

PLONOWANIE PSZENICY OZIMEJ NA CZARNEJ ZIEMI KUJAWSKIEJ W RÓŻNYCH ZMIANOWANIACH ROŚLIN

Stanisław Urbanowski, Franciszek Rudnicki, Teofil Ellmann

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin

WSTĘP

Względy ekonomiczno-organizacyjne często skłaniają do upraszczania zmianowania roślin. Stąd w praktyce rolniczej bywają stosowane zmianowania specjalistyczne, z przeważającym w nich udziałem zbóż, a niekiedy złożone wyłącznie w roślin zbożowych. Daleko idące takie uproszczenia mogą jednak prowadzić do zakłócenia równowagi w agrocenozach i w konsekwencji do obniżenia plonów zbóż. Świadczą o tym wyniki licznych badań, w których konstruowano zmianowania z uprawą zbóż po sobie przez dwa, trzy a nawet cztery lata [1-4,6,10-12,15]. Wrażliwość poszczególnych gatunków, a niekiedy także odmian, na częstotliwość ich następstw i udział kłosowych w zmianowaniu jest różna [1,4,6,10,12-14], a ponadto jest modyfikowana przez warunki klimatyczne, glebowe i nawożenie [2,3,7,8,12,15].

Wśród roślin zbożowych silną reakcję na przedplon i częstotliwość uprawy po sobie wykazuje pszenica ozima. W nieodpowiednim stanowisku obniżenie plonu jej ziarna bywa znaczne [2,4,6-9,11,13,14]. Takimi niekorzystnymi przedplonami dla pszenicy ozimej są rośliny kłosowe, ale wartość przedplonowa poszczególnych gatunków jest różna.

Mając powyższe na uwadze, w niniejszej pracy, podjęto zagadnienie oceny skutków uprawy pszenicy ozimej w zmianowaniach o wzrastającym udziale zbóż i możliwości łagodzenia tych skutków nawożeniem mineralnym w warunkach czarnoziemiu łąkowego.

METODYKA BADAŃ

W latach 1972-1981 przeprowadzono doświadczenie polowe plodozmianowe, w miejscowości Głębokie k. Kruszwicy. Zlokalizowano je na glebie czarnej ziemi kujawskiej, wytworzonej z lekkiej gliny zwalowej marglistej, o zawartości 18% części splawialnych, podścielonej gliną średnio piaszczystą. Jest to gleba klasy bonitacyjnej IIIa, kompleksu pszennego dobrego.

Badaniami objęto cztery zmianowania:

- A – burak cukrowy, jęczmień jary, rośliny pastewne, pszenica ozima
- B – burak cukrowy, jęczmień jary, pszenica jara, pszenica ozima
- C – rośliny pastewne, jęczmień jary, pszenica jara, pszenica ozima
- D – pszenica jara, jęczmień jary, owies, pszenica ozima.

Drugim czynnikiem było nawożenie mineralne pod pszenicę, z poziomami: a = 220 i b = 330 kg NPK/ha.

Roślinami pastewnymi w zmianowaniach A i C były dwukrotnie wysiewane mieszanki: wiosną owsa z grochem pastewnym, oraz następnie latem słonecznika z grochem pastewnym.

Doświadczenie zakładano jednocześnie wszystkimi polami zmianowania. Badane zmianowania rozmieszczono na polu doświadczalnym w kwadracie łacińskim, a poziomy nawożenia w równoważnych podblokach względem zmianowań.

Dziewięcioletnie badania objęły dwie pełne rotacje zmianowań i jeden rok trzeciej rotacji, po którym doświadczenie zlikwidowano ze względów ekonomiczno-organizacyjnych.

W badanych zmianowaniach pszenica ozima była rośliną kończącą rotację, więc najlepiej testującą całe zmianowania. Dlatego jest ona przedmiotem niniejszej pracy.

Szczegółowe warunki realizacji badań i stosowaną agrotechnikę podano we wcześniejszych publikacjach [2, 11, 12] odnoszących się do poszczególnych rotacji zmianowań. Należy natomiast zwrócić uwagę na bardzo zmienny przebieg pogody w latach badań (tabela 1). Pozwolilo to na poszukiwanie wpływu ilości opadów wiosenno-letnich (IV-VII) na plony pszenicy ozimej i ich roli modyfikującej reakcję pszenicy na różne zmianowania i poziomy nawożenia. W tym celu posłużono się analizą regresji drugiego stopnia, dla każdego z osobna zmianowania i poziomu nawożenia. Równolegle wykonano analizę wariancji dla porównania obiektów doświadczalnych.

