

POSSIBILITIES OF MECHANICAL LIMITATION OF WEED INFESTATION IN MAIZE AND SORGHUM CULTIVATION IN ECOLOGICAL AGRICULTURE

Summary

Fields experiments in maize cultivation in 2002-2004 and in sorghum cultivation in 2006-2007 were conducted at the University of Poznan. The weeds control after weeder application was investigated. The weed control efficacy observed was mean 57,2% in maize (number of weeds) and 55,2% (fresh matter of weeds), in sorghum 71,6% (number of weeds) and 56,6% (fresh matter of weeds). The maize grain yield obtained was 63,5 dt ha⁻¹ and fresh matter yield in sorghum was 68,1 t ha⁻¹.

MOŻLIWOŚCI MECHANICZNEGO OGRANICZANIA ZACHWASZCZENIA W UPRAWIE KUKURYDZY I SORGA W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM

Streszczenie

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2002-2004 w uprawie kukurydzy i w latach 2006-2007 w uprawie sorga na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu. Badano skuteczność zwalczania chwastów po zastosowaniu mechanicznej pielęgnacji międzyrzędzi. Skuteczność zwalczania chwastów w uprawie kukurydzy wynosiła średnio 57,2% w liczbie i 55,2% w masie chwastów, a w sorgu 71,6% w liczbie i 56,6% w masie. Plon ziarna kukurydzy wynosił średnio 63,5 dt ha⁻¹, a plon świeżej masy sorga 68,1 t ha⁻¹.

1. Wprowadzenie

Wiele gatunków roślin uprawnych w negatywny sposób reaguje na występowanie zachwaszczenia, szczególnie te, które są siane lub sadzone w szerokie międzyrzędzia. W początkowym okresie swojego wzrostu i rozwoju rosną bardzo wolno i nie są w stanie konkurować z chwastami, które w tym okresie rozwijają się szybciej i zubażają glebę w substancje pokarmowe i wodę, tak bardzo potrzebną roślinom uprawnym [2]. Taka sytuacja często spotykana jest w uprawie kukurydzy lub sorga. Kukurydza, a szczególnie sorgo charakteryzują się wysokimi wymaganiami termicznymi, co powoduje, że ich siew przypada w 2-3 dekadzie kwietnia dla kukurydzy i 2-3 dekada maja dla sorga. Nasiona sorga powinny być wysiewane do dobrze ogrzanej gleby, gdy osiągnie ona 10-12°C, gdzie jak wskazują amerykańskie badania na półkuli północnej osiąga się ją między 20 maja a 5 czerwca [7]. Natomiast francuscy naukowcy uważają, że optymalną temperaturą gleby w okresie siewu jest 12°C co w ich warunkach klimatycznych przypada w pierwszych dwóch tygodniach maja. Analizując różnice pomiędzy tymi dwoma gatunkami co do wymagań termicznych można stwierdzić, że sorgo w Polsce siane jest ok. 2-4 tygodni później niż kukurydza, ale jak podkreśla Śliwiński i Brzóska w lipcu wysokość obydwu roślin jest na podobnym poziomie [8]. Tak późne siewy oraz powolne wschody kukurydzy i sorga stwarzają bardzo dobre warunki do rozwoju chwastów. Ze względu na wymagania stawiane roślinom uprawianym w systemie ekologicznym naturalnym staje się fakt nie stosowania chemicznych zabiegów ograniczających zachwaszczenie. Jedną z najstarszych i najpowszechniej stosowanych metod ochrony roślin przed chwastami jest wykonywanie mechanicznej pielęgnacji w międzyrzędziach. Jest to szczególnie bezpieczna metoda dla środowiska naturalnego, o którym niejednokrotnie zapominamy stosując duże ilości substancji biologicznie czynnych w ochronie roślin, ograniczając

zachwaszczenie. Pewnym wytłumaczeniem stosowania herbicydów może być fakt obniżania się plonów na plantacjach niechronionych nawet do 70,0% [1]. Alternatywą stosowania dla wyłącznego chemicznego zwalczania chwastów w uprawie kukurydzy lub sorga może być wykorzystanie mechanicznej pielęgnacji.

