

Jerzy Księżak

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

DOSKONALENIE WAŻNIEJSZYCH ELEMENTÓW AGROTECHNIKI KUKURYDZY I SORGA*

Wstęp

Kukurydza jest gatunkiem o dużym znaczeniu gospodarczym w Polsce. Może być wszechstronnie użytkowana, wykorzystuje się bowiem zarówno ziarno, jak i całą część nadziemną rośliny jako surowiec kiszonkarski, a w ostatnich latach stosowana jest także do produkcji biopaliw (etanol, biogaz). Od roku 2000 nastąpił dynamiczny wzrost powierzchni jej uprawy, w tym roku uprawiana była na obszarze 314 tys. ha, a w 2010 r. powierzchnia uprawy tego gatunku wynosiła 731 tys. ha. W latach 2001-2004 wiodącym kierunkiem była uprawa na ziarno, natomiast od roku 2006 nastąpił znaczący wzrost areалу uprawy na kiszonkę (w 2008 r. około 60%).

Sorgo charakteryzuje się wyższym potencjałem plonotwórczym niż kukurydza (2, 11). Odznacza się też większą odpornością na suszę niż kukurydza i od dawna w wielu rejonach świata jest dla niej gatunkiem substytucyjnym (1). Mniejsza wrażliwość na suszę, zdaniem M e e s k e i B a s s o n a (14), wynika z dużo większej efektywności absorpcji wody z gleby niż w przypadku innych zbóż. Oszczędna gospodarka wodna tego gatunku jest powiązana z niskim współczynnikiem transpiracji oraz głębokim zasięgiem systemu korzeniowego, pobierającego wodę z głębszych warstw gleby (16, 22). W Polsce w przeszłości podejmowano już próby uprawy tego gatunku, głównie jako plonu wtórego po życie ozimym, zbieranego w jednym lub dwóch pokosach (8, 12).

Kukurydza i sorgo są gatunkami odznaczającymi się dużą dynamiką pobierania i gromadzenia składników pokarmowych. W początkowym okresie wegetacji wytwarzają łodygi, liście, a kukurydza rdzenie kolb, w których zgromadzona jest prawie cała zawartość włókna. W drugim okresie (po 3 miesiącach) wegetacji następuje intensywne gromadzenie łatwo przyswajalnych węglowodanów, głównie skrobi w ziarnie. Dlatego też wartość paszowa tych gatunków wzrasta wraz z ich rozwojem, a najbardziej wartościową część u kukurydzy stanowi kolba. Ze względu na dużą ilość cukrów rozpuszczalnych gatunki te są doskonałym surowcem kiszonkowym. Kiszonka z nich sporządzona jest paszą energetyczną, o wartości której decyduje przede wszystkim zawartość skrobi znajdującej się w ziarnie.

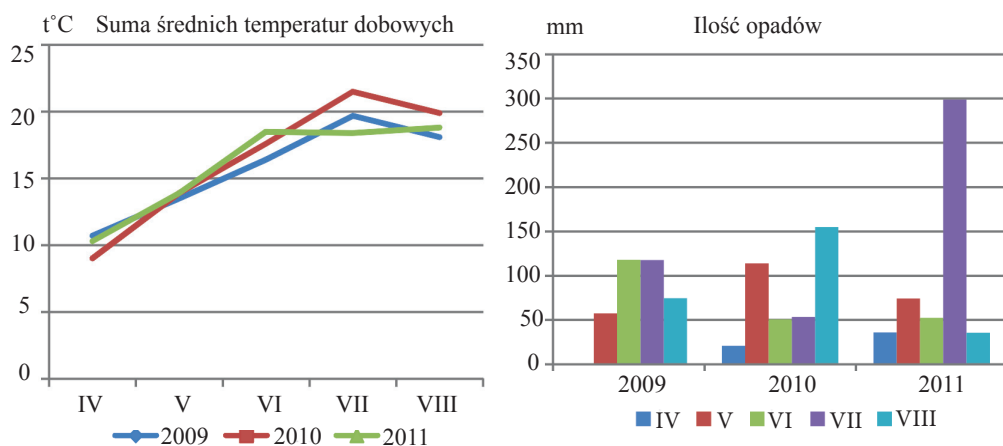
*Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB

Z uwagi na ich początkowy wolny wzrost oraz wysiew w szerokie rzędy, duży problem stanowi ograniczenie zachwaszczenia. Zdaniem H r u s z k i (7), E v a n s a i n. (4), I d z i a k a i W o ź n i c y (9) oraz T a ń s k i e g o i I d z i a k a (18) najbardziej ograniczają jej wzrost chwasty występujące w łanie od wschodów do 8-10 liścia. Straty plonu spowodowane zachwaszczeniem kukurydzy, jak podają R o l a i R o l a (15), mogą wynosić 70%, a według S k r z y p c z a k a (17) przy masowym ich wystąpieniu nawet 90%. Niewiele jest doniesień na temat pielęgnacji kukurydzy przy pomocy tylko zabiegów mechanicznych (6). Jak podają W a l i g ó r a i i n. (20), w uprawie kukurydzy cukrowej skuteczność chwastobójcza metody mechanicznej była zdecydowanie mniejsza niż chemicznej, a przydatna okazała się jedynie w zwalczaniu chwastnicy. Natomiast W i l s o n (21) informuje, że mechaniczne zabiegi mogą zniszczyć około 87% chwastów występujących w kukurydzy. Ważnym elementem zapewniającym wysoki poziom jej plonowania jest także właściwe nawożenie, umożliwiające uzyskanie wysokich plonów o dobrej jakości surowca kiszonkarskiego.

Plonowanie kukurydzy i sorga

Na plon zielonej i suchej masy kukurydzy i sorga w warunkach ekologicznych znaczący wpływ ma dawka nawożenia organicznego, sposób pielęgnacji, jak również przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji (rys. 1). Mała ilość opadów w I i II dekadzie lipca przyczynia się do ograniczenia dostępności składników pokarmowych zawartych w nawozach naturalnych. W efekcie uzyskuje się zdecydowanie mniejsze plony niż w roku o równomiernie rozłożonych opadach. Jeśli suma opadów w okresie od marca do czerwca jest zbliżona, ale bardzo duży opad wystąpi w lipcu, następuje silny wzrost kukurydzy i sorga, w wyniku czego uzyskuje się największe plony obu gatunków.

Uzyskane wyniki wskazują, że niezależnie od zastosowanego sposobu zwalczania chwastów i dawki nawożenia organicznego, poziom plonowania sorga jest większy niż kukurydzy. W 2009 roku największe plony świeżej i suchej masy kukurydzy zanotowano wówczas, gdy do jej pielęgnacji stosowano dwukrotnie pielnik szczotkowy i obsypnik przy wysokości 30 cm (tab. 1). W roku 2010 plonowanie kukurydzy i sorga na obiektach, na których stosowano mechaniczne zabiegi zwalczające chwasty było mało zróżnicowane. W roku 2011 największe plony świeżej i suchej masy kukurydzy zanotowano na obiektach, na których do jej pielęgnacji stosowano trzykrotnie pielnik szczotkowy. W 2012 roku największe plony zielonki sorga zanotowano również na tym obiekcie, natomiast największy plon suchej masy – gdy stosowano pielnik i obsypnik przy wysokości roślin około 30 cm. Zaniechanie pielęgnacji mechanicznej, niezależnie od dawki nawożenia organicznego spowodowało, iż plony suchej masy kukurydzy w roku 2009 i 2011 były o około 40, a w roku 2010 o około 55% mniejsze niż na obiektach, na których zwalczano chwasty mechanicznie.



Rys. 1. Przebieg warunków atmosferycznych podczas wegetacji

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1

Plon zielonej i suchej masy kukurydzy w zależności od sposobu pielęgnacji i dawki nawożenia organicznego