W pracy przytoczono też wyniki obserwacji elementów strukturalnych plonu pszenicy i innych cech biometrycznych właściwych dla interpretacji zmienności plonów przez czynniki doświadczalne.

Tabela 1

Sumy opadów (mm) w okresie wegetacyjnym pszenicy ozimej wg punktu agrometeorologicznego w Głębokiem

Sum of rainfall (mm) in vegetation period of winter wheat according to the Weather Station Głębokie

Rok - Year	Miesiące - Months			
	IX - XI	XII - III	IV - VII	IX - VII
1972/73	72	91	321	484
1973/74	94	69	242	405
1974/75	226	121	146	493
1975/76	144	86	173	403
1976/77	240	145	334	719
1977/78	98	57	177	332
1978/79	158	147	188	493
1979/80	134	102	525	761
1980/81	93	103	235	431
Średnio - Mean	140	102	260	502

WYNIKI

Reakcja pszenicy ozimej na uprawę w porównywanych zmianowaniach, na poziom nawożenia i warunki meteorologiczne w latach, była silna i wysoko istotna. Wystąpiło także współdziałanie tych czynników. Biorąc pod uwagę średnie plony z lat badań okazało się, że przy niższym poziomie nawożenia (220 kg NPK/ha) plon pszenicy w zmianowaniu A, z 50% udziałem zbóż, był większy (o 15.3-23.2%) niż w zmianowaniach zbożowych (B, C, D). Z kolei w tych zmianowaniach (B, C, D) plony pszenicy układały się na zbliżonym poziomie (tabela 2). Obfitsze nawożenie (330 kg NPK/ha) łagodziło skutki dużego udziału zbóż w zmianowaniach (tabela 2). Szczególnie wyraźnie efekt ten ujawnił się w zmianowaniu, w którym uprawiano wyłącznie rośliny zbożowe (D). W tym zmianowaniu plony pszenicy były zaledwie o 3% mniejsze niż w kontrolnym (50% zbóż). Należy zaznaczyć, że przedplonem pszenicy był w tym przypadku (D) owies. Potwierdza to opinie o względnie dobrej wartości przedplonowej owsa dla innych zbóż i jego fitosanitarnej roli w zmianowaniach [2,5,12].

Tabela 2

Plony pszenicy ozimej w zmianowaniach przy różnym poziomie nawożenia (średnio z lat 1973 - 1981) oraz zmienność plonów w latach

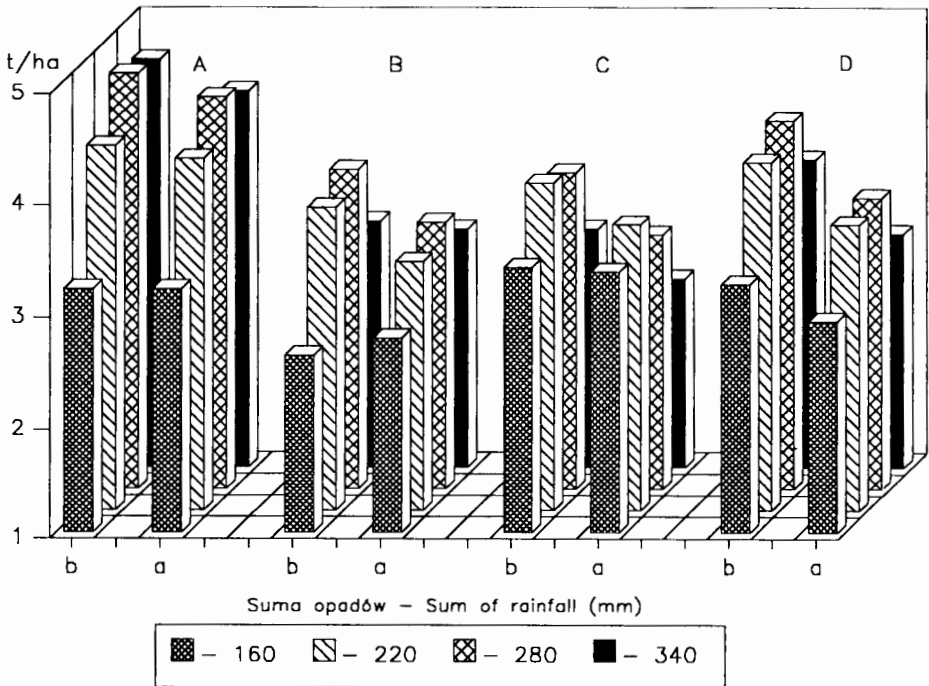
Yield of winter wheat in crop rotations at different fertilization level (mean from 1973 - 1981) and yield variability in the years

