

OCENA PLONOWANIA KUKURYDZY W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU PRZYGOTOWANIA ROLI I METODY OKREŚLENIA DAWKI NAWOŻENIA AZOTEM W WARUNKACH MONOKULTURY I ZMIANOWANIA

MARIAN MACHUL, JERZY KSIĘŻAK

*Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
PIB w Puławach*

Synopsis. Badano reakcję kukurydzy uprawianej w trzyletniej monokulturze na stosowanie siewu bezpośredniego, który porównywano z siewem po pełnej uprawie płużnej w warunkach monokultury i uprawy w zmianowaniu. Zastosowanie siewu bezpośredniego w monokulturze nie wpłynęło na plonowanie kukurydzy lecz opóźniało dojrzewanie ziarna w stosunku do pełnej uprawy płużnej w zmianowaniu. Stwierdzono nieco większą efektywność wykorzystania azotu przez kukurydzę niezależnie od sposobu przedsięwzięcia przygotowania roli przy stosowaniu metody Nmin SPADstd niż NawSald. Uprawa zerowa powodowała zwiększone zachwaszczenie takimi gatunkami jak przymiotno kanadyjskie (*Erigeron canadensis* L.) i skrzyp polny (*Equisetum arvense* L.). Uprawa w monokulturze i siewie bezpośrednim nie zwiększała porażenia roślin przez głównię guzowatą kukurydzy (*Ustilago zeae* Unger).

Słowa kluczowe – *key words*: kukurydza – *maize*, monokultura – *monoculture*, zmianowanie – *crop rotation*, uprawa zerowa – *no tillage*

WSTĘP

W ostatnim okresie w Polsce obserwowany jest dynamiczny wzrost powierzchni uprawy kukurydzy. W 1995 roku gatunek ten uprawiano na obszarze 181 tys. ha, a w 2006 roku powierzchnia uprawy tej rośliny wynosiła 658,8 tys. ha. Uprawa na ziarno stanowi obecnie 47% ogólnej powierzchni uprawnej tej rośliny. W wielu gospodarstwach, a szczególnie wielkoobszarowych (ziarno jest przedmiotem obrotu towarowego) coraz częściej kukurydza jest uprawiana nie tylko po sobie, ale nawet w kilkuletniej monokulturze z zastosowaniem uproszczeń w uprawie roli. Kukurydza jest bowiem rośliną dobrze znoszącą takie uproszczenia i w niektórych krajach uprawiana jest przy zastosowaniu bezorkowego systemu przygotowania roli [Cox i in. 1990, Pudełko i in. 1994, Radecki i Opic 1991, Szymankiewicz 1988]. W Polsce stosuje się prawie tylko uprawę płużną, która jest kosztowna i energochłonna, gdyż pochłania 25-40% całkowitych nakładów ponoszonych na produkcję roślinną.

Celem podjętych badań była ocena plonowania kukurydzy uprawianej na ziarno w monokulturze, przy zastosowaniu dwóch sposobów przedsięwzięcia przygotowania roli, w porównaniu z uprawą w zmianowaniu oraz ocena efektywności dwóch metod określania potrzeb nawożenia azotem.