2. Cel

Celem przeprowadzonych doświadczeń było określenie możliwości ograniczania zachwaszczenia w uprawie kukurydzy i sorga bez użycia herbicydów. Szukano odpowiedzi na ile skuteczna może być mechaniczna pielęgnacja międzyrzędzi w wyżej wymienionych roślinach uprawnych oraz czy ewentualnie spodziewana niższa skuteczność tego zabiegu może spowodować uzyskanie plonów na zadowalającym poziomie i tym samym gwarantować opłacalność ich uprawy.

3. Metodyka badań

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2002–2004 w uprawie kukurydzy i 2006-2007 w uprawie sorga, w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym w Gorzeniu, metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Wykonano je na glebie płowej zaliczanej do 4-tego kompleksu przydatności rolniczej (żytni bardzo dobry) oraz klasy bonitacyjnej IIIb. Obiektami doświadczalnymi w obu doświadczeniach były: obiekt kontrolny, na którym nie wykonywano żadnych zabiegów ograniczających zachwaszczenie oraz dwukrotna pielęgnacja mechaniczna międzyrzędzi. W latach doświadczeń przedplonem dla sorga była pszenica ozima i jęczmień jary natomiast dla kukurydzy każdego roku była pszenica ozima. Zabiegi agrotechniczne jakie zostały wykonane w czasie prowadzenia badań zostały przeprowadzone według standardowych zaleceń dla uprawy kukurydzy na ziarno i sorga uprawianego na kiszonkę.

W latach prowadzenia badań wystąpiła odpowiednia liczba gatunków chwastów (według EPPO powinny wystąpić co najmniej 4 szt/m²), co pozwoliło prawidłowo ocenić skuteczność badanych metod zastosowanych w doświadczeniu. Ocenę stanu zachwaszczenia wykonano corocznie na obiektach kontrolnych, jak i po przeprowadzeniu dwukrotnej pielęgnacji międzyrzędzi, na powierzchni 0,5 m², w terminie 3 do 4 tygodni po zastosowaniu drugiego zabiegu pielęgnacji mechanicznej. Analizę zachwaszczenia przeprowadzono wyrażając ją w ilości i masie chwastów występujących na obiektach doświadczalnych. Charakterystykę przebiegu warunków pogodowych w poszczególnych latach prowadzenia badań opracowano na podstawie pomiarów wykonanych w Stacji Meteorologicznej KURiR Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z siedzibą w Swadzimiu.

4. Wyniki badań

Warunki meteorologiczne jakie wystąpiły w latach prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1). W 2002 roku wystąpiły zmienne warunki wilgotnościowe w okresie wegetacji kukurydzy, co szczególnie było widoczne w lipcu i sierpniu, gdyż wymagania wodne dla tego gatunku nie zostały w pełni zaspokojone. W kolejnym roku prowadzenia badań wystąpiły w pierwszych trzech miesiącach uprawy kukurydzy niedogodne warunki wilgotnościowe, gdyż długotrwałe okresy półsuszy i suszy ograniczały jej rozwój, a obfite opady w lipcu nie były w stanie zrekompensować niższych opadów deszczu które wystąpiły w kwietniu, maju oraz czerwcu. W ostatnim roku prowadzenia badań w kukurydzy, szczególnie w początkowym okresie wegetacji wystąpiły sprzyjające warunki dla prawidłowego jej rozwoju. Natomiast w doświadczeniach z sorgiem przeprowadzonych w 2006 i 2007 roku wystąpiły dogodne warunki atmosferyczne. W okresie siewu i po wschodach roślin sorga średnia temperatura była powyżej 13°C i w pełni zaspokajała wymagania cieplne tej rośliny. W przypadku opadów deszczu również wystąpiły dogodne warunki, a rozkład ich