Sposób pielęgnacji	Plon zielonej masy (t·ha ⁻¹)						Plon suchej masy (t·ha ⁻¹)					
	Dawka przekompostowanego obornika (t/ha)											
	2009		2010		2011		2009		2010		2011	
	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
A – kontrola	26,3	30,5	18,8	18,6	26,0	29,3	9,53	11,79	5,2	5,3	7,6	8,3
B – pielnik szczotkowy	40,6	46,6	33,8	35,6	45,0	45,8	16,1	18,1	11,6	12,1	14,0	14,3
C – opielacz	41,3	45,0	35,4	36,3	38,8	39,7	15,2	16,5	11,6	11,9	12,2	12,3
D – pielnik + obsypnik	45,3	49,0	33,4	35,8	38,7	40,5	17,6	18,8	11,9	12,7	12,8	13,0
NIR (α = 0,05) dla:												
dawki obornika	1,60		0,66		0,86		0,27		0,22		0,34	
sposobu pielęgnacji	3,02		1,24		1,69		0,50		0,41		0,61	

Źródło: opracowanie własne.

W uprawie sorga różnice te w roku 2010 i 2011 wynosiły odpowiednio: 40 i 17%. W roku 2009 na obiekcie, na którym nie stosowano żadnych zabiegów zwalczających chwasty, plony suchej masy kukurydzy nawożonej dawką 20 (t·ha⁻¹) były mniejsze o około 19% niż nawożonej dawką 40 (t·ha⁻¹). Natomiast na obiektach, gdzie stosowano mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne, różnice te były mniejsze i wynosiły od 7 do 11%. Na obiekcie kontrolnym w roku 2010 plony suchej masy kukurydzy nawożonej dawką 20 (t·ha⁻¹) były podobne do nawożonej dawką 40 (t·ha⁻¹),

a na obiektach, gdzie stosowano mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne, różnice te były nieco większe i wynosiły średnio około 4%. W tym samym roku zwiększenie dawki nawożenia organicznego z 20 do 40 t·ha⁻¹ miało mały wpływ na poziom plonowania sorga. W trzecim roku badań na obiekcie, na którym nie stosowano żadnych zabiegów zwalczających chwasty, plony zielonej i suchej masy kukurydzy nawożonej dawką 20 t·ha⁻¹ były znacząco mniejsze w porównaniu do nawożonych dawką 40 t·ha⁻¹. Natomiast na obiektach, na których stosowano mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne, różnice te były niewielkie. Nawożenie sorga większą dawką nawożenia organicznego 40 t·ha⁻¹ wpłynęło korzystnie na poziom plonowania suchej masy niezależnie od zastosowanej pielęgnacji mechanicznej. Według W a l i g ó r y i i n. (19) kukurydza cukrowa lepiej plonowała po zastosowaniu pielęgnacji ręcznej i chemicznej w stosunku do odchwaszczania mechanicznego. D r z e w i e c k i i P i e t r y g a (3), prowadząc doświadczenia w systemie rolnictwa konwencjonalnego, po zastosowaniu herbicydów, uzyskali statystycznie istotny wzrost plonu ziarna kukurydzy w stosunku do obiektu kontrolnego. Podobnie G o ł ę b i o w s k a (5), K i e r z e k i P a r a d o w s k i (10) oraz K s i ę ż a k i M a g n u s z e w s k i (13) wykazali, że zastosowanie herbicydów w takich warunkach pozwoliło uzyskać istotnie większe plony ziarna w porównaniu do obiektu bez zwalczania chwastów.

Struktura roślin

Zawartość suchej masy w całych roślinach kukurydzy jest znacznie większa niż w roślinach sorga, jednocześnie jest mało różnicowana zastosowanym poziomem nawożenia organicznego, jak również sposobem pielęgnacji (tab. 3). Nieco mniej suchej masy, niezależnie od dawki kompostu, zawierają rośliny kukurydzy, do pielęgnacji których zastosowano 3-krotnie opielacz. Natomiast w roku z małą ilością opadów w lipcu (2010 r.) mniej suchej masy (o około 7%), niezależnie od dawki kompostu, zawierają rośliny kukurydzy, do pielęgnacji których nie zastosowano zabiegów mechanicznych, w porównaniu do roślin pielęgnowanych mechanicznie. Mniejszą zawartość suchej masy, niezależnie od sposobu pielęgnacji, w roku 2010 zawierały rośliny sorga nawożone większą dawką kompostu. Zawartość suchej masy w kolbach kukurydzy była znacznie większa niż w całych roślinach. Ponadto kolby roślin bez pielęgnacji mechanicznej w roku 2010 zawierały około 20, a w roku 2011 około 10% mniej suchej masy niż roślin pielęgnowanych mechanicznie (tab. 3).