MATERIAŁ I METODY

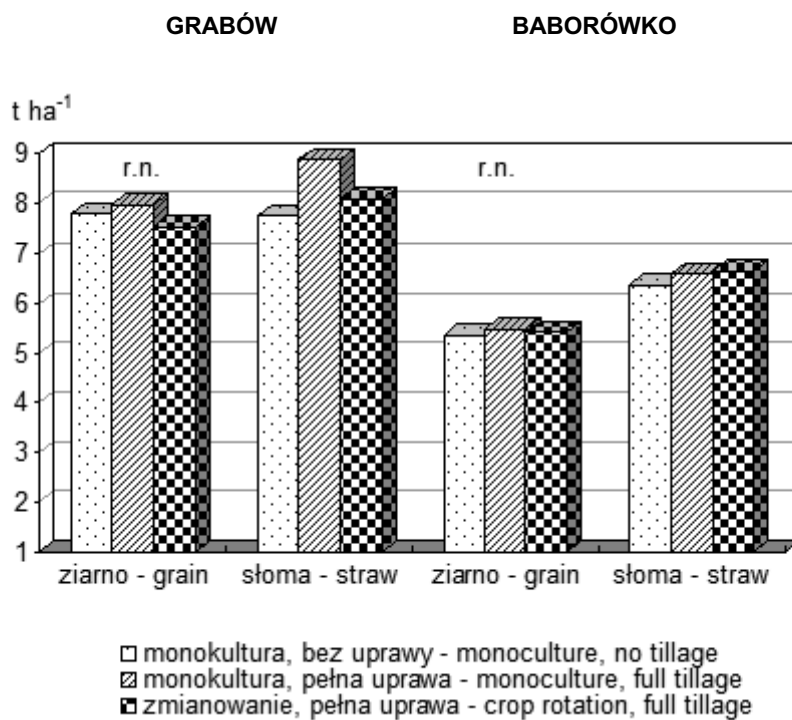
Podstawę opracowania stanowiły wyniki doświadczeń przeprowadzonych w latach 2004-2006 w RZD Grabów (woj. mazowieckie) i SD w Baborówku (woj. wielkopolskie). W schemacie doświadczenia uwzględniono trzy obiekty: monokultura kukurydzy – uprawa zerowa, monokultura kukurydzy – pełna uprawa płużna, uprawa w zmianowaniu (jęczmień jary, pszenica ozima, kukurydza) – pełna uprawa płużna. Doświadczenia zakładano metodą długich pasów z lustrzanym odbiciem obiektów. Ocenę plonowania kukurydzy dokonano określając plon ziarna i wyliczając plon jednostek zbożowych (z plonu ziarna kukurydzy). Dokonano także porównania efektywności dwóch metod oceny potrzeb nawożenia azotem: w oparciu o program NawSald oraz z wykorzystaniem oceny zawartości N_{min} w glebie i SPADstd. Pomiaru wskaźnika zawartości chlorofilu dokonywano w fazie 10 liści kukurydzy. Badania dotyczące efektywności metod oceny potrzeb nawożenia azotem wykonano tylko w RZD Grabów. Ponadto określono stan zachwaszczenia i porażenia roślin głównie guzowatą kukurydzy.

W RZD Grabów doświadczenia polowe przeprowadzono na glebie płowej, zaliczonej do kompleksu żytniego bardzo dobrego, a SD Baborówko na glebie płowej kompleksu żytniego dobrego. W obiekcie z pełną uprawą, po zbiorze kolb słoma kukurydziana po rozdrobnieniu była jesienią przyorywana. Natomiast w obiekcie bez uprawy mechanicznej rozdrobniona słoma pozostawała na powierzchni pola. W obu punktach wysiewano kukurydżę odmiany LG 3226 siewnikiem punktowym. Pod kukurydżę zastosowano 140 kg N · ha⁻¹ (70+70), 28 kg P · ha⁻¹ i 104 kg K · ha⁻¹. Natomiast dawki azotu według NawSald i N_{min} SPADstd były zróżnicowane (tab. 1). Pod jęczmień zastosowano następujące dawki nawożenia; N – 120, P – 15 i 42 kg K · ha⁻¹, a pod pszenicę ozimą: N – 120, P – 17 i K – 58 kg · ha⁻¹.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Przebieg warunków meteorologicznych w okresie prowadzenia badań różnił się znacząco w poszczególnych latach. W pierwszych dwóch latach badań (2004 i 2005) warunki meteorologiczne uwzględniające temperatury powietrza oraz opady atmosferyczne były umiarkowanie korzystne dla kukurydzy przy sporadycznie występujących niedoborach wilgoci. Natomiast rok 2006 charakteryzował się wysokimi temperaturami powietrza przy jednoczesnym dłuższym braku opadów powodującym wystąpienie okresu suszy w Baborówku już w czerwcu, zaś w Grabowie w czerwcu i lipcu. W RZD Grabów w lipcu, przy średniej temperaturze powietrza wynoszącej 22,4 °C, wyższej o 4,1 °C niż średnia wieloletnia, suma miesięcznych opadów wynosiła zaledwie 10 mm. Ten bardzo niesprzyjający układ warunków pogodowych wpłynął na przebieg wzrostu i rozwoju kukurydzy oraz wywarł niekorzystny wpływ na jej plonowanie. Rośliny zawiązały wprawdzie kolby, ale nie wykształciły ziarna lub tylko nieliczne kolby były częściowo zaziarnione.