kg NPK/ha (II)	Zmianowanie Crop rotation * (I)	Średni plon Mean yield (t/ha)	Współczynnik zmienności w latach Variation coefficient in years (%)
220	A	3,61	23,0
	B	2,93	17,5
	C	3,11	19,2
	D	3,12	23,6
330	A	3,75	20,5
	B	3,12	21,9
	C	3,44	21,1
	D	3,64	23,9
NIR _{0,05} - LSD _{0,05}	I	0,33	-
	II	0,12	-
	II/I	0,17	-
	I/II	0,35	-

- * - A = Sugar beet, spring barley, fodder crops, winter wheat
 B = Sugar beet, spring barley, spring wheat, winter wheat
 C = Fodder crops, spring barley, spring wheat, winter wheat
 D = Spring wheat, spring barley, oats, winter wheat

Duża zmienność ilości opadów w latach badań (43.2% w okresie IV-VII) sprawiła, że także plony pszenicy podlegały znacznym wahaniom (tabela 2). Okazało się, że ta zmienność plonów pozostawała w wysoko istotnym związku z ilością opadów zimowych i wiosenno-letnich ($R > 0.95$). Dlatego w analizie regresji oszacowano wpływ opadów wiosenno-letnich (IV-VII) na tle sumy 80 mm opadów zimowych. Wobec niedużych ilości opadów zimowych, większe ich ilości wiosną sprzyjały plonom pszenicy, o ile ich suma (IV-VII) nie przekraczała 280 mm, a w zmianowaniu C nie więcej niż około 230 mm (rysunek 1). Należy jednak zaznaczyć, że przy większej ilości opadów zimowych i dobrej retencji wodnej gleby, już suma ponad 200 mm, a nawet 180 mm wiosną, była nadmierna.

Reakcja pszenicy na ilość opadów była różna w poszczególnych zmianowaniach, ale też związana z poziomem nawożenia. Efektywność umiarkowanych ilości opadów była większa gdy stosowano obfitsze nawożenie mineralne (rysunek 1, tabela 3). Szczególnie wyraźnie prawidłowość ta zaznaczyła się w przedziale 160-220 mm opadów (IV-VII) i w zmianowaniach zbożowych. Jednocześnie jednak w tych zmianowaniach nadmiar opadów silniej redukował plony pszenicy, zwłaszcza



Rysunek 1. Zależność plonu pszenicy ozimej od rodzaju zmianowania (A, B, C, D), nawożenia (a – 220, b – 330 kg NPK/ha) i sumy opadów (IV-VII)

Figure 1. Dependence of winter wheat yield on crop rotation kind (A, B, C, D), fertilization (a – 220, b – 330 kg NPK/ha) and rainfall sum (April - July)

przy wyższym poziomie nawożenia (tabela 3). Toteż porównanie plonów pszenicy w poszczególnych zmianowaniach, na tle różnej ilości opadów, wykazało względnie tym gorsze jej plonowanie w zmianowaniach zbożowych im większa była suma opadów (tabela 4). O ile w warunkach posusznych (160 mm opadów) plony pszenicy w zmianowaniach (zwłaszcza A, C i D) układały się na zbliżonym poziomie to przy obfitych opadach (>280 mm) obniżka plonu w zmianowaniach zbożowych, w porównaniu ze zmianowaniem A, przekraczała 20, a nawet 30% (tabela 4). Tak więc czynniki limitujące plonowanie pszenicy w zmianowaniach zbożowych (fitofagi, wpływy allelopatyczne bądź inne) ograniczają też jej zdolność do efektywnego wykorzystania większych ilości opadów. Nasuwa się przypuszczenie, że przyczyną takiej reakcji pszenicy ozimej jest stan fitosanitarny lanu (choroby grzybowe), skoro najsilniejsza redukcja plonu, przy obfitych opadach, wystąpiła w zmianowaniach B i C, w których przedplonem była pszenica jara. Fitosanitarną natomiast rolę spełniał owies, ponieważ gdy był on przedplonem (D) to obniżenie plonu pszenicy ozimej było wyraźnie mniejsze, zwłaszcza przy wyższym poziomie nawożenia (tabela 4).

