

WEED INFESTATION OF SORGHUM CULTIVATED IN ORGANIC FARMING

Summary

In the years 20010-2011 the study was carried out which aimed to evaluate the level of weed infestation of sorghum cultivated in organic farming depending on natural fertilization (20 and 40 t composted manure per 1 ha) and cultivation method: A – control object (without weed control), B - brush weeder (three times during the vegetation season), C - weeding hoe (three times during the season), D - brush weeder (two times during the season) and hiller. The study was conducted at the Institute of Soil Science and Plant Cultivation – Agricultural Experimental Station Grabow (Mazowieckie Voivodeship). The qualitative and quantitative analysis of weed infestation were done. Biomass ratio was also calculated and the relationship between sorghum yield and weed control at different cultivation method. The study showed that the largest weed infestation was on control objects whereas the mechanical cultivation of maize has contributed to significant reduction of number and weight of weeds. The smallest number of weeds was recorded on the object cultivated by brush weeder and hiller. This method of mechanic cultivation of sorghum allowed destruction of weeds mass by about 89%, which should be considered as an effective method of weed control in organic farming conditions. The dose of organic fertilization didn't influence the number and composition of weed species.

Key words: sorghum; cultivation; agricultural equipment; organic farming; fertilization; weeds; field experimentation

OCENA ZACHWASZCZENIA SORGO UPRAWIANEGO SYSTEMEM EKOLOGICZNYM

Streszczenie

W latach 20010-2011 przeprowadzono badania, których celem było ocena stopnia zachwaszczenia sorgo uprawianego ekologicznie, w zależności od dawki nawożenia organicznego (20 i 40 t przekompostowanego obornika na 1 ha) oraz sposobu mechanicznej pielęgnacji: A – obiekt kontrolny (bez zwalczania chwastów), B - pielnik szczotkowy, C - opielaacz, D - pielnik szczotkowy oraz obsypnik. Badania wykonano w RZD Grabów (woj. mazowieckie). Badania obejmowały ocenę składu gatunkowego chwastów, liczebności poszczególnych gatunków oraz oznaczenie świeżej i powietrznie suchej masy chwastów. Wyliczono również współczynnik biomasy oraz poszukiwano zależności pomiędzy plonem sorgo a zachwaszczeniem przy różnych sposobach pielęgnacji. Badania wykazały, że największe zachwaszczenie stwierdzono na obiektach kontrolnych, natomiast mechaniczna pielęgnacja przyczyniła się do istotnej redukcji masy i liczby chwastów. Najmniej chwastów zanotowano na obiektach, na których stosowano pielnik szczotkowy i obsypnik. Ta metoda mechanicznej pielęgnacji łanu pozwalała na zniszczenie ok. 89% masy chwastów, co należy uznać za skuteczną metodę odchwaszczania w warunkach rolnictwa ekologicznego. Wysokość dawki nawożenia organicznego nie wpłynęła znacząco na zróżnicowanie liczebności i składu gatunkowego chwastów.

Słowa kluczowe: sorgo; uprawa; narzędzia rolnicze; gospodarstwo ekologiczne; nawożenie; chwasty; badania polowe

1. Wstęp

W gospodarstwach ekologicznych prowadzących chów bydła mlecznego bardzo ważne jest zapewnienie odpowiedniej ilości pasz objętościowych o zwiększonej zawartości węglowodanów. Wynika stąd potrzeba uprawy roślin, które nadają się do produkcji kiszonek, zapewniających pasze energetyczne. Podstawową rośliną, która zapewnia taką paszę jest kukurydza, jednak w przypadku wystąpienia suszy w okresie wiosenno-letnim plon kukurydzy zmniejsza się nawet o połowę [14]. Dlatego też na glebach okresowo suchych alternatywną rośliną może być sorgo kiszonkowe, które ze względu na głębsze korzenie się oraz niższy współczynnik transpiracji wykazuje się mniejszą wrażliwością na suszę niż kukurydza [5, 9, 16]. Jak wykazały badania, sorgo wstrzymuje vegetację w czasie okresów suszy i kontynuuje wzrost wraz ze zwiększeniem się wilgotności gleby [2].

Sorgo, podobnie jak kukurydza, uprawiane w szerokiej rozstawie rzędów, charakteryzuje się powolnym początkowym tempem wzrostu, co stwarza korzystne warunki dla wzrostu i rozwoju konkurujących z nim chwastów. Najbar-

dziej skutecznym i szybkim sposobem ograniczenia zachwaszczenia tak w kukurydzy, jak i w sorgo jest stosowanie herbicydów [3, 13]. W gospodarstwach ekologicznych wykorzystywanie chemicznych środków ochrony roślin jest jednak niedozwolone, dlatego na poziom uzyskiwanych plonów i efekty ekonomiczne uprawy tego gatunku duży wpływ ma mechaniczna regulacja zachwaszczenia. W dotychczas przeprowadzonych badaniach w IUNG-PIB uzyskano zadawalające efekty ograniczania zachwaszczenia metodami mechanicznymi w ekologicznej uprawie kukurydzy [11].