był odpowiedni do wymagań roślin sorga. Jedynie w 2007 roku zbyt obfite deszcze po siewie sorga spowodowały wykształcenie się skorupy ziemnej, przez którą nie mogły się przebić kiełkujące rośliny sorga i spowodowało to mniejszą obsadę roślin od zakładanej, która po wschodach wynosiła ok. 13 roślin na m². Taki układ pogodowy jaki wystąpił zarówno w uprawie kukurydzy, jak i sorga spowodował wystąpienie wystarczającej liczby i masy chwastów różnych gatunków, co pozwoliło ocenić skuteczność stosowania mechanicznej pielęgnacji międzyrzędzi. Najpowszechniej występującymi gatunkami chwastów w badaniach z kukurydzą i sorgiem w latach prowadzenia badań były: komosa biała (*Chenopodium album*), fiołek polny (*Viola arvensis*), rdest powojowaty (*Polygonum convolvulus*) z gatunków dwuliściennych oraz chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*) z chwastów jednoliściennych.

Analizując zachwaszczenie w uprawie kukurydzy można stwierdzić, że skuteczność pielęgnacji mechanicznej międzyrzędzi była niska. W latach prowadzenia badań wynosiła od 48,9% do 68,0% w stosunku do ogólnej liczby chwastów, i od 45,3% do 69,0% względem ogólnej masy chwastów (tab. 2). Tak niska skuteczność miała duży wpływ na uzyskany plon ziarna kukurydzy. W każdym roku, plon kukurydzy na obiekcie, gdzie zastosowano mechaniczną pielęgnację międzyrzędzi był istotnie wyższy od plonu na obiekcie kontrolnym. W 2002 roku, wystąpiło najmniejsze zachwaszczenie i to spowodowało uzyskanie zdecydowanie wyższych plonów ziarna kukurydzy w stosunku do dwóch kolejnych lat badań (tab. 4). Szczególnie 2004 rok charakteryzował się bardzo dużym zachwaszczeniem, co spowodowało uzyskanie bardzo niskiego plonu na obiekcie kontrolnym, na poziomie 8,6 dt/ha⁻¹. W tym samym roku, stosując dwukrotnie mechaniczną pielęgnację międzyrzędzi, uzyskano plon 51,4 dt/ha⁻¹ i należy podkreślić, że przy niskiej skuteczności ograniczania chwastów (poniżej 50%) zwyżka plonu na obiekcie chronionym była prawie sześciokrotna w stosunku do obiektu niechronionego.

Tab. 1. Opady (mm) oraz temperatura (°C) w ZDD Swadzim
Table 1. Rainfalls (mm) and temperature (°C) in Swadzim

Miesiąc Month	Sumy opadów Sum of rainfalls					Średnie temperatury Mean temperatures				
	2002	2003	2004	2006	2007	2002	2003	2004	2006	2007
Kwiecień – April	34,2	16,2	19,4	-	-	8,9	8,6	9,7	-	-
Maj – May	45,7	24,0	49,8	57,4	77,0	16,8	15,7	12,9	13,8	15,1
Czerwiec – June	38,1	40,4	51,3	26,9	59,6	18,1	19,2	16,1	18,7	19,3
Lipiec – July	29,6	97,7	49,4	23,1	87,0	20,6	19,8	18,2	24,4	18,9
Sierpień – August	56,1	5,8	53,6	100,7	48,1	21,4	20,0	20,1	17,7	19,3
Wrzesień – September	15,8	15,9	32,3	22,0	33,4	14,1	15,1	14,2	17,2	13,7
Październik – October	89,3	31,6	45,2	-	-	7,3	5,7	10,4	-	-
Suma opadów Sum of rainfalls	308,8	231,6	301,0	230,1	305,1	15,3	14,9	14,5	18,3	17,3

Tab. 2. Skuteczność ograniczania liczby i świeżej masy chwastów w uprawie kukurydzy (%)
Table 2. Effectiveness of weed control, number and fresh mass of weeds in maize (%)

Kombinacje Treatments	Liczba chwastów (skuteczność %) Number of weeds (efficacy %)				Świeża masa chwastów (skuteczność %) Fresh matter of weeds (efficacy %)			
	2002	2003	2004	Średnio Mean	2002	2003	2004	Średnio Mean
2 x pielęgnacja mechaniczna 2 x weeder	68,0	54,6	48,9	57,2	69,0	51,3	45,3	55,2