Struktura roślin kukurydzy i sorga jest znacząco różnicowana pod wpływem zarówno zastosowanych sposobów pielęgnacji jak idawek nawożenia organicznego. Najmniejszą wysokość osiągały rośliny obu ocenianych gatunków na obiekcie kontrolnym, na którym nie stosowano żadnych zabiegów pielęgnacyjnych (tab. 4, 5), a rośliny kukurydzy na tym obiekcie najniżej osadzały również kolby. Natomiast rośliny nawożone dawką 40 t·ha⁻¹ kompostu były wyższe niż rośliny nawożone mniejszą o połowę dawką tego nawozu niezależnie od sposobu pielęgnacji. Ponadto rośliny kukurydzy nawożone większą dawką charakteryzują się nieco wyżej osadzoną kolbą na roślinie.

Tabela 2

Plon zielonej i suchej masy sorga w zależności od sposobu pielęgnacji
i dawki nawożenia organicznego ($t \cdot ha^{-1}$)

Sposób pielęgnacji	Plon zielonej masy				Plon suchej masy			
	Dawka obornika ($t \cdot ha^{-1}$)							
	2010		2011		2010		2011	
	20	40	20	40	20	40	20	40
A – kontrola	26,1	27,3	40,9	43,2	7,59	7,70	13,3	13,9
B – pielnik szczotkowy	44,5	44,9	49,4	51,1	12,63	12,53	15,6	16,7
C – opielacz	44,8	45,6	49,6	50,2	13,03	12,49	15,6	16,3
D – pielnik + obsypnik	42,8	44,3	48,1	50,7	12,07	12,45	16,5	17,2
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: dawki obornika sposobu pielęgnacji	1,42 2,98		1,12 2,34		0,29 0,60		0,32 0,67	

Źródło: opracowanie własne.

W warunkach ograniczonej ilości opadów w lipcu rośliny kukurydzy nawożone dawką $20 t \cdot ha^{-1}$ kompostu osadzają kolbę i osiągają zbliżoną wysokość do roślin nawożonych większą o połowę dawką tego nawozu, niezależnie od sposobu pielęgnacji. K s i ę ż a k i M a g n u s z e w s k i (13) również obserwowali znacznie mniejsze rośliny kukurydzy na obiektach bez zwalczania chwastów, w porównaniu do ładu gdzie stosowano herbicydy. Na obiekcie kontrolnym w strukturze rośliny kukurydzy, łodyga, liście i wiecha stanowiły znacznie większy udział niż na obiektach, na których do zwalczania chwastów stosowano zabiegi mechaniczne (tab. 6). W roku o mniejszej ilości opadów zwiększenie nawożenia organicznego z 20 do $40 (t \cdot ha^{-1})$ powodowało znaczne zwiększenie udziału kolby w strukturze rośliny, natomiast w latach o ilości opadów zbliżonej do średniej z wielolecia miało ono niewielki wpływ na tę cechę. Najbardziej wartościową część rośliny kukurydzy stanowił kolba, a zwłaszcza nasiona, które mają podstawowy wpływ na jakość surowca kiszonkarskiego. Średnio w okresie prowadzenia badań udział nasion w strukturze kolby na obiekcie, na którym nie ograniczano występowania chwastów, był około 15% mniejszy niż w łanie pielęgnowanym mechanicznie (tab. 7). Mniejszy o około 5% od średniego udziału zanotowano w roku o małej ilości opadów w lipcu. Zróżnicowane zabiegi mechaniczne ograniczające występowanie chwastów mają stosunkowo mały wpływ na kształtowanie się struktury kolby. Udział osadek kolbowych w kolbie był około 2-krotnie większy niż liści okrywających kolbę niezależnie od sposobu pielęgnacji i dawki nawożenia organicznego. Na udział osadki i liści okrywowych niewielki wpływ mają dawki nawożenia organicznego.