Celem badań była ocena stopnia zachwaszczenia sorgo uprawianego w ekologicznym systemie gospodarowania, w zależności od sposobu mechanicznej pielęgnacji oraz dawki nawożenia organicznego.

2. Metodyka

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2010 - 2011 w RZD Grabów (woj. mazowieckie), metodą podbloków skrzyżowanych, w 4 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były dawki nawozu organicznego (obornik prze-

kompostowany) - 20 i 40 t·ha⁻¹. Czynnikiem II rzędu były sposoby pielęgnacji sorga:

A - kontrola – bez zwalczania chwastów,

B - pielnik szczotkowy 3-krotnie w sezonie - po wschodach sorgo – (1-2 liście), w fazie 4-6 liści oraz przy wysokości rośliny 25-30 cm,

C - opielacz (oszczędność) 3-krotnie w sezonie - po wschodach sorgo (1-2 liście), w fazie 4-6 liści oraz przy wysokości rośliny 25-30 cm,

D - pielnik szczotkowy 2-krotnie w sezonie – po wschodach sorgo (1-2 liście) i w fazie 4-6 liści oraz obsypnik przy wysokości rośliny 25-30 cm.

Doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej wytworzonej na glinie lekkiej, kompleksu żyniego bardzo dobrego, kl. III a. Zawartość w glebie przyswajalnego fosforu wynosiła (w mg na 100 g gleby) 11,5, potasu 12,6, magnezu 4,1, a zawartość próchnicy 1,34%. Odczyn gleby oznaczony w 1n KCL wynosił 6,0. Przedplonem była pszenica ozima. Siew sorgo wykonano w dniach 10 i 18 maja, zbiór w dniach 20 i 24 października.

Analizę zachwaszczenia ładu sorgo wykonywano w dwóch terminach w sezonie wegetacyjnym: tydzień po ostatnim zabiegu mechanicznym oraz przed zbiorem. Badania obejmowały ocenę składu gatunkowego chwastów, liczebności poszczególnych gatunków oraz oznaczenie świeżej i powietrznie suchej masy chwastów. Wykonano je z powierzchni 1 m² metodą ramkową, w 4 powtórzeniach. Dla porównania stopnia zachwaszczenia ładu w zależności od metody pielęgnacji wykorzystano współczynnik biomasy, obliczony według wzoru [6]:

$$\text{Współczynnik biomasy} = \frac{\text{biomasa rośliny uprawnej}}{\text{biomasa chwastów} + \text{biomasa rośliny uprawnej}} \times 100$$

Do wycień przyjęto powietrznie suchą masę części nadziemnych sorgo oraz chwastów z powierzchni 1 m². Istotności wpływu badanych czynników doświadczenia na masę chwastów oraz współczynnik biomasy oceniano za pomocą analizy wariancji, wyznaczając półprzedziały ufności testem Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

3. Wyniki i dyskusja

Stan zachwaszczenia sorgo zależał znacząco od sposobu pielęgnacji, ale również od przebiegu warunków pogodowych (tab. 1). W obu latach badań suma opadów była nierównomiernie rozłożona w sezonie wegetacyjnym. W 2010 r. zanotowano małą ilość opadów w czerwcu (54% średniej

sumy z wielolecia) oraz w lipcu (12%), natomiast duże opady wystąpiły w sierpniu, gdzie średnia suma z wielolecia dla tego miesiąca została przekroczona niemal trzykrotnie. W 2011 roku znacznie mniejsze od średniej opady deszczu zanotowano w sierpniu (47%) i wrześniu (7%), natomiast wyjątkowo mokry był lipiec (356%).

W obu latach badań największe zachwaszczenie w łąnie sorgo zanotowano na obiektach kontrolnych, natomiast mechaniczna pielęgnacja przyczyniła się do istotnego zmniejszenia masy chwastów (tab. 2, 3). Najbardziej skuteczną metodą mechanicznej pielęgnacji okazał się pielnik szczotkowy stosowany dwukrotnie w sezonie oraz dodatkowo obsypnik. Na obiektach tak pielęgowanych masa chwastów (świeża i sucha) została zredukowana w 2010 roku średnio o 88% w pierwszym terminie oznaczeń (tydzień po ostatnim zabiegu) i o 74% przed zbiorem, zaś w 2011 r. odpowiednio o 95 i 93% w porównaniu do obiektów nie odchwaszczanych. Dużą skutecznością w 2011 roku wykazał się również opielacz, gdzie po trzykrotnym zastosowaniu tego narzędzia masa chwastów zmniejszyła się średnio o 92% w pierwszym terminie oznaczeń i o 80% przed zbiorem, w porównaniu do obiektów kontrolnych. Nieco mniej efektywny był pielnik szczotkowy, który redukował masę chwastów średnio o 68%. W 2010 roku skuteczność zastosowanego opielacza oraz pielnika szczotkowego była mniejsza i redukowała zachwaszczenie średnio o 60%. Więcej gatunków niepożądanych w łąnie sorgo w 2010 roku związane było z mniej korzystnymi warunkami wilgotnościowymi, co przełożyło się również na nieco mniejszą efektywność stosowanych metod mechanicznej pielęgnacji ładu.