W uprawie sorga podobnie jak w kukurydzy występowały w największym nasileniu takie same gatunki chwastów. W doświadczeniach z sorgiem uzyskano znacznie wyższą skuteczność ograniczania chwastów w stosunku do ich liczby, a w masie była ona na podobnym poziomie jak w uprawie kukurydzy (tab. 3). W 2006 roku skuteczność względem liczby chwastów wynosiła 68,9%, a w kolejnym roku 74,4%. Natomiast w stosunku do masy chwastów w dwóch latach prowadzenia badań wystąpiły bardzo duże różnice, ponieważ w pierwszym roku uzyskano bardzo niską skuteczność (30,5%), a w drugim roku była ona na wysokim poziomie i wynosiła 82,8%. Pewien wpływ na tak duże różnice skuteczności w latach mógł mieć przebieg pogody, a w szczególności ilość opadów deszczu. W 2006 roku w miesiącach czerwiec i lipiec wystąpiły bardzo małe opady deszczu, które w decydujący sposób działały również na populację chwastów. Duże różnice uzyskano również w plonie świeżej masy sorga (tab. 5). W suchym 2006 roku zebrano znacznie niższe plony sorga niezależnie, czy to z obiektu kontrolnego, czy też chronionego w stosunku do 2007 roku. Przebieg pogody, jak i występujące chwasty pozwoliły na uzyskanie plonu na obiekcie, gdzie zastosowano mechaniczną pielęgnację międzyrzędzi na poziomie 49,6 t ha^{-1} w 2006 roku i 86,7 t ha^{-1} w 2007 roku.

5. Dyskusja wyników

Chwasty nierozłącznie towarzyszą każdej uprawianej roślinie przez człowieka. Odznaczają się przy tym wielostronną szkodliwością i w dużym stopniu decydują o efektach gospodarowania [9]. Aby te efekty były jak

najlepsze, rolą rolnika jest jak najlepiej i najskuteczniej chronić swoje uprawy, aby uzyskać zadowalające plony. Uwarunkowania prawne oraz coraz większe zainteresowanie społeczeństwa żywnością ekologiczną powoduje coraz częstsze odchodzenie od stosowania chemicznych metod ograniczania chwastów, szkodników oraz chorób powszechnie występujących na polach uprawnych. Najpowszechniejszą metodą ograniczającą występowanie chwastów niezależnie od zastosowanego sposobu, jest metoda agrotechniczno-mechaniczna. Można taki zabieg przeprowadzać ręcznie lub mechanicznie, szczególnie na większych powierzchniach. Jeden z takich sposobów został zastosowany w doświadczeniach w uprawie kukurydzy i sorga. Ze względu na siew tych roślin w szerokie rzędy oraz początkowy powolny rozwój tych roślin, jak najbardziej taka metoda może być zastosowana i w zależności od potrzeb może być wykonywana kilkakrotnie do momentu kiedy nie będziemy uszkadzać rośliny uprawnej [3]. Sposób wykonywania mechanicznej pielęgnacji nigdy nie gwarantuje 100% skuteczności zwalczania chwastów, ponieważ zabieg ten powinien być wykonywany w taki sposób aby nie uszkadzał rośliny uprawnej, a w szczególności jego systemu korzeniowego. Tym samym chwasty wschodzące w bliskim sąsiedztwie rośliny uprawnej nie są niszczone. W przeprowadzonych do tej pory badaniach wielu autorów, szczególnie w uprawie kukurydzy, podkreśla stosunkowo niską skuteczność ograniczania chwastów na poziomie 50% [4, 5, 6, 11]. Tę teorię potwierdzają również wyniki uzyskane w badaniach własnych, ponieważ średnia skuteczność ograniczania chwastów wynosiła 57,2% względem ich liczby i 55,2% w stosunku ich masy (tab. 2).

