

WPŁYW SPOSOBU ODCHWASZCZANIA A WYSOKOŚĆ PLONU ZIARNA TRZECH MIESZAŃCÓW KUKURYDZY UPRAWIANYCH NA GLEBIE LEKKIEJ

JÓZEF SOWIŃSKI, AGATA LISZKA-PODKOWA

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Synopsis. W latach 2004-2006 w RZD Pawłowice należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono badania polowe mające na celu ocenę wpływu sposobów zwalczania chwastów na plonowanie trzech mieszańców kukurydzy. Najbardziej skuteczne i największy wpływ na wysokość plonu miały herbicydy. Rośliny z obiektów, gdzie stosowano opielanie i obsypywanie plonowały niżej o 12%. Wykazano również dużą zależność plonowania roślin i skuteczności zastosowanych zabiegów odchwaszczania od czynnika pogodowego. Stosowanie mechanicznej i chemicznej walki z chwastami było ekonomicznie uzasadnione.

Słowa kluczowe – *key words*: kukurydza – *maize*, sposób odchwaszczania – *weed control method*, mieszańce – *hybrids*, plon ziarna – *grain yield*, efektywność ekonomiczna – *economic effectiveness*

WSTĘP

Chwasty to agrofagi mające największy wpływ na plon kukurydzy, którego spadek może sięgać 70% [Teasdale 1995]. Odchwaszczanie należy do najbardziej opłacalnych zabiegów [Adamczewski i in. 1997] i ma szczególne znaczenie ze względu na początkowo powolny wzrost kukurydzy oraz szeroką rozstawę rzędów. Chwasty mogą być zwalczane mechanicznie albo za pomocą herbicydów. Pierwsza metoda nie gwarantuje w pełni zadowalających plonów i może być stosowana uzupełniająco, co jest zgodne z zasadami rolnictwa integrowanego [Stupnicka-Rodzyńkiewicz 2003]. Według Adamczewskiego i in. [1997] mechaniczne ograniczanie zachwaszczenia pozwala na zniszczenie 50% chwastów i to jedynie w międzyrzędziach. W badaniach przeprowadzonych przez Buchlera [1999] mechaniczne zwalczanie chwastów skutkowało niższym plonem niż po stosowaniu herbicydów, a skuteczność była uzależniona od liczebności nasion w glebie.

Efektywność zabiegów chemicznych uzależniona jest nie tylko od rodzaju stosowanej substancji biologicznie czynnej, ale także od warunków pogodowych. W lata suche kukurydza odchwaszczana mechanicznie jak i chemicznie plonowała na podobnym poziomie [Cox 1999]. W badaniach przeprowadzonych przez Skrzypczaka i in. [1998] plony zielonej masy oraz kolb kukurydzy odchwaszczanej były dwukrotnie wyższe w porównaniu do obiektu, gdzie nie stosowano zwalczania chwastów.

Celem przeprowadzonych badań była ocena plonowania trzech mieszańców kukurydzy o różnej wczesności w zależności od sposobu odchwaszczania. Porównano chemiczną metodę zwalczania z mechaniczną polegającą na opielaniu w początkowym okresie wzrostu i obsypywaniu roślin do osiągnięcia około 50 cm wysokości.

METODYKA BADAŃ

W latach 2004-2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice przeprowadzono doświadczenia polowe założone metodą split-plot z dwoma czynnikami zmiennymi. Czynnikiem pierwszym był sposób odchwaszczania: kontrola (K), mechaniczny (M), chemiczny (Ch). Czynnikiem drugim były mieszańce kukurydzy: Wilga FAO 190, Blask FAO 250, Iman FAO 290.

W kontroli nie stosowano żadnych zabiegów pielęgnacyjnych. W mechanicznym sposobie zwalczania chwastów po wschodach kukurydzy, do wysokości 15 cm, stosowano opielanie międzyrzędzi, a w późniejszym okresie obsypywanie. Liczba zabiegów była zróżnicowana w poszczególnych latach i wynosiła od 3 (2006) do 6 (2004). W chemicznej metodzie zwalczania chwastów wykonano jeden lub dwa zabiegi herbicydowe.

Powierzchnia netto poletka wynosiła 4,2 m². Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach. Kukurydzę wysiewano w pierwszej dekadzie maja w liczbie 9 szt·m⁻², na glebie lekkiej V klasy bonitacyjnej o pH 4,9 do 5,7. Zasobność gleby w składniki pokarmowe była zróżnicowana: P - bardzo wysoka, K - bardzo niska do wysokiej, Mg - niska do średniej.