Dodatkowym czynnikiem mówiącym o stopniu zachwaszczenia rośliny uprawnej jest współczynnik biomasy. Najniższe wartości tego współczynnika stwierdzono dla obiektów kontrolnych, co świadczy o dużym udziale masy chwastów w ogólnym plonie biomasy sorgo na jednostce powierzchni, natomiast największymi wartościami współczynnika biomasy charakteryzowały się obiekty pielęgnowane za pomocą pielnika z obsypnikiem, choć na pozostałych obiektach odchwaszczanych wartość tego współczynnika również była bardzo wysoka (tab. 2, 3).

We wcześniejszych badaniach autorów [11] najskuteczniejszą metodą mechanicznej pielęgnacji kukurydzy było zastosowanie pielnika szczotkowego (dwukrotnie) i obsypnika (jeden raz). Na obiektach odchwaszczanych tym sposobem zanotowano najmniejszą masę i liczbę chwastów, zaś współczynnik biomasy był największy. Spośród metod mechanicznych najmniej skutecznym sposobem była pielęgnacja za pomocą opielacza.

Tab. 1. Warunki meteorologiczne w okresach wegetacji mieszanek
Table 1. Meteorological conditions in the periods of mixtures vegetation

Wyszczególnienie Specification	Miesiące / Months						Suma / Sum (IV-IX)
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Opady / Rainfall							
2010	30,1	53,4	38,2	10,0	219,5	13,8	365,0
2011	35,9	74,5	52,4	298,8	35,6	3,6	500,8
Średnia z wielolecia Many / year average	39,0	57,0	71,0	84,0	75,0	50,0	376,0
Temperatura / Temperature							
2011	9,0	13,6	17,4	22,4	17,9	15,5	16,0
2011	10,3	13,9	18,5	18,4	18,8	14,7	15,8
Średnia z wielolecia Many / year average	7,7	13,4	16,7	18,3	17,3	13,2	14,4

Tab. 2. Masa chwastów ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) i współczynnik biomasy w roku 2010
 Table 2. Weeds mass ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) in mixtures and biomass index in 2010

Sposób pielęgnacji łąnu Way of crop cultivation	Dawka obornika Dose of manure ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Świeża masa Fresh matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Sucha masa Dry matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Współczynnik biomasy Biomass index	tydzień po ostatnim zabiegu pielęgnacyjnym / one week after last cultivation method		przed zbiorem / before harvest	
					Świeża masa Fresh matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Sucha masa Dry matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Świeża masa Fresh matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Sucha masa Dry matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]
A – obiekt kontrolny control object	20	476,4	139,0	83,9	672,4	342,2	80,7	
	40	645,2	181,6	81,1	785,9	492,2	73,9	
B – pielnik szczotkowy brush weeder	20	198,4	62,8	92,8	356,6	132,2	92,6	
	40	292,6	84,0	91,2	359,5	131,6	92,6	
C – opielacz / weeding hoe	20	172,8	49,8	94,5	368,7	199,9	88,9	
	40	289,0	74,1	91,6	349,1	141,8	92,3	
D – pielnik + obsypnik brush weeder+hiller	20	88,4	24,8	97,0	462,7	107,1	93,7	
	40	98,4	24,0	97,3	288,4	117,0	93,5	
Średnia dla sposobu pielęgnacji / mean for way of crop cultivation								
A – obiekt kontrolny / control object		560,8 a	160,3 a	82,5 a	729,1 a	417,2 a	77,3 a	
B – pielnik szczotkowy / brush weeder		245,5 b	73,4 ab	92,0 b	358,1 b	131,9 b	92,6 b	
C – opielacz weeding hoe		230,9 b	62,0 b	93,0 b	358,9 b	170,8 b	90,6 b	
D – pielnik + obsypnik brush weeder+hiller		93,4 b	24,4 b	97,1 b	375,5 b	112,0 b	93,6 b	
Średnia dla dawki obornika / mean for dose of manure								
20		234,0 a	69,1 a	92,1 a	465,1 a	195,4 a	89,0 a	
40		331,4 a	90,9 a	90,3 a	445,7 a	220,6 a	88,1 a	

* - liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie / numbers in columns followed by the same letters do not differ significantly

Tab. 3. Masa chwastów ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) i współczynnik biomasy w roku 2011
 Table 3. Weeds mass ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) in mixtures and biomass index in 2011