Tab. 3. Skuteczność ograniczania liczby i świeżej masy chwastów w uprawie sorga (%)

Table 3. Effectiveness of weed control, number and fresh mass of weeds in sorghum (%)

Kombinacje <i>Treatments</i>	Liczba chwastów (skuteczność %) <i>Number of weeds (efficacy %)</i>			Świeża masa chwastów (skuteczność %) <i>Fresh matter of weeds (efficacy %)</i>		
	2006	2007	Średnio <i>Mean</i>	2006	2007	Średnio <i>Mean</i>
2 x pielęgnacja mechaniczna <i>2 x weeder</i>	68,9	74,4	71,6	30,5	82,8	56,6

Tab. 4. Plon ziarna kukurydzy (dt ha^{-1})

Table 4. Yield of maize grain (dt ha^{-1})

Kombinacje / <i>Treatments</i>	Plon ziarna / <i>Grain yield</i>			
	2002	2003	2004	Średnio <i>Mean</i>
Kontrola / <i>Control</i>	63,7	28,5	8,6	33,6
2 x pielęgnacja mechaniczna <i>2 x weeder</i>	89,0	50,0	51,4	63,5
NIR _(0,05) - LSD _(0,05)	19,98	12,22	3,38	-

Tab. 5. Plon świeżej masy sorga (t ha^{-1})

Table 5. Fresh matter yield in sorghum (t ha^{-1})

Kombinacje / <i>Treatments</i>	Plon świeżej masy / <i>Fresh matter yield</i>		
	2006	2007	Średnio <i>Mean</i>
Kontrola / <i>Control</i>	40,9	68,4	54,6
2 x pielęgnacja mechaniczna <i>2 x weeder</i>	49,6	86,7	68,1
NIR _(0,05) - LSD _(0,05)	r.n.	13,75	-

Bardzo mało jest prac podejmujących możliwość stosowania mechanicznej pielęgnacji w uprawie sorga. Prawdopodobnie uzyskiwana niska skuteczność tego zabiegu (średnio 50%) w innych roślinach uprawnych nie zachęca rolników do stosowania tego typu ochrony i w tej roślinie. W Polsce w ostatnich dwóch-trzech latach zaczęto uprawiać sorgo na coraz większej powierzchni. Pewnym mankamentem uprawy tego gatunku w naszym kraju jest to, że większość dostępnych obecnie odmian nie dojrzewa i głównie sorgo może być wykorzystywane jako roślina typowo kiszonkowa. A ponieważ, nie ma zarejestrowanych żadnych herbicydów, które można stosować w Polsce w uprawie sorga, to jedyną możliwą według prawa, metodą ograniczającą zachwaszczenie może być mechaniczna pielęgnacja międzyrzędzi. W rolnictwie ekologicznym ten sposób ograniczający zachwaszczenie jest bardzo dobrze znany i powszechnie stosowany. Tym bardziej należy również podkreślić brak negatywnego wpływu pielęgnacji mechanicznej na roślinę chronioną, w porównaniu z wieloma herbicydami, które często powodują wysoką fitotoksyczność. Jak wykazują badania wykonane w 2006-2007 roku skuteczność mechanicznej pielęgnacji międzyrzędzi w stosunku do liczby chwastów była na podobnym poziomie i wynosiła 68,9% i 74,4% w stosunku do obiektu kontrolnego. Natomiast duże zróżnicowanie w skuteczności wystąpiło w stosunku do ogólnej masy chwastów, gdyż w 2006 roku wynosiła ona tylko 30,5%, natomiast w 2007 82,8%. Tak duże różnice można wytłumaczyć między innymi dużą populacją chwastów w 2006 w bliskim sąsiedztwie rośliny uprawnej, co dużym stopniu ujawniło się w późniejszym okresie wzrostu roślin sorga.