Przed siewem zastosowano azot w formie mocznika w ilości 100 kg N·ha⁻¹, fosfor w postaci superfosfatu (39 kg P·ha⁻¹) oraz potas w formie soli potasowej (100 kg K·ha⁻¹).

Przed zbiorem określono obsadę, liczbę kolb, wysokość roślin oraz wielkość plonu ziarna. Uzyskane wyniki opracowano za pomocą programu STATISTICA 7. Przedziały ufności testowano za pomocą testu Duncana.

Przeprowadzono ponadto uproszczoną analizę ekonomiczną poprzez zestawienie kosztów bezpośrednich poniesionych na uprawę kukurydzy. Koszty poszczególnych zabiegów jak również cenę materiału siewnego i herbicydów przyjęto za opracowaniem Rynek Rolny [2005, 2006]. Z tego samego źródła podano cenę wyprodukowanego ziarna. Efektywność ekonomiczną obliczono za pomocą wskaźników: pokrycia kosztów (Wpk) oraz orientacyjnych wskaźników opłacalności ekonomicznej E1 i E2 [Golinowska 2002].

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Przebieg pogody był niekorzystny dla rozwoju kukurydzy (tab. 1). Niższe w porównaniu do wielolecia opady w kwietniu i w maju (z wyjątkiem kwietnia 2006) spowodowały, iż w początkowych fazach wzrostu kukurydzy warunki wilgotnościowe nie były sprzyjające. Sumy opadów dla okresu wegetacji w 2004 i 2005 były niższe, a w 2006 roku wyższe niż w wieloleciu, jednak ich rozkład w czasie wegetacji był niekorzystny. Średnie temperatury w miesiącach od kwietnia do października były wyższe niż dla wielolecia. Najmniej sprzyjający pod tym względem był rok 2006 - w lipcu przy bardzo niskiej sumie opadów średnia miesięczna temperatura była wyższa o 4,9°C od wieloletniej. W przeprowadzonych badaniach wykazano dużą zależność plonu kukurydzy od przebiegu pogody. W latach 2005 i 2006 plon ziarna kukurydzy z obiektów odchwaszczanych chemicznie był niższy niż po przeprowadzeniu mechanicznej walki z chwastami. Jest to zgodne z opinią Roli [1998], który dowodzi, iż w ekstremalnych warunkach pogodowych odchwaszczanie za pomocą herbicydów może zahamować wzrost oraz obniżyć plon.

Sposób odchwaszczania (tab. 2) miał istotny wpływ na obsadę roślin przed zbiorem. Na obiektach kontrolnych liczba roślin wyniosła 8 szt·m⁻², istotnie mniej w porównaniu do pozostałych wariantów odchwaszczania. Najniższą, udowodnioną statystycznie liczbę roślin na jednostce powierzchni stwierdzono u mieszańca Wilga. Nie stwierdzono istotnej różnicy dla interakcji czynników. Najniższą obsadę uzyskano w roku 2004 (8 roślin na 1 m²), a najwyższą 2005 (10 ro-

ślin na 1 m²). Obsada roślin kukurydzy przed zbiorem zarówno po mechanicznej jak i chemicznej regulacji zachwaszczenia była podobna. Nie znajduje to odzwierciedlenia w badaniach Hruszki [2003], która stwierdziła wyższą obsadę o 3,2 szt.·m⁻² na obiektach chronionych za pomocą herbicydów w porównaniu do wariantów z odchwaszczaniem mechanicznym. Podobnie Cox [1999] wskazuje na niższą o 14% obsadę roślin po zastosowaniu motyki rotacyjnej.

Sposób ograniczania zachwaszczenia miał wpływ na liczbę kolb na roślinie. Na obiektach kontrolnych była ona istotnie niższa (0,3) niż w pozostałych wariantach odchwaszczania (po 0,7). Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic pomiędzy mieszancami, jak również w interakcji badanych czynników. Liczba kolb na roślinie była istotnie uzależniona od przebiegu pogody w latach badań i istotnie najwyższą zaobserwowano w roku 2004 (0,9), a w niekorzystnym roku 2006 wyniosła ona zaledwie 0,3.