Sposób pielęgnacji łąnu Way of crop cultivation	Dawka obornika Dose of manure ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Świeża masa Fresh matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Sucha masa Dry matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Współczynnik biomasy Biomass index	tydzień po ostatnim zabiegu pielęgnacyjnym one week after last cultivation method		przed zbiorem / before harvest	
					Świeża masa Fresh matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Sucha masa Dry matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Świeża masa Fresh matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	Sucha masa Dry matter [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]
A – obiekt kontrolny control object	20	981,6	146,3	82,7	712,5	218,6	76,6	
	40	1362,7	169,6	81,6	740,3	235,6	77,0	
B – pielnik szczotkowy brush weeder	20	501,6	65,5	95,0	217,0	56,7	95,7	
	40	337,7	47,0	96,3	225,2	69,3	94,7	
C – opielacz / weeding hoe	20	60,9	8,9	99,4	114,3	30,6	98,0	
	40	119,8	17,5	98,5	177,6	59,2	95,6	
D – pielnik + obsypnik brush weeder+hiller	20	23,0	3,4	99,7	86,7	23,7	98,1	
	40	71,7	12,2	99,2	93,3	26,3	97,8	
Średnia dla sposobu pielęgnacji; mean for way of crop cultivation								
A – kontrola / control object		1172,2 a	158,0 a	82,2 a	726,4 a	227,1 a	76,8 a	
B – pielnik szczotkowy / brush weeder		419,6 b	56,3 b	95,6 b	221,1 b	63,0 b	95,2 b	
C – opielacz / weeding hoe		90,4 c	13,2 b	98,9 b	145,9 b	45,0 b	96,8 b	
D – pielnik + obsypnik / brush weeder+hiller		47,4 c	7,8 b	99,4 b	50,2 b	15,2 b	98,0 b	
Średnia dla dawki obornika / mean for dose of manure								
20		391,8 a	56,0 a	94,2 a	284,9 a	78,2 a	92,1 a	
40		473,0 a	61,6 a	93,9 a	289,2 a	96,9 a	91,2 a	

* - liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie / numbers in columns followed by the same letters do not differ significantly

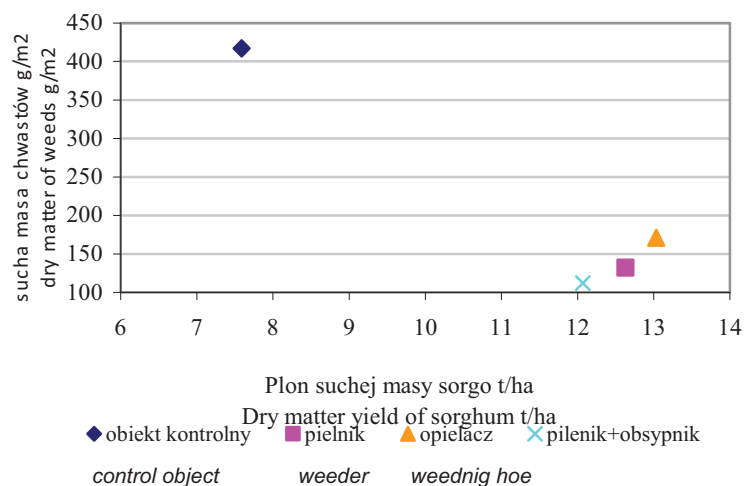
Dawka nawożenia organicznego nie wpływa istotnie na stan zachwaszczenia sorgo, przy czym w obu latach badań i na wszystkich obiektach większą masę chwastów zanotowano przy nawożeniu większymi dawkami przekompostowanego obornika ($40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). We wcześniejszych badaniach autorów również stwierdzono brak istotnego wpływu dawki nawozu organicznego na stan zachwaszczenia łąnu kukurydzy [11] oraz mieszanek strączkowo-zbożowych [12] w uprawie ekologicznej.

Zachwaszczenie było jednym z ważniejszych czynników ograniczających plonowanie sorgo. Na rys. 1 i 2 wykazano zależność pomiędzy zachwaszczeniem a plonem sorgo przy różnych sposobach pielęgnacji łąnu. Najniższe plony uzyskano na obiektach kontrolnych, gdzie zachwaszczenie było największe, natomiast wszystkie metody mechanicznej pielęgnacji okazały się skuteczne, przy czym najkorzystniejszą metodą okazała się pielęgnacja za pomocą opielacza. Zarówno w bardziej suchym 2010 r., jak i ko-