Sposób przygotowania roli nie wywierał istotnego wpływu na plon ziarna kukurydzy zarówno w SD Baborówko jak też w RZD Grabów (rys. 1). Podobne plony ziarna kukurydzy uprawianej w zmianowaniu i w monokulturze niezależnie od sposobu uprawy roli były wynikiem uzyskania pełnej obsady roślin na wszystkich obiektach uprawowych i brakiem różnic w masie 1000 ziaren i liczbie ziaren w kolbie. Wcześniejsze badania Jonesa i in. [1968] wskazują, że plony ziarna kukurydzy otrzymane w systemie bez uprawy mechanicznej roli są porównywalne z uzyskanymi przy tradycyjnej uprawie płużnej, a w niektórych latach nawet większe. Także Sosnowski [1987] otrzymał podobne plony bez względu na sposób uprawy roli i tłumaczy to większą o 4-27% wilgotnością gleby nie uprawianej przed siewem kukurydzy w porównaniu z uprawianą trady-



Rys. 1. Plony kukurydzy (średnie z lat 2004-2006)
 Fig. 1. Maize yields (means from years 2004-2006)

cyjnie. Większa wilgotność gleby w okresie wegetacji roślin, mogła korzystnie wpłynąć na plonowanie, mimo pogorszenia się innych właściwości fizycznych gleby nie uprawianej. Z kolei Torbert i in. [2001] uzyskali wyższe plony biomasy i ziarna kukurydzy na uprawie zerowej. W literaturze przeważa jednak stwierdzenie, że stosowanie siewu bezpośredniego i uprawa w monokulturze prowadzą do istotnych spadków plonów ziarna i słomy kukurydzy [Cox i in. 1990, Dubas i Szulc 2006, Griffith i in. 1988, Kaspar i in. 1987, Machul 1995, Menzel i Dubas 2003]. Według Machula [1995] obniżka plonu ziarna w warunkach siewu bezpośredniego sięgała 9,4% w stosunku do pełnej uprawy płużnej, natomiast według Menzela i Dubasa [2003] może wynosić aż o 15,8%. Przyczyną mniejszych plonów jak podają Cox i in. [1990], Dubas i Szulc [2006], Kapusta i in. 1996, Machul [1995,], Menzel i Dubas [2003] była mniejsza obsada roślin, a w konsekwencji mniejsza liczba kolb uzyskanych z jednostki powierzchni. Wyniki pięcioletnich badań Machula [1995] i Menzela i Dubasa [2003] wskazują, iż w obiekcie z tradycyjną uprawą obsada roślin jest większa o 10-12% niż w warunkach bez uprawy mechanicznej. Wpływ na słabszą obsadę roślin prawdopodobnie miały pogarszające się właściwości gleby: zwiększenie się zwięzłości gleby, a zmniejszenie pojemności kapilarnej objętościowej [Menzel i Dubas 2003, Szymankiewicz 1988] oraz gorsze warunki wzrostu młodych siewek z powodu niższej temperatury gleby i obecności fitotoksyn [Gregorich i in. 1993].