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury (°C) oraz sumy opadów (mm) w okresie wegetacji
Table 1. Average temperature (°C) and precipitation (mm) during vegetation period

Lata Years	Miesiąc – Month							IV-X
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Temperatura (°C) – Temperature								
2004	9,8	13,2	16,7	18,6	19,6	14,4	10,5	14,7
2005	9,8	14,3	16,9	19,8	17,7	15,2	9,9	14,8
2006	9,9	14,3	18,5	23,4	17,3	16,2	11,0	15,8
1970-2000	8,1	13,9	16,7	18,5	17,7	13,3	8,8	13,1
Opady (mm) – Precipitations								
2004	21,5	39,1	43,9	66,1	33,0	25,8	51,4	280,8
2005	25,5	14,3	36,3	109,3	51,0	20,2	5,4	262,0
2006	51,1	15,9	56,6	12,0	166,7	17,6	57,9	377,8
1970-2000	31,9	49,9	64,9	75,4	63,5	44,7	35,5	363,5

Metody walki z chwastami miały istotny wpływ na wysokość roślin przed zbiorem. W kontroli były istotnie niższe o 87 cm w porównaniu do obiektów z odchwaszczaniem mechanicznym i o 96 cm po zastosowaniu herbicydów. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy mieszancami, w latach badań ani też w interakcji badanych czynników. W badaniach własnych rośliny pielęgnowane mechanicznie były o 9 cm niższe niż na obiektach odchwaszczanych chemicznie. Potwierdzają to wyniki uzyskane przez Hruszkę [2003] w badaniach, której rośliny z wariantów pielęgnowanych mechanicznie były niższe o średnio 6,6 cm. Rośliny odchwaszczane chemicznie miały lepsze warunki do wzrostu, dlatego słabsza była konkurencja chwastów.

W roku 2004 stwierdzono interakcję czynników w wysokości plonu ziarna. W kontroli najwyżej plonował mieszaniec Wilga, natomiast po zastosowaniu pielęgnacji mechanicznej i chemicznej uzyskano z niej najniższy plon ziarna (tab. 3). Sposób odchwaszczenia był czynnikiem istotnie wpływającym na wysokość plonu kukurydzy. Zastosowanie herbicydów skutkowało najwyższym plonem spośród wszystkich wariantów odchwaszczania. Obiekty, na których chwasty zwalczano mechanicznie plonowały niżej średnio o 0,5 t·ha⁻¹, jednak różnica nie była statystycznie

istotna. Nie stwierdzono różnic pomiędzy mieszańcami w wysokości plonu ziarna. Sposób ograniczania zachwaszczenia istotnie wpłynął na wysokość plonu ziarna kukurydzy. Po odchwaszczaniu mechanicznym uzyskano o 12% niższy plon niż po oprysku herbicydowym. Cox [1999] wykazał niższe o 18% plonowanie kukurydzy odchwaszczanej mechanicznie. Przyczyną była wyższa liczba chwastów na jednostce powierzchni i niższa obsada kukurydzy niż na obiektach gdzie zastosowano pielęgnację chemiczną.

Tabela 2. Obsada, liczba kolb na roślinie oraz wysokość kukurydzy (średnie z lat 2004-2006)
 Table 2. Maize plant density, number of cobs per plant and plant height (mean from years 2004-2006)

Sposób odchwaszczania <i>Weed treatment</i>	Mieszaniec <i>Hybrids</i>	Obsada roślin (na m ²) <i>Plant densities (per m²)</i>	Liczba kolb na roślinie <i>Number of cobs per plant</i>	Wysokość roślin przed zbiorem <i>Plant height (cm)</i>
K *	Wilga	7	0,4	91
	Blask	8	0,4	92
	Iman	9	0,6	111
M	Wilga	8	0,8	174
	Blask	8	0,7	183
	Iman	9	0,7	199
Ch	Wilga	9	0,8	186
	Blask	9	0,7	199
	Iman	9	0,7	197
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		r. n. – n. s.**	r. n. – n. s.	r. n. – n. s.
Średnio dla czynników – Average for treatment				
K	–	8	0,5	98
M	–	9	0,7	185
Ch	–	9	0,7	194
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		1	0,1	14
–	Wilga	8	0,7	150
–	Blask	9	0,6	158
–	Iman	9	0,7	168
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		1	r. n. – n. s.	r. n. – n. s.
Rok – Year	2004	8	0,9	162
	2005	10	0,8	170
	2006	9	0,3	145
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		1	1	r. n. – n. s.

* K – kontrola – control, M – mechaniczny – mechanical, Ch – chemiczny – chemical

** r. n. – n. s. – różnica nieistotna – non-significant difference

Niekorzystny układ warunków pogodowych w roku 2006 przyczynił się do istotnego spadku plonu ziarna o 41% od uzyskanego w 2004 i aż o 71% od osiągniętego w 2005.