Tabela 3

Zawartość suchej masy w roślinach i kolbach kukurydzy (%)

Sposób pielęgnacji	Zawartość suchej masy w roślinach						Zawartość suchej masy w kolbach			
	Dawka przekompostowanego obornika (t·ha ⁻¹)									
	2009		2010		2011		2010		2011	
	20	40	20	40			20	40		
A – kontrola	36,2	38,7	27,9	28,3	29,2	28,3	28,3	24,8	43,5	43,8
B – pielnik szczotkowy	39,6	38,7	34,4	34,1	31,1	31,2	50,2	45,6	54,1	55,1
C – opielacz	37,1	36,7	32,7	32,9	31,4	31,1	48,4	45,1	55,5	56,0
D – pielnik + obsypnik	38,7	38,2	35,6	35,6	33,1	32,1	51,8	47,1	57,4	56,6
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: dawki obornika sposobu pielęgnacji	0,82 1,92		r.n. 2,12		0,54 1,42		2,65 3,14		r.n. 2,43	

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4

Zawartość suchej masy oraz wysokość roślin sorga

Sposób pielęgnacji	Zawartość suchej masy w roślinach sorgo (%)				Wysokość roślin (cm)			
	dawka obornika (t·ha ⁻¹)							
	2010		2011		2010		2011	
	20	40	20	40	20	40	20	40
A – kontrola	29,1	28,2	32,5	32,1	201	208	327	324
B – pielnik szczotkowy	28,4	27,9	31,7	32,7	269	275	348	356
C – opielacz	29,1	27,4	31,4	32,4	273	277	349	361
D – pielnik + obsypnik	27,2	28,1	34,2	34,0	286	286	339	357
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: dawki obornika sposobu pielęgnacji	1,21 2,36		r. n. 1,23					

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

Wysokość roślin kukurydzy i wysokość osadzenia kolby (cm)

Sposób pielęgnacji	Wysokość roślin						Wysokość osadzenia kolby					
	dawka przekompostowanego obornika (t·ha ⁻¹)											
	2009		2010		2011		2009		2010		2011	
	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
A – kontrola	197	215	125	120	201	210	93	97	53	55	76	84
B – pielnik szczotkowy	242	266	188	189	235	238	110	113	79	83	88	91
C – opielacz	242	255	179	182	232	235	104	108	78	77	87	88
D – pielnik + obsypnik	253	266	200	188	228	231	109	115	87	82	89	88

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6

Struktura roślin kukurydzy (%)

Sposób pielęgnacji	2009				2010				2011			
	dawka przekompostowanego obornika (t·ha ⁻¹)											
	20		40		20		40		20		40	
	łodyga	kolba	łodyga	kolba	łodyga	kolba	łodyga	kolba	łodyga	kolba	łodyga	kolba
A – kontrola	84,0	16,0	78,1	21,9	64,0	36,0	65,2	34,8	47,4	52,6	48,6	51,4
B – pielnik szczotkowy	62,0	38,0	61,0	39,0	49,3	50,7	51,0	49,0	33,8	66,2	34,4	65,6
C – opielacz	64,4	35,6	59,0	41,0	46,2	53,8	47,7	52,3	32,2	67,8	33,1	66,9
D – pielnik + obsypnik	59,9	40,1	57,8	52,8	48,8	51,2	47,6	52,4	33,8	66,2	33,7	66,3
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: dawki obornika	3,26	1,36			r. n.	r. n.			r. n.	r.n.		
sposobu pielęgnacji	5,24	2,16			2,96	2,13			5,31	4,86		

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

W roku o małej ilości opadów w lipcu i znacznie większej w sierpniu stosowanie zróżnicowanych mechanicznych zabiegów zwalczających chwasty miało mały wpływ na plonowanie kukurydzy i sorga. Natomiast w roku o dużej ilości opadów w lipcu i znacznie mniejszej w sierpniu, największe plony obu ocenianych gatunków zanotowano, gdy do ich pielęgnacji stosowano trzykrotnie pielnik szczotkowy lub dwukrotnie pielnik szczotkowy i obsypnik przy wysokości roślin wynoszącej 30 cm. Zaniechanie pielęgnacji mechanicznej, niezależnie od dawki nawożenia organiczne-

Tabela 7

Struktura kolby kukurydzy (średnie z lat 2009-2011)