Tabela 1. Plony ziarna kukurydzy w zależności od metody określania dawki azotu i efektywność wykorzystania azotu

Table 1. Grain yields of maize in dependently of method determination nitrogen rates and utilization efficiency of nitrogen

Sposób uprawy <i>Tillage methods</i>	NawSald		N _{min} SPAD _{std}		Efektywność wykorzystania N <i>Utilization efficiency of nitrogen (%)</i>	
	N (kg · ha ⁻¹)	Plon ziarna <i>Grain yields</i> (t · ha ⁻¹)	N (kg · ha ⁻¹)	Plon ziarna <i>Grain yields</i> (t · ha ⁻¹)	Naw Sald	N _{min} SPAD _{std.}
Monokultura, bez uprawy <i>Monoculture, no tillage</i>	166,5	7,76	166,5	8,73	46,6	52,4
Monokultura, pełna uprawa <i>Monoculture, full tillage</i>	166,5	7,77	155,5	8,11	46,7	52,2
Zmianowanie, pełna uprawa <i>Crop rotation, full tillage</i>	166,5	8,39	160,0	8,12	50,4	50,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.		r.n.		

Oceniając dwie metody określania potrzeb nawożenia azotem kukurydzy N_{min} SPAD_{std} i w oparciu o program NawSald stwierdzono, że dla kukurydzy uprawianej w monokulturze z zastosowaniem siewu bezpośredniego oraz uprawianej w monokulturze z zastosowaniem pełnej uprawy mechanicznej korzystniejsze było zastosowanie metody N_{min} SPAD_{std} niż programu NawSald (tab. 1). Uzyskane plony ziarna na tych obiektach były średnio większe o około 8,5%. Natomiast kukurydza uprawiana w zmianowaniu lepiej plonowała, gdy dawki azotu określano w oparciu o NawSald. Efektywność wykorzystania azotu przez kukurydzę, niezależnie od sposobu przedsięwzięcia przygotowania roli była większa, gdy jego dawki określano stosując metodę N_{min} SPAD_{std}. (tab. 1). Natomiast sposób przygotowania roli miał niewielki wpływ na efektywność wykorzystania tego składnika.

Plony jęczmienia jarego w 2005 i 2006 roku, obu punktach badań były stosunkowo niskie z powodu niekorzystnych warunków pogodowych i w Baborówku odpowiednio wynosiły 3,82 i 3,92 t · ha⁻¹, zaś w Grabowie 3,49 i 3,16 t · ha⁻¹. Natomiast plony ziarna pszenicy ozimej w Grabowie wynosiły 4,09 i 3,83 t · ha⁻¹, zaś w Baborówku odpowiednio 6,23 i 5,06 t · ha⁻¹.

W RZD Grabów najwyższą sumę plonu jednostek zbożowych w okresie trzech lat uzyskano w obiekcie z zerową uprawą roli w monokulturze, zaś najniższą w warunkach zmianowania roślin (tab. 2), lecz różnice te nie zostały potwierdzone statystycznie. Natomiast w SD Baborówko uzyskano odmienne wyniki; istotnie niższą sumę jednostek zbożowych uzyskano w obiekcie z zerową uprawą roli w monokulturze, niż w warunkach pełnej uprawy w zmianowaniu i monokulturze kukurydzy.

W przeprowadzonych badaniach zaznaczył się wpływ sposobu uprawy na dojrzałość ziarna w czasie zbioru; ziarno kukurydzy z obiektów siewu bezpośredniego w warunkach monokultury odznaczało się większą o 2% wilgotnością, niż ziarno kukurydzy z obiektów z pełną uprawą roli i w zmianowaniu. Podobne rezultaty uzyskali Griffith i in. [1988], Kaspar i in. [1987], Machul [1995] oraz Menzel i Dubas [2003].