Koszty przeprowadzonych zabiegów chemicznych lub mechanicznych wynosiły od 170 do 345 PLN na ha (tab. 4). Zróżnicowanie wynikało z krotności przeprowadzonych zabiegów opielania, obsypywania lub opryskiwania oraz ceny herbicydów.

Tabela 3. Wysokość plonu ziarna w t z ha przy wilgotności 15% (średnie z lat 2004-2006)

Table 3. Grain yield at 15% moisture in t per ha (average from years 2004-2006)

Sposób odchwaszczania <i>Weed treatment</i>	Mieszaniec <i>Hybrids</i>	Rok – Year			Średnio <i>Average</i>
		2004	2005	2006	
K	Wilga	0,70	0,57	0,34	0,54
	Blask	0,37	0,75	0,20	0,44
	Iman	0,27	1,49	0,11	0,62
M	Wilga	2,26	4,79	2,77	3,27
	Blask	3,62	5,52	1,85	3,66
	Iman	3,53	7,76	1,70	4,33
Ch	Wilga	3,41	4,22	1,84	3,15
	Blask	6,75	7,73	1,09	5,19
	Iman	6,17	5,86	1,20	4,41
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		1,56	r. n.	r. n.	r. n.
Średnio dla czynników – Average for treatment					
K	–	0,45	0,93	0,22	0,53
M	–	3,13	6,02	2,10	3,75
Ch	–	5,44	5,94	1,37	4,25
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		1,14	1,68	0,70	0,99
–	Wilga	2,12	3,19	1,65	2,32
–	Blask	3,58	4,66	1,05	3,10
–	Iman	3,32	5,04	1,00	3,12
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		r. n.	r. n.	r. n.	r. n.
Lata – Years		2004			3,01
		2005			4,30
		2006			1,23
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)					1,11

We wszystkich latach badań wskaźnik pokrycia kosztów (Wpk) był wyższy od jedności, co oznacza, że zarówno zastosowanie zabiegów mechanicznych jak i chemicznych było ekonomicznie uzasadnione (tab. 5). Poniesione nakłady na zwalczanie chwastów równoważyło od 0,41 t ziarna w roku 2004 (odchwaszczanie mechaniczne) do 0,78 t ziarna (2006 odchwaszczanie mechaniczne). Parametr E2 oznaczający procent wartości plonu, który stanowią koszty zabiegów wyniósł od 10,9% w 2005 przy odchwaszczaniu mechanicznym do 37,9% po zastosowaniu herbicydów w 2006. Wysoka wartość E2 wynika z niekorzystnego przebiegu pogody i słabego plonowania kukurydzy.

Tabela 4. Uproszczone zestawienie kosztów bezpośrednich uprawy kukurydzy na ziarno (PLN na 1 ha)
 Table 4. Simple sheet of direct cost for maize cultivated for grain (polish currency per ha)

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	2004			2005			2006		
	Sposób odchwaszczania – <i>Weed treatment</i>								
	K	M	Ch	K	M	Ch	K	M	Ch
Materiał siewny <i>Seed material</i>	228	228	228	275	275	275	275	275	275
Uprawa – <i>Tillage</i>	401	401	401	426	426	426	450	450	450
Nawożenie <i>Fertilization</i>	672	672	672	701	701	701	712	712	712
Zwalczanie chwastów <i>Weed control</i>	–	345	264	–	230	268	–	170	213
Zbiór – <i>Harvest</i>	222	222	222	228	228	228	232	232	232
Suma kosztów <i>Total costs</i>	1414	1759	1678	1461	1691	1729	1487	1657	1700

Tabela 5. Wskaźniki efektywności ekonomicznej
 Table 5. Economic effectiveness indexes of weed control treatment

Wskaźnik <i>Index</i>	2004		2005		2006		2004-2006**	
	Sposób odchwaszczania – <i>Weed treatment</i>							
	M	Ch	M	Ch	M	Ch	M	Ch
Wpk*	3,4	8,4	7,8	6,6	4,5	2,2	5,0	6,0
E1	0,78	0,60	0,66	0,76	0,41	0,52	0,64	0,63
E2	24,9	11,0	10,9	12,8	19,7	37,9	23,6	14,7

* Wpk – wskaźnik pokrycia kosztów – *coverage cost index*, E1 wskaźnik równoważnika kosztów zabiegów – *index balance of treatment cost*, E2 wskaźnik procentowy kosztów zabiegów w plonie – *percentage index of treatment cost at whole yield value*

** Dla lat 2004-2006 podano średnie ważone wskaźników efektywności ekonomicznej – *average from years 2004-2006 presented as weighted average economic effectiveness indexes*

WNIOSKI

1. Wykazano dużą zależność plonowania kukurydzy od przebiegu pogody.
2. Zastosowanie zabiegów pielęgnacyjnych wpłynęło korzystnie na obsadę kukurydzy przed zbiorem, liczbę kolb na roślinie oraz wysokość roślin.
3. Stosowanie obydwu sposobów odchwaszczania było ekonomicznie uzasadnione, ale w lata o niekorzystnym przebiegu pogody koszty zabiegów stanowiły duży udział w wartości zebranego plonu.

4. Mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne, z obsypywaniem rzędów kukurydzy w późniejszych fazach rozwojowych mogą być zalecaną metodą odchwaszczania na glebach lekkich.

PIŚMIENNICTWO

1. Adamczewski, K., Skrzypczak, A., Lisowicz, F., Bubniewicz, P. 1997. Aktualne problemy ochrony kukurydzy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 450: 63–78.
2. Buchler, D. D. 1999. Weed population responses to weed control practices. I. Seed bank, weed populations, and crop yields. Weed Sci. 47: 416–422.
3. Cox, W. J., Singer, J. S., Shields, E. J., Waldron, J. K., Bergstrom, G. C. 1999. Integrated pest management. Agronomics and economics of different weed management systems in corn and soybean. Agron. J. 91(4): 585–591.
4. Golinowska, M. 2002. Efektywność ochrony roślin w indywidualnych gospodarstwach rolnych południowo-zachodniej Polski. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. Rozpr., 433: ss. 199.
5. Hruszka, M. 2003. Efektywność proekologicznych i chemicznych sposobów regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy pastewnej. Część I. Wpływ zastosowanych zabiegów na stan i stopień zachwaszczenia ładu kukurydzy pastewnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 490: 81–89.
6. Hruszka, M. 2003. Efektywność proekologicznych i chemicznych sposobów regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy pastewnej. Część II. Wpływ zachwaszczenia na plonowanie kukurydzy pastewnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 490: 91–97.
7. Rola, H. 1998. Wpływ herbicydów na wzrost, rozwój i plonowanie mieszańców kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 38 (1): 73–78.
8. Rynek Rolny 2005 (12): 86 ss.
9. Rynek Rolny 2006 (9): 85 ss.
10. Skrzypczak, G., Pudełko, J., Blecharczyk, A. 1998. Ocena skuteczności działania herbicydów i adiuwantów w uprawie kukurydzy. Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Rośl. 38 (2): 698–700.
11. Stupnicka – Rodzynekiewicz, E. 2003. Rolnictwo zrównoważone a problem chwastów. Acta Agraria et Silvustria, Series Agraria 15: 5–13.
12. Teasdale, J. R. 1995. Influence of narrow row/high population corn (*Zea mays*) on weed control and light transmittance. Weed Techn. 9 (1): 113–118.

J. SOWIŃSKI, A. LISZKA-PODKOWA

THE EFFECT OF WEED TREATMENT ON GRAIN YIELD OF THREE MAIZE HYBRIDS ON LIGHT SANDY SOIL

Summary

The field experiment was conducted at the Agricultural Experiment Station, Pawlowice of the Wrocław University of Environmental and Life Sciences. First factor was three treatment of weeds control: control (C), mechanical (M) and chemical (Ch). Second factor was maize hybrid: Wilga (FAO 190), Blask (FAO 250) and Iman (FAO 290).

Grain yield was depending on weather conditions. Dry and hot weather conditions in 2006 contribute to significant decreasing of grain yield about 41% in 2004 and about 71% in 2005. Weed treatment had influence on plant number per square meter. In control plant densities were 8 plants per square meter. It was significantly lower than in chemical and mechanical treatment (9 plants per m², both for M and Ch weed treatment). Wilga has significantly lower plant density (Wilga – 8, Blask – 9, Iman – 9 plants per square meter).

Weeds treatment had influence on number cobs per plants - in control it was significantly lower (0.3) than in mechanical (0.7) and chemical (0.9) weed treatment. In control plants before harvesting were about 87 cm shorter in comparison to mechanical treatment and about 96 cm shorter than in chemical treatment. This difference was significant.

In all years of investigation coverage cost index (Cci) was higher than 1. It mean that both weeds treatment (chemical and mechanical) were economically well-founded. Inputs were balance for 0.41 t of grain in year 2004 (mechanical weeding) to 0.78 t of grain (2006 mechanical weeding). Percentage index of treatment cost at whole yield value (E2) was from 10.9% in 2005 (mechanical treatment) to 37.9% (after use of herbicides in 2006). High value E2 results with unfavorable weather conditions and low grain yield.