodozmianie typu norfolckiego oraz tendencję wzrostową zawartości materii organicznej i jej odczynu.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Adamiak E. 1991. Plonowanie 4 zbóż w monokulturze w warunkach różnego poziomu chemicznej na glebie ciężkiej. W: Synteza i perspektywa nauki o płodozmiarach. V Seminarium płodozmiarnowe, Olsztyn, 25–26 września 1991, Cz. III: 213–220.
- Adamiak J., Adamiak E., Balicki T. 2005. Wpływ wieloletniej monokultury na występowanie chorób podstawy źdźbła w czterech zbożach. *Fragm. Agron.* 22(2): 7–13.
- Adamiak J., Adamiak E., Zawiaślak K. 1994. Reakcja pszenicy ozimej na udział zbóż w płodozmianie i dobór przedplonów. *Fragm. Agron.* 11(1): 82–88.
- Arseniuk E., Oleksiak T. 2009. Postęp w hodowli głównych roślin uprawnych w Polsce i możliwości jego wykorzystania do 2020 roku. *Studia i raporty IUNG-PIB*, 14: 293–305.
- Bleharczyk A. 2002. Reakcja żyta ozimego i jęczmienia jarego na system następstwa roślin i nawożenie w doświadczeniu wieloletnim. *Rocz. AR Pozn., Rozpr. Nauk.* 326: ss. 128.
- Bleharczyk A., Małecka I., Pudełko J. 2005a. Reakcja roślin na monokulturę w wieloletnim doświadczeniu w Brodach. *Fragm. Agron.* 22(2): 20–29.
- Bleharczyk A., Piechota T., Małecka I. 2005b. Zmiany chemicznych właściwości gleby w wyniku wieloletniego oddziaływania systemów następstwa roślin i nawożenia. *Fragm. Agron.* 22(2): 30–38.

- Bockmann H., Knoth K.E. 1971. Der verstärkte Getreidebau aus pflanzenpathologischer und pflanzenhygienischen Sicht. Z. PflSchutz u. Pflkrankh. 78(1): 1–33.
- Budzyński W. 1999. Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne – przegląd wyników badań krajowych. Żywność Nauka Technologia Jakość 1(18): 11–25.
- Deryło S., Szymankiewicz K. 1999. Plonotwórczy efekt płodozmianów i monokultury w warunkach zróżnicowanej agrotechniki. Folia Univ. Agric. Stetin. 195, Agricultura 74: 233–238.
- Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., Suwara I. 2005. Wpływ zmianowania i nawożenia na zachwaszczenie łąnu i gleby. Fragm. Agron. 22(2): 53–62.
- Jaskulski D. 2004. Wpływ wsiewek międzyplonu na produktywność ogniwa jęczmień jary – pszenica ozima. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(2): 143–150.
- Jelinowski S. 1979. Znaczenie i wartość przedplonowa owsa w zmianowaniach o dużym udziale zbóż. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 218: 235–242.
- Johnston A. 1997. The value of long-term experiments in agricultural, ecological and environmental research. Adv. Agron. 59: 291–333.
- Kuś J., Filipiak K., Kamińska M. 1993a. Plonowanie zbóż w zależności od ich udziału w strukturze zasiewów. Pam. Puł. 103: 123–132.
- Kuś J., Nawrocki S., Jelinowski S., Płoszyńska W. 1990a. Studia nad możliwością zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów. I. Doświadczenia na glebach żytnych słabych. Pam. Puł. 97: 7–22.
- Kuś J., Nawrocki S., Jelinowski S., Płoszyńska W. 1990b. Studia nad możliwością zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów. II. Doświadczenia na glebach żytnych bardzo dobrych. Pam. Puł. 97: 23–38.
- Kuś J., Nawrocki S., Jelinowski S., Płoszyńska W. 1990c. Studia nad możliwością zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów. III. Doświadczenia na glebach pszennych dobrych. Pam. Puł. 97: 39–54.
- Kuś J., Siuta A. 1999. Wpływ zmianowań zbożowych na wybrane wskaźniki żyzności gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467: 89–94.
- Kuś J., Siuta A., Mróz A., Kamińska M. 1993b. Możliwość kompensacji ujemnego wpływu stanowiska na plonowanie jęczmienia jarego. Pam. Puł. 103: 133–143.
- Majchrowski P., Kordas L., Parylak D. 2005. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli i poziomu nawożenia mineralnego na produktywność żyta ozimego uprawianego w wieloletniej monokulturze. Fragm. Agron. 22(2): 106–115.
- 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.
- Michałowski Cz. 1987. Dynamika plonów wybranych roślin uprawnych na lubelszczyźnie i w Polsce. Cz. I. Plony pszenicy, żyta, jęczmienia i owsa w latach 1920–1938 i 1946–1985. Fragm. Agron. 4(3): 57–69.
- Mikołajska J. 1993. Płodozmian a zdrowotność roślin. W: Biotyczne środowisko uprawne a zagrożenie chorobowe roślin. Mat. Symp., Olsztyn, 7–9 września 1993: 25–33.
- Mitchell C., Westerman R., Brown J., Peck T. 1991. Overview of long-term agronomic research. Agron. J. 83: 1–10.
- Parylak D., Sebzda J., Waclawowicz R. 2006. Siedliskowe i produkcyjne skutki wieloletniej uprawy owsa w uproszczonych płodozmianach na glebie lekkiej. Fragm. Agron. 23(2): 140–148.
- 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 (Salle), Germany. J. Plant Nutr. Soil Sci. 163: 639–648.
- Schönhammer A., Fischbeck G. 1987a. Untersuchungen an getreidereichen Fruchtfolgen und Getreidemonokulturen. 1. Die Differenzierung der Ertragsleistung und deren Struktur im Verlauf von 15 Versuchsjahren. Bayer. Landw. Jahrb. 64: 175–191.
- Schönhammer A., Fischbeck G. 1987b. Untersuchungen an getreidereichen Fruchtfolgen und Getreidemonokulturen. 3. Veränderungen von Bodeneigenschaften. Bayer. Landw. Jahrb. 64: 681–694.
- Siuta A. 1999. Wpływ nawożenia słomą i biomasa międzyplonu ścierniskowego na plonowanie zbóż i wybrane wskaźniki żyzności gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467: 245–251.
- Smagacz J. 2006. Porównanie skuteczności dwóch zapraw nasiennych przeciwko zgorzeli podstawy źdźbła *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* w monokulturze pszenicy ozimej w zależności od sposobu nawożenia słomą. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46(1): 409–416.

- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A. 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 235–245.
- Urbanowski S. 1991. Plonowanie zbóż w zmianowaniach i monokulturze. W: *Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach. V Seminarium płodozmianowe, Olsztyn 25–26 września 1991, Cz. III*: 205–212.
- Zawiślak K., Adamiak J., Tyburski J. 1988. Dynamika substancji organicznej i składników mineralnych w warstwie uprawnej gleby pod wieloletnimi monokulturami. Cz. I. Gatunki o większych wymaganiach glebowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 331: 227–235.
- Zawiślak K., Rzeszutek J., Salam Saeed T.A., Adamiak E. 1998. Produkcyjna i ekonomiczna ocena uprawy pszenicy ozimej w systemie płodozmianowym i monokulturze. *Acta Acad. Agricul. Tech. Olst.* 561, *Agricultura* 66: 47–65.

J. SMAGACZ, J. KUŚ

INFLUENCE OF CEREAL CROP ROTATION ON YIELDING OF CEREALS AND SELECTED CHEMICAL SOIL PROPERTIES

Summary

The base of the study was the long-term field experiment set up in Grabów Experimental Station of the Institute of Soil Science and Plant Cultivation in Puławy, Poland in the 1969 year on the lessive soil. The experiment was conducted simultaneously on all fields, in four replicates. The area of individual plot equaled to 25 m². The experimental scheme included four crop rotations differentiated by cereal crop share (50–100%). The study considered yields of winter wheat, spring barley, winter rye, winter triticale and oats. After 36 years of the experiment the study showed possibility of relatively high grain yields in crop rotations with 75 and 100% cereal crops participation. However the yields are always smaller than in correct typical crop rotation. Higher level of agronomical measures (increased mineral fertilization doses, mainly nitrogen, full plant protection directed against leaf, spike and take-all diseases) does not completely reduce but only partly mitigates the negative productive results of increased cereals share in the cropping system. In the studied period (1970–2005 years) clear increase of grain yields of winter cereals, mainly wheat, were noted. Yields of spring cereals were stabile despite of some modifications in agronomical measures. Long term cereal crop rotations did not decreased soil fertility due to significant increase of phosphorus, potassium and magnesium contents and increasing tendency of organic matter content in ploughing layer.