Tabela 2. Plony jednostek zbożowych uzyskane w latach 2004-2006

Table 2. Yield of cereal units in years 2004-2006

Sposób uprawy <i>Tillage methods</i>	RZD Grabów				SD Baborówko			
	2004	2005	2006	suma <i>sum</i>	2004	2005	2006	suma <i>sum</i>
Monokultura, bez uprawy <i>Monoculture, no tillage</i>	83,4	72,1	15,5	171,0	64,1	71,7	49,2	185,0
Monokultura, pełna uprawa <i>Monoculture, full tillage</i>	88,1	70,9	4,4	163,5	65,8	76,8	52,2	194,9
Zmianowanie, pełna uprawa <i>Crop rotation, full tillage</i>	87,2	63,0	4,7	154,9	68,0	77,9	53,3	199,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	6,68	r.n.	3,20	4,10	r.n.	9,81

Tabela 3. Zachwaszczenie kukurydzy w zależności od sposobu uprawy

Table 3. Weed infestation of maize as related to cultivation system

Obiekt <i>Object</i>	Gatunek chwastów <i>Species of weeds</i>	Liczba chwastów (szt. · m ²) <i>Number of weeds (no. · m²)</i>	Masa chwastów (g · m ²) <i>Weight of weeds (g · m²)</i>	
			świeża masa <i>green matter</i>	sucha masa <i>dry matter</i>
Monokultura, bez uprawy <i>Monoculture, no tillage</i>	<i>Solanum nigrum</i> L. - 6,7 szt. <i>Equisetum arvense</i> L. -25,3szt. <i>Erigeron canadensis</i> L. - 17szt.	48,3	406,1	126,5
Monokultura, pełna uprawa <i>Monoculture, full tillage</i>	<i>Solanum nigrum</i> L. - 3 szt. <i>Equisetum arvense</i> L. - 6,7 szt.	9,7	97,6	23,8
Zmianowanie, pełna uprawa <i>Crop rotation, full tillage</i>	<i>Echinochloa crus-gali</i> L. -1 szt. <i>Equisetum arvense</i> L. - 5,7 szt.	6,7	85,9	28,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		39,3	61,5	56,0

Sposób uprawy przewidzianej (tab. 3) powodował duże różnice w zachwaszczeniu kukurydzy. Już w drugim roku trwania monokultury (w 2005 r.), pomimo stosowania herbicydu Primextra Gold 720, w obiekcie z uprawą zerową ogólna liczba chwastów jak i masa chwastów była kilkakrotnie większa niż w obiekcie z pełną uprawą roli w monokulturze i zmianowaniu. W obiekcie bez uprawy wystąpiło w dużym nasileniu pryzmiono kanadyjskie (*Erigeron canadensis* L.) i skrzyp polny (*Equisetum arvense* L.). Konieczne było zastosowanie ponownego oprysku preparatem Calisto 100 SC. W piśmiennictwie przeważa pogląd, że stosowanie uproszczeń w uprawie roli, a zwłaszcza uprawa zerowa powoduje wzrost zachwaszczenia i zmianę składu gatunkowego chwastów. Ponadto wyraźnie zwiększa się zachwaszczenie chwastami jednoliściennymi

i sprzyja kompensacji komosy białej i ostrożnia polnego [Dubas 1980, Dubas i Szulc 2006, Machul 2005, Radecki i Opic 1991, Szymankiewicz 1987]. Dubas [1980] podaje, iż uprawa kukurydzy w monokulturze powoduje wzrost liczby chwastów oraz wzrost udziału chwastów prosowatych w ogólnej liczbie chwastów; z 41% w dwuletniej, do 90% w pięcioletniej monokulturze. Natomiast przy uprawie kukurydzy po różnych przedplonach udział chwastów prosowatych był podobny i wynosił około 30%. Natomiast wyniki Johnsona [cyt. za Pudelko i in. 1994] wskazują, że nawet po 10 latach nie uprawiania roli nie stwierdzono różnic w zachwaszczeniu w porównaniu z uprawą tradycyjną.