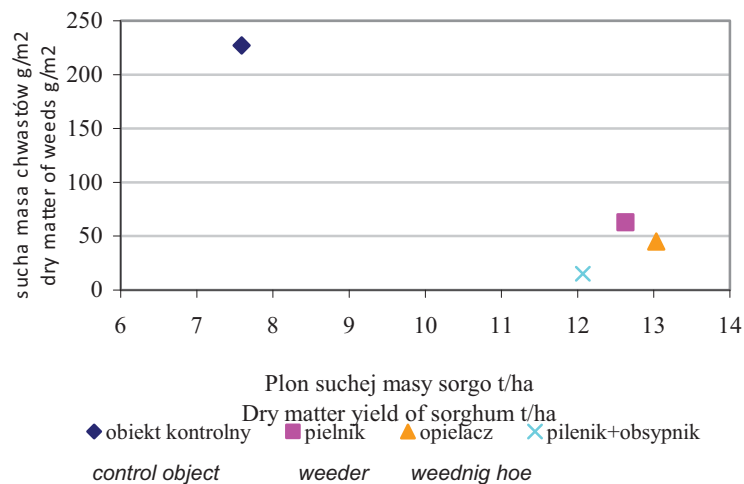
rzystniejszym pod względem wilgotnościowym 2011 r., sorgo odchwaszczane tą metodą wykazało się najwyższym poziomem plonowania przy względnie małym zachwaszczeniu. Nieco mniejsze zachwaszczenie zanotowano przy pielęgnacji łąnu sorgo za pomocą pielnika z obsypnikiem, jednak plony suchej masy również były o ok. 1 t·ha⁻¹ mniejsze. Według Adamczewskiego i in. [1] chwasty stanowią dla roślin uprawianych w szerokich rzędach największe zagrożenie spośród wszystkich agrofagów, ponieważ ograniczają ich wysoki, genetycznie uwarunkowany potencjał produkcyjny. Według Hruszki [4] każde 10 chwastów na 1 m² obniżało wydajność kukurydzy o blisko 0,57 t zielonej masy. W obu latach prowadzenia doświadczeń dominującymi gatunkami chwastów w pierwszym i drugim terminie oznaczeń w sorgo były: *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album* oraz *Egisetum arvense* (tab. 4-7). Największą liczbę oraz różnorodność gatunkową chwastów zanotowano na obiektach, na których nie stosowano mechanicznej pielęgnacji. W bardziej suchym 2010 r. liczba chwastów na 1 m² była mniejsza niż w drugim roku badań. W pierwszym ter-

minie oznaczeń zanotowano, średnio dla obu dawek obornika, 24,1 rośliny na 1 m² (tab. 4), natomiast przed zbiorem 16,5 (tab. 5).

Na obiektach odchwaszczanych mechanicznie liczba gatunków niepożądanych była znacznie mniejsza i wynosiła średnio 10,2 roślin na 1 m² w pierwszym terminie oznaczeń i 9,4 przed zbiorem przy pielęgnacji pilnikiem szczotkowym i odpowiednio 8,0 i 7,1 – przy wykorzystaniu opiełacza oraz 6,2 i 7,0 – po zastosowaniu pielnika z obsypnikiem. Z kolei w wilgotniejszym 2011 roku na obiekcie kontrolnym stwierdzono, średnio dla obu dawek obornika, 44,8 sztuk chwastów w przeliczeniu na 1 m² w pierwszym terminie oznaczeń (tab. 6) i 33,8 przed zbiorem (tab. 7). Na obiektach pielęgnowanych pielnikiem liczba chwastów wynosiła odpowiednio 17,8 i 12,0, opiełaczem – 9,8 i 17,5, zaś pielnikiem z obsypnikiem – 2,8 i 11,8. Nieco więcej roślin niepożądanych zanotowano w łąnie sorgo nawożonym dawką 40 t kompostowanego obornika na 1 ha w porównaniu do obiektów nawożonych dawką 20 t·ha⁻¹.



Rys. 1. Zależność między plonowaniem sorgo a suchą masą chwastów przy różnych sposobach pielęgnacji w 2010 r.
Fig. 1. The dependence between sorghum yielding and dry matter of weed in different cultivation method in 2010



Rys. 2. Zależność między plonowaniem sorgo a suchą masą chwastów przy różnych sposobach pielęgnacji w 2011 r.
Fig. 2. The dependence between sorghum yielding and dry matter of weed in different cultivation method in 2011

Tab. 4. Skład gatunkowy i liczebność chwastów (szt. \cdot m⁻²) w roku 2010 (tydzień po ostatnim zabiegu mechanicznym)
 Table 4. Weed species composition and number of weeds (plants \cdot m²) in 2010 (one week after last cultivation method)

Gatunek chwastu Weed species	A*	B	C	D	A	B	C	D
	Dawka obornika / dose of manure 20 t \cdot ha ⁻¹				Dawka obornika / dose of manure 40 t \cdot ha ⁻¹			
<i>Echinochloa crus-galli</i>	4,3	0,5	2,8	1,8	4,3	3,3	0,5	2,0
<i>Apera spica-venti</i>	0,3	1,3	-	-	-	0,5	-	0,3
<i>Chenopodium album</i>	11,0	2,3	1,3	1,0	6,6	3,3	2,5	1,5
<i>Matricaria inodora</i>	-	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Viola tricolor</i>	0,8	-	-	0,3	-	-	-	-
<i>Viola arvensis</i>	0,5	0,8	0,5	-	1,5	0,3	0,5	0,8
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	5,3	0,8	0,5	-	3,3	3,0	1,8	1,8
<i>Plantago lanceolata</i>	0,5	-	-	-	1,0	-	-	0,3
<i>Erigeron canadensis</i>	-	-	-	-	1,5	-	1,0	1,0
<i>Geranium dissectum</i>	0,3	-	-	-	0,3	-	-	-
<i>Solanum nigrum</i>	1,8	0,3	0,5	-	0,3	-	0,3	0,3
<i>Anthemis arvensis</i>	-	-	-	-	1,0	2,0	-	-
<i>Convolvulus arvensis L.</i>	0,3	-	-	-	-	-	-	0,3
<i>Eguisetum arvense L.</i>	1,5	0,8	1,0	0,3	-	0,3	2,5	0,3
<i>Datura stramonium L.</i>	0,5	0,3			1,3		0,3	0,3
Suma / Sum	27,1	7,6	6,6	3,4	21,1	12,7	9,4	8,9
Liczba gatunków / Number of species	13	10	7	5	11	8	9	12