W zmianowaniu z udziałem buraka cukrowego i jednorocznych mieszanek pastewnych (A), zwiększenie poziomu nawożenia pszenicy ozimej było mało skuteczne na dobrej glebie (tabela 5). Miało ono natomiast zdecydowanie większe znaczenie w zmianowaniach (B, C, D) z dużym udziałem zbóż, co stwierdzili także inni autorzy [3,8,10,15]. W tych zmianowaniach efektywność obfitszego nawożenia była 2-4 krotnie większa niż w zmianowaniu kontrolnym (A), szczególnie przy korzystnych warunkach opadowych (220-280 mm). Zwraca zwłaszcza uwagę znaczenie poziomu nawożenia pszenicy w zmianowaniach z wyłączną (100%) uprawą w nim zbóż (D), i owsem jako przedplonem (tabela 5). Wyniki te wskazują na możliwość częściowego łagodzenia skutków częstej uprawy zbóż po sobie poprzez obfitsze nawożenie mineralne [8,15]. Należy zaznaczyć, że we wszystkich zmianowaniach stosowano nawożenie obornikiem (30 t/ha) pod pierwsze rośliny w rotacjach.

Zwiększenie nawożenia z 220 do 330 kg NPK/ha, w tym azotem z 80 do 120 kg N/ha, sprzyjało gromadzeniu większej ilości białka w ziarnie pszenicy, szczególnie w zmianowaniach zbożowych. Stąd zmniejszenie plonów białka ogólnego pszenicy, w zmianowaniach zbożowych, było mniejsze niż plonów ziarna, w porównaniu ze zmianowaniem (A) kontrolnym (tabela 6 i 2).

Poszukując przyczyn gorszego plonowania pszenicy ozimej w zmianowaniach zbożowych (poza względami fitosanitarnymi) można zauważyć, że wynika ono z redukcji poszczególnych elementów plonowania pszenicy. Pomimo, że przeciętnie z lat badań, różnice te nie są duże, to zaznaczyły się one w wielu cechach. Obniżona była na ogół zimotrwałość roślin, mniejsza obsada kłosów, mniejsza dorodność ziarna w tych zmianowaniach, w porównaniu ze zmianowaniem (A) kontrolnym (tabela 7 i 8). Z kolei większemu plonowaniu pszenicy przy obfitszym nawożeniu towarzyszyło głównie silniejsze jej krzewienie i większa obsada kłosów (tabela 7).

Tabela 3

Efektywność opadów w zależności od rodzaju zmianowania i nawożenia
(kg ziarna pszenicy/l mm opadu)
Effectiveness of precipitation depending on kind of crop rotation and fertilization
(kg of wheat grain per 1 mm)

Czynnik – Factor		Przedział sumy opadów (mm) Interval of precipitation sum		
kg NPK/ha	Zmianowanie Crop rotation *	160 - 220	220 - 280	280 - 340
220	A	15,8	6,6	-2,5
	B	8,2	2,2	-3,9
	C	3,2	-3,7	-10,7
	D	10,8	1,0	-8,9
330	A	17,6	8,1	-1,4
	B	17,5	3,1	-11,3
	C	9,2	-1,4	-12,0
	D	15,0	3,0	-9,0

* – as in table 2.

Tabela 4

Plony ziarna pszenicy ozimej w zmianowaniach zbożowych (% odchylenie od wzorca)
Yields of winter wheat grain in cereals crop rotation (% of deviation from reference standard)

Czynnik – Factor		Suma opadów – Sum of rainfall (mm)			
kg NPK/ha	Zmianowanie Crop rotation*	160	220	280	340
220	A**	3,19 = 100	4,14 = 100	4,54 = 100	4,39 = 100
	B	-13,5	-21,5	-25,6	-28,5
	C	+4,4	-15,0	-27,3	-39,4
	D	-8,5	-13,8	-20,3	-29,6
330	A**	3,22=100	4,27=100	4,76=100	4,67=100
	B	-18,0	-13,3	-18,5	-31,5
	C	+5,0	-8,0	-19,3	-33,2
	D	+0,6	-3,3	-9,5	-19,3