W latach 2004 i 2005 porażenie roślin kukurydzy przez głownię guzowatą było małe (poniżej 1%). Natomiast w 2006 roku, w warunkach sprzyjających rozwojowi chorób grzybowych (wysokie temperatury powietrza w okresie letnim i duża wilgotność w sierpniu) odnotowano silne porażenie roślin kukurydzy przez tę chorobę zarówno w Grabowie jak i Baborówku, przy czym narażona zlokalizowana była przede wszystkim na kolbach. W Baborówku niezależnie od sposobu uprawy stopień porażenia roślin głownią kukurydzy wynosił średnio 20-21%. Podobny udział roślin porażonych zanotowano w Grabowie w obiekcie z uprawą zerową w monokulturze i pełną uprawą roli w zmianowaniu. Natomiast w obiekcie z pełną uprawą roli w monokulturze, odnotowano mniejsze o około 5-6% porażenie roślin głownią guzowatą. Uproszczenia uprawowe uważane są za czynniki sprzyjające pojawianiu i rozprzestrzenianiu się chorób grzybowych. Badania Dubasa [1980] pokazują wyraźny wzrost udziału roślin porażonych głownią guzowatą kukurydzy uprawianej w monokulturze wraz z wydłużaniem się okresu trwania monokultury z 7,3% w dwuletniej do 24,6% w pięcioletniej monokulturze. Natomiast porażenie przez tę chorobę kukurydzy uprawianej po różnych przedplonach wynosiło około 7-8%. W przeprowadzonych badaniach na porażenie roślin głownią guzowatą kukurydzy większy wpływ miały warunki pogodowe niż uprawa w monokulturze i sposób przedsięwzięcia przygotowania roli.

WNIOSKI

1. Zastosowanie siewu bezpośredniego w trzyletniej monokulturze kukurydzy nie powodowało zmniejszenia poziomu plonowania w porównaniu do jej uprawy w zmianowaniu i stosowaniu tradycyjnej uprawy roli. Stwierdzono jedynie wyższą o 2% wilgotność zbieranego ziarna z obiektów, na których stosowano siew bezpośredni.
2. Niezależnie od sposobu przedsięwzięcia przygotowania roli oraz uprawy w zmianowaniu i monokulturze stwierdzono nieco większą efektywność wykorzystania azotu przez kukurydżę przy stosowaniu metody Nmin SPADstd niż NawSald.
3. Uprawa zerowa w monokulturze powodowała, w stosunku do pełnej uprawy płużnej w zmianowaniu i monokulturze, zwiększone występowanie zarówno masy jak i liczby chwastów, głównie przymiotna kanadyjskiego (*Erigeron canadensis* L.) i skrzypu polnego (*Equisetum arvense* L.).
4. Uprawa kukurydzy w krótkotrwałej monokulturze i siewie bezpośrednim nie zwiększały liczby roślin porażonych przez głownię guzowatą kukurydzy (*Ustilago zaeae* Unger). Dominujący wpływ na występowanie głowni guzowatej miały warunki pogodowe.