* - patrz tab. 2 / see table 2

Tab. 5. Skład gatunkowy i liczebność chwastów (szt. \cdot m⁻²) w roku 2010 (przed zbiorem)
 Table 5. Weed species composition and number of weeds (plants \cdot m²) in 2010 (before harvest)

Gatunek chwastu Weed species	A*	B	C	D	A	B	C	D
	Dawka obornika / dose of manure 20 t \cdot ha ⁻¹				Dawka obornika / dose of manure 40 t \cdot ha ⁻¹			
<i>Echinochloa crus-galli</i>	4,5	2,5	1,8	0,8	5,3	4,0	1,3	1,3
<i>Chenopodium album</i>	4,3	2,5	4,5	3,0	7,0	2,3	1,0	3,0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,3	0,3	-	-	2,8	-	0,3	-
<i>Erigeron canadensis</i>	0,8	0,5	0,5	-	0,6	0,3	1,3	0,5
<i>Solanum nigrum</i>	2,5	0,5	0,3	1,0	3,5	3,8	1,3	1,0
<i>Taraxacum officinale</i>	0,3	-	-	-	0,5	-	-	-
<i>Eguisetum arvense L.</i>	1,3	-	1,8	2,0	-	2,0	-	1,3
Suma Sum	14,0	6,3	8,9	6,8	19,7	12,4	5,2	7,1
Liczba gatunków / Number of species	7	5	5	4	6	5	5	5

*patrz tab. 2 / see table 2

Tab. 6. Skład gatunkowy i liczebność chwastów (szt. \cdot m⁻²) w roku 2011 (tydzień po ostatnim zabiegu mechanicznym)
 Table 6. Weed species composition and number of weeds (plants \cdot m²) in 2011 (one week after last cultivation method)

Gatunek chwastu Weed species	A	B	C	D	A	B	C	D
	Dawka obornika / dose of manure 20 t \cdot ha ⁻¹				Dawka obornika / dose of manure 40 t \cdot ha ⁻¹			
<i>Echinochloa crus-galli</i>	26,0	11,0	4,5	1,5	37,0	12,0	6,5	3,5
<i>Agropyron repens</i>	-	-	-	-	2,5	-	0,5	-
<i>Geranium dissectum</i>	1,5	-	-	-	1,0	-	-	-
<i>Chenopodium album</i>	4,0	1,0	-	-	9,5	1,5	0,5	-
<i>Trifolium repens</i>	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lapsena communis</i>	-	-	-	-	-	0,5	-	-
<i>Matricaria inodora</i>	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	0,5	5,5	-	-	-	-	-	-
<i>Erigeron canadensis</i>	-	-	-	-	1,0	-	-	-
<i>Polygonum per Esicaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,5
<i>Polygonum aviculare</i>	0,5	-	-	-	0,5	-	-	-
<i>Anthemie arvensis</i>	-	-	-	-	0,5	-	-	-
<i>Brassica napus</i>	0,5	3,0	-	-	-	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	-	-	-	-	1,5	1,0	-	-
<i>Eguisetum arvense</i>	0,5	-	5,0	-	1,5	-	2,5	-
Suma Sum	34,5	20,5	9,5	1,5	55,0	15,0	10,0	4,0
Liczba gatunków / Numer of species	9	4	2	1	9	4	4	2

Tab. 7. Skład gatunkowy i liczebność chwastów (szt.·m⁻²) w roku 2011 (przed zbiorem)
 Table 7. Weed species composition and number of weeds (plants·m²) in 2011 (before harvest)