* – as in table 2

** – wzorzec, reference standard

Tabela 5

Efektywność nawożenia (220-330 kg NPK/ha) w zależności od zmianowania i sumy opadów od kwietnia do lipca (kg plonu/1 kg NPK×ha⁻¹)

Effectiveness of fertilization (220-310 kg NPK/ha) depending on crop rotation and rainfall sum from April to July (kg of yield per 1 kg NPK×ha⁻¹)

Zmianowanie Crop rotation *	Suma opadów – Sum of rainfall (mm)			
	160	220	280	340
A	0,24	1,24	2,05	0,82
B	-1,00	4,05	4,56	0,55
C	0,51	3,75	4,99	4,27
D	2,90	5,15	6,24	6,16

* – as in table 2

Tabela 6

Zawartość w ziarnie pszenicy ozimej oraz plon białka ogólnego (średnio z lat 1973-1980)

Content of winter wheat grain and yield of crude protein (average for years 1973-1980)

kg NPK/ha	Zmianowanie Crop rotation *	Zawartość białka (w ziarnie)	Plon białka Protein yield	
		Protein content in grain (% d.m.)	kg/ha	%
220	A	11,7	426	100
	B	11,9	357	84
	C	12,0	379	89
	D	11,9	383	90
330	A	12,2	471	111
	B	12,2	390	92
	C	12,6	444	104
	D	12,5	475	112

* – as in table 2

Tabela 7

Wpływ zmianowania roślin i nawożenia na niektóre cechy pszenicy ozimej
w odchyleniach (\pm) od wzorca (%)
The effect of crop rotations and fertilization on some features of winter wheat
in deviation (\pm) from reference standard (%)

Czynnik – Factor		Cecha – Feature			
kg NPK/ha	Zmianowanie Crop rotation*	Wschody roślin Emergence (plant/m ² ; %)	Przezimowanie roślin Plant over- wintering (%; %)	Obsada kłosów Ear density (ear per m ² ; %)	Masa 1000 ziarn Weight of 1000 grains (g; %)
220	A**	356=100	85,2=100	361=100	43,0=100
	B	-5,5	-0,7	-5,4	-1,6
	C	+0,1	-5,2	-0,8	-1,6
	D	-6,5	-0,5	-0,5	-1,4
330	A**	-4,5	-4,0	+2,1	-0,2
	B	-8,1	-1,5	+4,1	-0,5
	C	+2,0	-5,9	+1,3	-1,9
	D	-4,4	-3,3	+0,6	-2,3

* – as in table 2, ** – wzorzec, reference standard

Tabela 8

Udział frakcji ziarna (%) w plonie pszenicy ozimej (Srednio z lat 1973-1980)
Percentage of grain fraction in winter wheat yield (average for 1973-1980)

kg NPK/ha	Zmianowanie Crop rotation*	Frakcja ziarna – Grain fraction (mm)		
		>2,5	2,5-2,0	<2,0
220	A	88,4	9,5	2,1
	B	86,3	11,5	2,1
	C	85,6	12,1	2,3
	D	86,2	11,4	2,4
330	A	87,1	11,0	1,9
	B	85,2	11,1	3,2
	C	84,4	13,2	2,4
	D	85,5	12,4	2,1

* – as in table 2

WNIOSKI

1. Na czarnoziemiu łąkowym, kompleksu pszennego dobrego, pszenica ozima wykazała wyraźną reakcję na duży udział zbóż w zmianowaniu, a szczególnie na bezpośredni przedplon.
2. Korzystne warunki plonowania, nawet przy niewysokim nawożeniu mineralnym, znajdowała pszenica ozima w zmianowaniu z 50% udziałem zbóż i jednorocznymi pastewnymi jako przedplonem.
3. W zmianowaniach zbożowych (75% i 100% zbóż) pszenica ozima plonowała względnie dobrze, gdy jej przedplonem był owies i jednocześnie obfite było nawożenie, natomiast niekorzystnym przedplonem była pszenica jara.
4. Ujemne skutki uprawy pszenicy ozimej w zmianowaniach zbożowych mogą być tym bardziej dotkliwe im niższy poziom nawożenia i im obfitsze są opady od kwietnia do lipca.