Sposób pielęgnacji	Dawka przekompostowanego obornika (t·ha ⁻¹)					
	20			40		
	nasiona (%)	osadka (%)	liście okrywowe (%)	nasiona (%)	osadka (%)	liście okrywowe (%)
A – kontrola;	59,9	23,3	16,7	63,7	21,5	14,8
B – pielnik szczotkowy	74,9	16,1	9,1	75,9	15,4	8,6
C – opielacz	74,3	16,3	9,4	73,9	16,3	9,7
D – pielnik + obsypnik	75,6	15,9	8,5	78,2	13,9	7,9
NIR ($\alpha = 0,05$) dla:						
dawki obornika	3,14	1,14	1,25			
sposobu pielęgnacji	4,17	2,14	1,97			

Źródło: opracowanie własne.

go, powodowało zmniejszenie plonów suchej masy kukurydzy od około 40 do 55% w porównaniu do obiektów, na których zwalczano chwasty mechanicznie, natomiast ograniczenie plonów sorga było mniejsze a różnice wynosiły od 17 do 40%.

W roku o ograniczonej ilości opadów w lipcu plonowanie kukurydzy i sorga nawożonych dawką 20 t·ha⁻¹ były podobne jak nawożonych dawką 40 t·ha⁻¹. Na obiekcie, na którym nie stosowano żadnych zabiegów zwalczających chwasty, plony zielonej i suchej masy kukurydzy nawożonej dawką 20 t·ha⁻¹ były znacząco mniejsze niż nawożonej dawką 40 t·ha⁻¹. Natomiast na obiektach, gdzie stosowano mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne, różnice te były niewielkie. Nawożenie sorga większą dawką nawozu organicznego wpływało korzystnie na poziom plonowania suchej masy niezależnie od zastosowanej pielęgnacji mechanicznej.

W roku o małej ilości opadów w lipcu o około 7% mniej suchej masy, niezależnie od dawki kompostu, zawierały rośliny kukurydzy, do pielęgnacji których nie zastosowano zabiegów mechanicznych w porównaniu do roślin pielęgnowanych mechanicznie. Natomiast mniej suchej masy niezależnie od sposobu pielęgnacji w roku o małej ilości opadów zawierały rośliny sorga nawożone większą dawką kompostu. Zawartość suchej masy w kolbach kukurydzy była znacznie większa niż w całych roślinach. Ponadto kolby roślin bez pielęgnacji mechanicznej w roku o takim przebiegu pogody zawierały o około 20, a w roku o większej ilości opadów około 10% mniej suchej masy niż rośliny pielęgnowane mechanicznie.

W strukturze rośliny kukurydzy, u której nie zwalczano chwastów, łodyga, liście i wiecha stanowią znacznie większy udział niż na obiektach, na których do zwalczania chwastów stosowano zabiegi mechaniczne. W pierwszym roku prowadzenia doświadczeń zwiększenie nawożenia organicznego z 20 do 40 t·ha⁻¹ powodowało znaczne zwiększenie udziału kolby w strukturze rośliny, natomiast w latach następnych miało ono niewielki wpływ na tę cechę.

Niezależnie od przebiegu warunków atmosferycznych w okresie wegetacji na obiekcie kontrolnym, kolba stanowiła znacznie mniejszy udział niż na obiektach, na których zwalczano chwasty mechanicznie. Udział nasion w kolbie na obiekcie, na którym nie ograniczono występowania chwastów, był od 15 do 20% mniejszy niż w łanie pielęgnowanym mechanicznie. Zróżnicowane zabiegi mechaniczne ograniczające występowanie chwastów oraz dawki nawożenia organicznego miały stosunkowo niewielki wpływ na kształtowanie się struktury kolby.