Skuteczność ograniczania występowania chwastów ma bardzo duży wpływ na uzyskiwane plony. Wielu autorów potwierdza, że stosowanie zabiegów ograniczających występowanie chwastów powoduje wyższą plonów [1, 12] Niektóre gatunki chwastów, takie jak np. komosa biała, chwastnica jednostronna, czy szarłat szorstki mogą powodować obniżenie plonu nawet do 70% [10]. Tak duży negatywny wpływ zachwaszczenia na wysokość uzyskiwanych plonów skłania do ograniczania ich występowania, co potwierdzają również badania własne przeprowadzone w uprawie kukurydzy i sorga. Stosując mechaniczną pielęgnację międzyrzędzi w kukurydzy uzyskano średnio 63,5 dt ha^{-1} , co stanowiło prawie 100% przyrostu plonu względem obiektu kontrolnego z którego zebrano 33,6 dt ha^{-1} (tab. 4). W uprawie sorga przyrost plonu na obiekcie chronionym w stosunku do kontroli nie był tak duży, jak w przypadku kukurydzy, ale średnio z dwóch lat po wykonaniu mechanicznej pielęgnacji międzyrzędzi uzyskano wyższy plon o ok. 13,5 t ha^{-1} (tab. 5).

6. Wnioski

1. Skuteczność chwastobójcza mechanicznej pielęgnacji międzyrzędzi w uprawie kukurydzy i sorga była średnio na niskim poziomie.
2. W uprawie kukurydzy w zależności od roku uzyskano poziom skuteczności względem liczby chwastów od

48,9% do 68,0%, a w stosunku do masy od 45,3% do 69,0%.

3. Plon ziarna kukurydzy zebrany po zastosowaniu mechanicznej pielęgnacji był istotnie wyższy (średnio w trzech latach o ok. 90%) niż na obiekcie kontrolnym i w zależności od lat kolejno, wynosił: 89,0; 50,0 oraz 51,4 dt ha^{-1} .
4. Zastosowanie mechanicznej pielęgnacji międzyrzędzi w sorgu powodowało uzyskanie średniej skuteczności na poziomie 71,6% względem liczby chwastów i 56,6% w stosunku do masy.
5. Plon świeżej masy sorga w latach prowadzenia badań był wysoki i po zastosowaniu pielęgnacji mechanicznej międzyrzędzi powodował średni przyrost ok. 25%. W 2006 roku uzyskano plon na poziomie 49,6 t ha^{-1} , a w 2007 – 86,7 t ha^{-1} .

7. Literatura

- [1] Adamczewski K., Skrzypczak G., Lisowicz F., Bubniewicz P.: Aktualne problemy ochrony kukurydzy w Polsce. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 450:63-78, 1997.
- [2] Dubas A.: Kukurydza w gospodarstwie wielkoobszarowym. PWRiL, Warszawa: 57-64, 1981.
- [3] Dubas A.: Szczegółowa uprawa roli i roślin – Kukurydza (8). Praca zbiorowa, Wydawnictwo AR Wrocław 1: 283-287, 2000.
- [4] Hruszka M.: Efektywność proekologicznych i chemicznych sposobów regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy pastewnej. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, cz. I, 490: 81-89, 2003.
- [5] Skrzypczak G.: Problem zwalczania chwastów w uprawie kukurydzy. Kukurydza (15): 20-21, 2000.
- [6] Samson R.A., Coulman B.E.: Herbicide banding, cultivation and interseeding as an integrated weed management system for corn. Proc. Annu. Northeast. Corn Improvement Conf. 44: 33-38, 1989.
- [7] Grant R., Stock R.: Harvesting corn and sorghum for silage. <http://ianrpubs.unl.edu/range/g1231.htm>, 1996.
- [8] Śliwiński B. J., Brzóska F.: Historia uprawy sorgo i wartość pokarmowa tej rośliny w uprawie na kiszonkę. Postępy Nauk Rolniczych. 1: 25-37, 2006.
- [9] Woźnica Z.: Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów. PWRiL, Poznań 2008.
- [10] Rola H.: Zależność wysokości plonów kukurydzy od okresu występowania w łanie *Echinochloa crus-galli* i *Amaranthus retroflexus*. Pam. Puław., 87: 15-170, 1986.
- [11] Sulewska H., Dubas A.: Agrotechniczne metody zwiększania skuteczności herbicydu Afalon 50 WP w uprawie kukurydzy. Progress in Plant Protection, vol. 37 (2):199-202, 1997.
- [12] Rola H., Gołębiowska H.: Nowe możliwości zwalczania *Elymus regens* w kukurydzy. Progress in Plant Protection, vol. 38 (2):718-720, 1998.