LITERATURA

1. Boreńska L., Niewiadomski W. (1982). Konsekwencje narastającego udziału pszenicy ozimej w strukturze zasiewów. *Acta Univ. Agric. Brno, Fac. agron.* XXX, c. 3; 65-71.
2. Ellmann T. (1982). Wpływ udziału zbóż w strukturze zasiewów na ich plony oraz na wydajność całego zmianowania. *ATR Bydgoszcz, praca doktorska, maszynopis.*
3. Gawrońska-Kulesza A., Roszak W., Kowalski S., Leuart S. (1980). Produkcyjność zmianowań o uproszczonej strukturze zasiewów. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Roln.* 29; 207-217.
4. Jabłoński B. (1979). Plonowanie pszenicy ozimej i żyta w płodozmianach o różnym udziale zbóż w strukturze zasiewów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 218; 45-53.
5. Jelinowski S. (1979). Znaczenie i wartość przedplonowa owsa w zmianowaniach o dużym udziale zbóż. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 218; 235-241.
6. Jelinowski S., Kuś J., Siuta A., Kamińska M. (1991). Wpływ różnego udziału pszenicy ozimej oraz zbóż w strukturze zasiewów na jej plonowanie. W: "Synteza i perspektywa nauki w płodozmianach". *ART Olsztyn, cz. III*, 7-12.
7. Kuś J., Nawrocki S., Skrzypek Z. (1979). Wpływ przedplonu i zróżnicowanego udziału zbóż w strukturze zasiewów na plonowanie pszenicy ozimej. *Zesz. Problem. Post. Nauk Rol.* 218, 141-147.
8. Nawrocki S., Kuś J. (1973). Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i poziomu nawożenia mineralnego. *Pam. Puł.*, 58, 11-24.
9. Nowicki J., Buczyński G. (1980). Reakcja pszenicy ozimej na różne przedplony. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Roln.*, 29, 229-236.
10. Niewiadomski W., Boreńska L. (1979). Plonowanie pszenicy ozimej przy różnym jej udziale w zmianowaniu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 218, 39-43.
11. Urbanowski S. (1980). Udział zbóż w zmianowaniu a ich jednostkowa i globalna wydajność w rotacji. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Roln.*, 29, 219-227.
12. Urbanowski S. (1984). Dobór, udział i miejsce zbóż w zmianowaniu. *Rozprawy ATR Bydgoszcz*, nr 16, 1-64.
13. Urbanowski S. (1988). Plonowanie pszenicy ozimej i żyta ozimego w płodozmianach i wieloletniej monokulturze. *Acta Univ. Agric. Brno, Fac. agron.*, XXXVI, c. 2-4, 241-246.
14. Urbanowski S. (1991). Plonowanie zbóż w zmianowaniach i monokulturze. W: "Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach". *ART Olsztyn, cz. III*, 205-211.
15. Zawiślak K. (1983). Stopień specjalizacji zmianowań a wydajność roślin i zmiany w glebie. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Roln.* 37, 3-47.

STRESZCZENIE

W 9-letnich doświadczeniach polowych pszenica ozima wykazała wyraźną reakcję na duży udział zboż w zmianowaniu, a szczególnie na przedplon. W zmianowaniach zbożowych (75% i 100%) pszenica ozima plonowała dobrze, gdy jej przedplonem był owies i stosowano wysokie nawożenie. Duże zniżki plonu wykazała pszenica ozima gdy jej przedplonem była pszenica jara. Ujemne skutki uprawy pszenicy ozimej w zmianowaniach zbożowych nasilały się przy dużej ilości opadów i niskim poziomie nawożenia.

THE YIELD OF WINTER WHEAT ON MEADOW CHERNOZEM IN DIFFERENT CROP ROTATIONS

S. Urbanowski, F. Rudnicki and T. Ellmann

Department of General Cultivation of Soil and Plants,
University of Technology and Agriculture in Bydgoszcz

S u m m a r y

Results of 9 year field experiments with winter wheat showed its considerable response to bigger contribution of cereals in crop rotation, especially to the kind of forecrop. In crop rotation of cereals (75% and 100% of cereals) winter wheat yielded well if the oats were the forecrop and high fertilization was used. The winter wheat yield was markedly reduced if spring wheat was the forecrop. Negative effects of winter wheat cultivation in crop rotation of cereals were of bigger magnitude at high precipitation and low fertilization.

Prof. dr hab. Stanisław Urbanowski
Akademia Techniczno-Rolnicza
Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
ul. ks. A. Kordeckiego 20
85-225 Bydgoszcz