PIŚMIENNICTWO

1. Cox, W. J., Zobel, R. W., van Es, H. M., Otis, D. J. 1990. Growth development and yield of maize under three tillage systems in the northeastern U.S.A. *Soil Till. Res.* 18: 295–310.
2. Dubas, A. 1980. Uprawa kukurydzy w monokulturze i zmianowaniu. *Prace Kom. Nauk Rol. Kom. Nauk Leśn. PTPN* 49: 51–58.
3. Dubas, A., Szulc, P. 2006. Przyrodnicze efekty stosowania przez kilka lat siewu bezpośredniego kukurydzy uprawianej w monokulturze. *Fragm. Agron.* 3: 27–35.
4. Gregorach, E. G., Reynolds, W. D., Culley, J. L. B., McGovern, M. A., Curnoe, E. E. 1993. Changes in soil physical properties with depth in a conventional tilled soil after no-tillage. *Soil Till. Res.* 26: 289–299.
5. Griffith, D. R., Klavivko, E. J., Mannering, J. V. 1988. Long-term tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter, poorly drained soil. *Agron. J.* 80: 599–605.
6. Jones, J. N., Moody, J. E., Shear, G. M., Moschler, W. W., Lillard, J. H. 1968. The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.) *Agron. J.* 60: 17–20.
7. Kapusta, G., Krausz, R. F., Matthews, J. L. 1996. Corn yield is equal in conventional, reduced, and no-tillage after 20 years. *Agron. J.* 88: 812–816.
8. Kaspar, T. C., Crosbie, T. M., Cruse, R. M. 1987. Growth and productivity of four corn hybrids as affected by tillage. *Agron. J.* 79: 477–481.
9. Machul, M. 1995. Wpływ przedsiewnego przygotowania roli na plonowanie kukurydzy uprawianej w pięcioletniej monokulturze. *Pam. Puł.* 106: 47–62.
10. Machul, M. 2005. Wpływ uproszczonej uprawy roli na efektywność plonowania kukurydzy oraz właściwości biologiczne, fizyczne i chemiczne gleby. *Post. Nauk Rol.* 1: 47–61.
11. Menzel, L., Dubas, A. 2003. Reakcja kukurydzy uprawianej w monokulturze na uproszczenia w uprawie roli. *Pam. Puł.* 133: 123–134.
12. Pudelko, J., Wright, D. L., Wiatrak, P. 1994. Stosowanie ograniczeń w uprawie roli w Stanach Zjednoczonych AP. *Post. Nauk Rol.* 1: 153–162.
13. Radecki, A., Opic, J. 1991. Metoda siewu bezpośredniego w świetle literatury krajowej i zagranicznej. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 109(2): 119–141.
14. Sosnowski, A. 1987. Wpływ siewu bezpośredniego na fizyczne właściwości gleby lekkiej i plonowanie kukurydzy. *Zesz. Nauk. AR Szczecin* 131: 131–144.
15. Szymankiewicz, K. 1987. Badania nad sposobami uprawy roli pod kukurydzę na ziarno w krótkotrwałej monokulturze. *Rozprawy Nauk. AR Lublin* 101: 69 ss.
16. Szymankiewicz, K. 1988. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na fizyczne właściwości gleb i plonowanie kukurydzy w krótkotrwałej monokulturze. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 223–229.
17. Torbert, H. A., Potter, K., N., Morrison, J. E. 2001. Tillage system, fertilizer nitrogen rate, and timing effect on corn yields in the Texas Blackland Prairie. *Agron. J.* 93: 1119–1124.

M. MACHUL, J. KSIĘŻAK

**EVALUATION OF YIELDING OF MAIZE DEPENDING
ON PRE-SOWING SOIL CULTIVATION AND METHOD OF NITROGEN DOSES
IN CONDITIONS OF MONOCULTURE AND CROP ROTATION**

Summary

The results of the field trials conducted in 2004–2006 in the Experimental Station in Grabow (mazowieckie voivodeship) and in Baborowko (wielkopolskie voivodeship) were used in the research. The field trials included the following objects: monoculture of maize (no tillage-direct sowing); monoculture of maize (full tillage); crop rotation (spring barley – winter wheat – maize). Moreover efficiency of 2 methods used for evaluation of nitrogen fertilization demand (NawSald program and Nmin SPADstd test)

was compared. Direct sowing in monoculture of maize did not influence its yielding, however increased grain moisture content in comparison to the object with full tillage and with a crop rotation. A little higher efficiency of nitrogen utilization by maize, independently on soil tillage system, was noted for NawSald program than for Nmin SPADstd test. No tillage system caused an increase of weed infestation, especially by such species as: *Erigeron canadensis* L. and *Equisetum arvense* L. Soil tillage and direct sowing in monoculture of maize did not increase the level of infestation by *Ustilago zea* Unger.

Dr Marian Machul

Zakład Uprawy Roślin Pastewnych Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy
24-100 Puławy, ul. Czartoryskich 8
mmachul@iung.pulawy.pl