Gatunek chwastu <i>Weed species</i>	Dawka obornika / <i>dose of manure</i> 20 t·ha ⁻¹				Dawka obornika / <i>dose of manure</i> 40 t·ha ⁻¹			
	A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Echinochloa crus-galli</i>	24,0	5,5	2,5	2,0	21,5	5,5	4,0	0,5
<i>Digitaria sanguinalis</i>	-	-	-	0,5	0,5	0,5	-	-
<i>Agropyron repens</i>	-	-	-	-	0,5	-	-	0,5
<i>Poa Anna</i>	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Plantago major</i>	0,5	-	-	-	2,0	-	-	-
<i>Geranium dissectum</i>	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	-	-	-
<i>Viola arvensis</i>	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-
<i>Stellaria media</i>	-	2,0	-	1,5	-	0,5	0,5	0,5
<i>Chenopodium album</i>	4,5	0,5	-	1,0	6,0	2,0	0,5	0,5
<i>Matricaria inodora</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,5
<i>Sonchus asper</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,5
<i>Cirsium arvense</i>	-	1,0	1,5	1,0	-	-	0,5	-
<i>Veronica persica</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,5
<i>Solanum nigrum</i>	0,5	-	-	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Brassica napus</i>	0,5	-	-	2,0	0,5	-	-	-
<i>Filaginella uliginosa</i>	-	-	-	0,5	-	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	-	-	-	-	-	1,0	0,5	1,0
<i>Galinsoga parviflora</i>	-	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Eguisetum arvense</i>	1,0	0,5	10,5	7,0	3,0	3,0	13,5	0,5
Suma Sum	32,0	11,0	15,0	18,0	35,5	13,0	20,0	5,5
Liczba gatunków / <i>Numer of species</i>	8	8	4	11	10	7	7	10

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że skuteczność ograniczania zachwaszczenia w stosunku do masy chwastów wynosi średnio: dla pielnika szczotkowego (stosowanego trzykrotnie w sezonie wegetacyjnym) – 60%, dla opielacza (trzykrotnie w sezonie) – 72%, a dla pielnika (dwukrotnie w sezonie) z obsypnikiem (jeden raz) – 89%. Natomiast skuteczność odchwaszczania w stosunku do liczby chwastów wyniosła: dla pielnika – 56%, dla opielacza – 62%, natomiast dla pielnika z obsypnikiem – 73%.

Podstawą regulacji zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym jest mechaniczna walka z chwastami. Podobną skuteczność w ograniczaniu zachwaszczenia w łanie sorgo za pomocą metod mechanicznych (dwukrotne stosowanie pielnika) uzyskali Skrzypczak i in. [10]. Efektywność względem liczby chwastów wynosiła u tych autorów średnio 72%, natomiast masy chwastów 57%. Inne badania nad ograniczaniem zachwaszczenia w łanie roślin uprawianych w szerokich rzędach wskazują na średnią efektywność mechanicznych metod pielęgnacji. Adamczewski i in. [1] donoszą o skuteczności zabiegów mechanicznych na poziomie 50%, Hruszka [4] od 47 do 53%, zaś Waligóra i in. [15] ponad 60%. W badaniach własnych, skuteczność stosowanych metod mechanicznej pielęgnacji kukurydzy wynosiła: w przypadku pielnika szczotkowego średnio 72%, opielacza – 59%, zaś pielnika z obsypnikiem – 85% [11]. Według stosowanej obecnie oceny zniszczenia chwastów (wg EPPO) dopiero 80% skuteczność uważana jest za dobrą. Taką skuteczność, w stosunku do masy chwastów, uzyskano dla upraw sorgo po zastosowaniu pielnika dwukrotnie w sezonie i jeden raz obsypnika.

Mechaniczna pielęgnacja międzyrzędzi nigdy nie gwarantuje 100% skuteczności zwalczania chwastów, ponieważ zabieg ten musi być wykonywany w taki sposób, aby nie uszkodzić rośliny uprawnej i jej systemu korzeniowego. Dlatego też chwasty znajdujące się w bliskim sąsiedztwie rośliny uprawnej nie są niszczone. Należy jednak podkre-

ślić brak negatywnego wpływu pielęgnacji mechanicznej na roślinę uprawną, w porównaniu do ochrony herbicydami, które wykazują pewną fitotoksyczność, dlatego ten sposób ograniczający zachwaszczenie jest dobrze znany i powszechnie stosowany w rolnictwie ekologicznym.

W ciągu dwóch lat badań najbardziej uciążliwymi gatunkami w łanie sorgo były chwastnica jednostronna oraz komosa biała. Wielkość dawki nawożenia organicznego nie miała znaczącego wpływu na liczebność występowania tych gatunków. Chwastnica najliczniej występowała na obiektach kontrolnych w 2011 r. (tab. 6, 7). Zastosowanie mechanicznej pielęgnacji znacznie zmniejszyło występowanie tego gatunku, przy czym najbardziej efektywnym zabiegiem była pielęgnacja za pomocą pielnika z obsypnikiem, a najmniej – samego pielnika. Komosa biała również najliczniej występowała na obiektach kontrolnych, zwłaszcza w 2010 r., przy czym efektywność wszystkich metod mechanicznej pielęgnacji okazała się dobra. O skuteczności mechanicznej pielęgnacji w zwalczaniu masy chwastnicy jednostronnej i komosy białej donoszą Waligóra i in. [15] oraz Hruszka [4]. Chwastnica jednostronna, komosa biała i fiołek polny należą do grupy pospolitych i uciążliwych w zwalczaniu chwastów występujących w roślinach uprawianych w szerokich rzędach [7]. Komosa to jeden z gatunków, który może powodować obniżenie plonu kukurydzy nawet do 69% [8]. Tak duży negatywny wpływ zachwaszczenia na wysokość uzyskiwanych plonów skłania do poszukiwania skutecznych metod ograniczania ich występowania w roślinach uprawnych.