Literatura

1. Ashbell G., Weinberg Z. G.: Silage from tropical cereals and forage crops. FAO Production and Protection Paper, 161. Proceedings of the FAO Electronic Conference on Tropical Silage, 1 IX-15 XII 1999. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC?gp?SILAGE?HTML/paper7.htm>.
2. Camargo M. B. P., Hubbard K. G.: Drought sensitivity indices for sorghum crop. J. Prod. Agric., 1999, **12**: 312-316.
3. Drzewiecki S., Pietryga J.: Efektywność działania herbicydów w dawkach dzielonych, obniżonych, zastosowanych łącznie z adiuwantem w uprawie kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. w Ochr. Rośl., 2010, **50(1)**: 297-302.
4. Evans S. P., Knezevic S. Z., Lindquist J. L., Shapiro C. A.: Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. Weed Sci., 2003, **51**: 408-417.
5. Gołębiowska H.: Wpływ agrotechnicznych czynników na skuteczność działania wybranych herbicydów w uprawie kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. w Ochr. Rośl., 2005, **45(1)**: 160-166.
6. Heydel L., Benoit M., Schiavon M.: Reducing atrazine leaching by integrating reduced herbicide use with mechanical weeding in corn (*Zea mays*). European J. Agronomy, 1999, **11**: 217-225.
7. Hruszka M.: Efektywność proekologicznych i chemicznych sposobów regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy pastewnej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 2003, **490**: 81-97.
8. Hrynciewicz Z., Fatyga J.: Badania nad uprawą mieszańcowej trawy sudańskiej na zieloną masę. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 1975, **109**: 69-78.
9. Idziak R., Woźnica Z.: Ocena efektywności adiuwantów dodawanych do herbicydów stosowanych w ochronie kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. w Ochr. Rośl., 2005, **45(2)**: 716-718.
10. Kierzek R., Paradowski A.: Możliwość wykorzystania propizochloru do zwalczania chwastów w uprawie kukurydzy. Prog. in Plant Prot./Post. w Ochr. Rośl., 2010, **50(3)**: 1173-1176.
11. Krieger D. R., Lascano R. J.: Sorghum. Irrigation of Agricultural Crops. American Society of Agronomy, Madison, USA, 1990, 719-740.
12. Krzywiecki S., Szyszowska A.: Plon i wartość pokarmowa sorga i mieszańcowej trawy sudańskiej uprawianych w plonie wtórnym. Nowe Rol., 1978, **14**: 4-5.
13. Księżak J., Magnuszewski T.: Ocena skuteczności zwalczania chwastów propizochlorem w uprawie kukurydzy. Prog. in Plant Prot./Post. w Ochr. Rośl. 2009, **49(1)**: 334-338.
14. Meeske R., Basson H. M.: Research note; maize and forage sorghum as silage crops under drought conditions. Afr. J. Range Forage Sci., 1995, **12**: 133-134.
15. Rola J., Rola H.: Dynamika chwastów segetalnych na polach uprawnych. Mat. Krajowego Sympozjum „Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych”. Wrocław, 25–25.06., 1987: 131-48.
16. Singh B. R., Singh D. P.: Agronomic and physiological responses of sorghum maize and pearl millet to irrigation. Field Crops Res., 1995, **42**: 57-67.
17. Skrzypczak G.: Problem zwalczania chwastów w uprawie kukurydzy wciąż aktualny. Kukurzydza, 2006, **1(6)**: 18-19.

18. Tańsk i M, Idziak R.: Wpływ terminów regulacji zachwaszczenia na skuteczność chwastobójczą herbicydów i plon kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. w Ochr. Rośl. 2009, **49(1)**: 349-352.
19. Waligóra H., Skrzypczak G., Szulc P.: Wpływ sposobu pielęgnacji na zachwaszczenie kukurydzy cukrowej. J. Res. Appl. Agric. Eng., 2009, **54(4)**: 148-151.
20. Waligóra H., Szulc P., Skrzypczak G.: Plonowanie kilku odmian kukurydzy cukrowej po zastosowaniu pielęgnacji mechanicznej. J. Res. Appl. Agric. Eng., 2009, **54(4)**: 152-155.
21. Wilson R. G.: Effect of pre-plant tillage, post-plant cultivation and herbicides on weed density in corn (*Zea mays*). Weed Technology, 1993, **7**: 728-734.
22. Wright G. C., Smith C. G.: Differences between two grain sorghum genotypes in adaptation to drought stress. II. Root water uptake and water use. Aust. J. Agric. Res., 1983, **34**: 627-636.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Jerzy Księżak
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
UNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel.: 81 886 34 21, w. 350
e-mail: jerzy.ksiezak@iung.pulawy.pl