4. Wnioski

1. Mechaniczna pielęgnacja zasiewów sorgo istotnie zmniejszyła stopień zachwaszczenia w łanie. Skuteczność stosowanych metod, w stosunku do masy chwastów, wyniosła od 60 do 89%.

2. Najbardziej skuteczną metodą regulacji zachwaszczenia było zastosowanie pielnika szczotkowego (dwukrotnie w sezonie) i dodatkowo obsypnika (jeden raz). Zanotowano wówczas najmniejszą masę i liczbę chwastów, zaś współczynnik biomasy był największy. Największa zależność pomiędzy plonowaniem sorgo a zachwaszczeniem wykazano przy zastosowaniu opielacza (trzykrotnie w sezonie), gdzie redukcja masy chwastów wynosiła średnio 72%. Spośród badanych metod najmniej skutecznym sposobem była pielęgnacja za pomocą pielnika szczotkowego.

3. Wysokość dawki nawożenia organicznego nie wpłynęła znacząco na zróżnicowanie liczebności i składu gatunkowego chwastów. Nieco większą masę chwastów zanotowano na obiektach nawożonych wyższymi dawkami przekompostowanego obornika ($40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

4. W obu latach prowadzenia doświadczeń wystąpiły charakterystyczne gatunki chwastów dla roślin uprawianych w szerokich rzędach, przy czym najbardziej uciążliwe były *Echinochloa crus-galli* oraz *Chenopodium album*. Mechaniczna pielęgnacja zasiewów sorgo znacznie zredukowała liczbę tych osobników, przy czym w przypadku chwastnicy najbardziej skuteczne było zastosowanie pilnika szczotkowego z obsypnikiem, natomiast w przypadku komosy wszystkie metody były efektywne.

5. Bibliografia

- [1] Adamczewski K., Skrzypczak G., Lisowicz F., Bubiewicz P.: Aktualne problemy ochrony kukurydzy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, 450, s. 63-78.
- [2] Black J.R., Ely L.O., McCullough M.E., Sudweeks E.M.: Effect of stage of maturity and silage additives upon yield of gross and digestible energy in sorghum silage. J. Anim. Sci., 1980, 50, s. 617-624.
- [3] Gołębiowska H., Rola H.: Reakcja odmian kukurydzy na herbicydy w świetle badań prowadzonych w warunkach dolnego Śląska w latach 1992-2007. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 2008, 48(2), s. 590-601.
- [4] Hruszka M.: Efektywność proekologicznych i chemicznych sposobów regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy pastewnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2003, cz. I, 490, s. 81-89.
- [5] Meeske R., Basson H.M.: Research note; maize and forage sorghum as silage crops under drought conditions. Afr. J. Range Forage Sci., 1995, 12, s. 133-134.
- [6] Patriquin D.G.: Weed control in organic farming system. In: Weed management in agroecosystems: ecological approaches. Altieri M.A., Liebman M. (eds), CRC Press, Inc., 1988: 303-317.
- [7] Rola H., Rola J., Zalewski A.: Monitoring stanu i stopnia zachwaszczenia upraw rolniczych w Polsce. Post. Ochr. Roślin, 1999, 39 (1), s. 289-297.
- [8] Rola H.: Zależność wysokości plonów kukurydzy od okresu występowania w łanie *Echinochloa crus-galli* i *Amaranthus retroflexus*. Pam. Puł., 1986, 87, s. 155-170.
- [9] Singh B.R., Singh D.P.: Agronomic and physiological responses of sorghum maize and pearl millet to irrigation. Field Crops Res., 1995, 42, s. 57-67.
- [10] Skrzypczak W., Waligóra H., Szulc P.: Możliwości mechanicznego ograniczania zachwaszczenia w uprawie kukurydzy i sorgo w rolnictwie ekologicznym. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2008, 53(4), s. 67-70.
- [11] Staniak M., Książek J., Bojarszczuk J.: Zachwaszczenie kukurydzy w ekologicznym systemie uprawy. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2011, 56(4), s. 123-128.
- [12] Staniak M., Książek J.: Zachwaszczenie mieszanek strączkowo-zbożowych uprawianych ekologicznie. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2010, 55(4), s. 121-125.
- [13] Sulewska H., Koziara W.: Skuteczność wybranych herbicydów stosowanych powschodowo w kukurydzy. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 2006, 46(2), s. 243-246.
- [14] Śliwiński B., Brzóska F.: Historia uprawy sorgo i wartość pokarmowa tej rośliny w uprawie na kiszonkę. Post. Nauk Rol., 2006, 1, s. 25-37.
- [15] Waligóra H., Skrzypczak W., Szulc P.: Wpływ sposobu pielęgnacji na zachwaszczenie kukurydzy cukrowej. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2009, 54(4), s. 148-151.
- [16] 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, s. 627-636.