

**Mariola Staniak, Jolanta Bojarszczuk, Beata Feledyn-Szewczyk,
Adam Kleofas Berbeć, Jerzy Księżak**

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

ZACHWASZCZENIE KUKURYDZY W RÓŻNYCH SYSTEMACH PRODUKCJI*

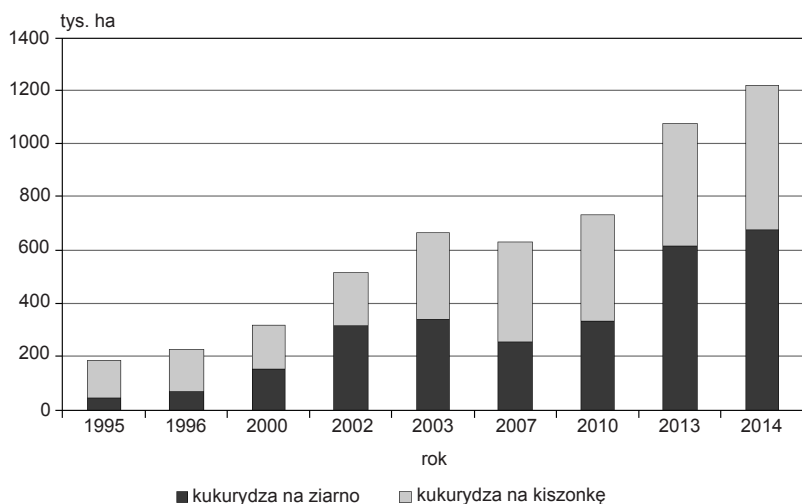
Słowa kluczowe: kukurydza, system konwencjonalny, system ekologiczny, flora segetalna

Wstęp

W Polsce po 2000 r. nastąpił dynamiczny wzrost powierzchni uprawy kukurydzy (rys. 1). W 2014 r. powierzchnia zasiewów tego gatunku wynosiła łącznie 1,2 mln ha i była o 13,3% wyższa niż w 2013 r. i 67,4% – niż w 2010 r. (28). Obecnie w ponad 103 tys. gospodarstw uprawiana jest kukurydza na ziarno, a w ponad 128 tys. – na zielonkę. Najwięcej kukurydzy na ziarno uprawia się w regionach Polski północno-zachodniej (173,9 tys. ha) i południowo-zachodniej (139,2 tys. ha), zaś na kiszonkę – w regionach centralnej (151,0 tys. ha) i wschodniej Polski (135,5 tys. ha) (rys. 2).

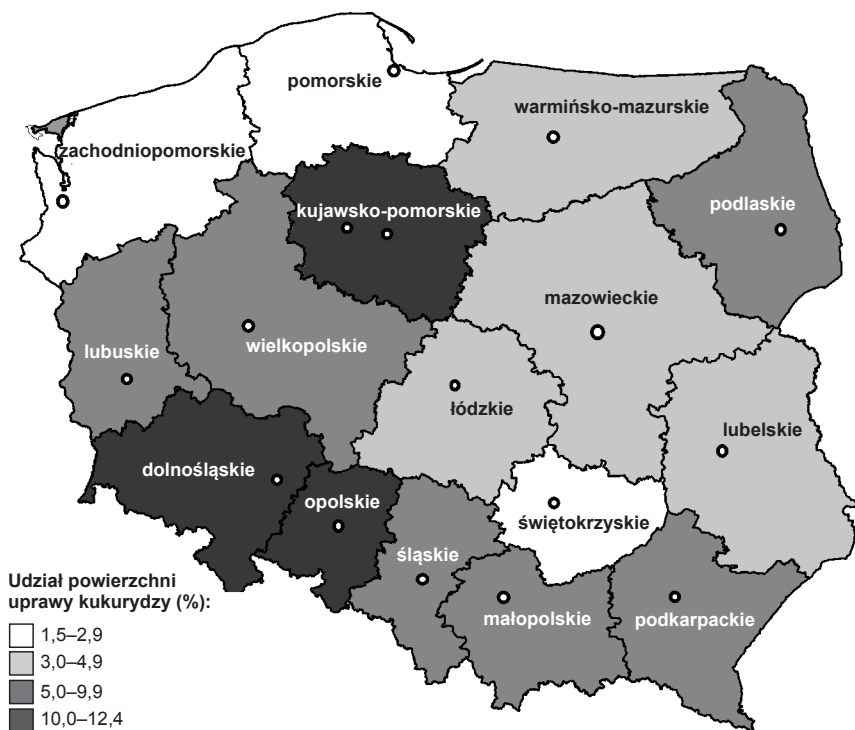
Kukurydza najlepiej rośnie na glebach dobrych, przepuszczalnych, ale w praktyce rolniczej często obserwuje się zasiewy tego gatunku także na glebach lekkich, gdzie wypiera żyto i mieszanki zbożowe, dając wyższy plon. Rosnącą konkurencyjność kukurydzy w stosunku do innych roślin zbożowych obserwujemy nie tylko na terenach o najlepszych warunkach klimatycznych, ale też w województwach północnych, gdzie ryzyko dojrzewania tego gatunku jest większe. Jedną z przyczyn zwiększającej się popularności kukurydzy wśród rolników, oprócz korzystnych dla roślin ciepłolubnych zmian klimatycznych, jest postęp biologiczny (3). Dzięki wyhodowaniu wczesnych, a jednocześnie plennych mieszańców ryzyko uprawy w mniej korzystnych warunkach jest coraz mniejsze. Ponadto zwraca uwagę fakt, że kukurydza w Polsce plonuje stosunkowo wysoko, od 30 do nawet 100%, wyżej niż inne zboża (tab. 1), dlatego jest chętnie uprawiana zwłaszcza w małych i średnich gospodarstwach (26).

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



Rys. 1. Zmiany w powierzchni zasiewów kukurydzy uprawianej na ziarno i na kiszonkę w Polsce w latach 1995–2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Rocznik Statystyczny Rolnictwa, 2014 (28)



Rys. 2. Udział powierzchni uprawy kukurydzy na ziarno w powierzchni zasiewów ogółem w 2014 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Rocznik Statystyczny Rolnictwa, 2014 (28)

Tabela 1

Średnie plony (dt·ha⁻¹) kukurydzy ziarnowej w Polsce na tle plonów ziarna innych zbóż

| Gatunek zboża | 2001–2005 | 2006–2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2013 (%) |
|-----------------|-----------|-----------|------|------|------|----------|
| Kukurydza | 57,5 | 56,6 | 71,8 | 73,5 | 65,8 | 100 |
| Pszenica ozima | 39,6 | 41,4 | 42,8 | 43,3 | 41,4 | 63 |
| Pszenżyto ozime | 32,9 | 33,5 | 33,9 | 34,2 | 33,5 | 51 |
| Jęczmień jary | 31,0 | 29,8 | 31,3 | 35,6 | 29,8 | 45 |

Źródło: Michalski, 2014 (26)

Flora segetalna w łanie kukurydzy

Wolny początkowy wzrost i rozwój kukurydzy, rzadki siew (7–10 roślin na 1 m²) oraz uprawa w szerokich rzędach (70–75 cm) stwarzają idealne warunki do rozwoju chwastów, konkurujących z nią o wodę i składniki pokarmowe, zwłaszcza do fazy 8-10 liścia (8, 35). Według A d a m c z e w s k i e g o i in. (2) chwasty stanowią dla kukurydzy największe zagrożenie spośród wszystkich agrofagów, ponieważ ograniczają jej wysoki, genetycznie uwarunkowany potencjał produkcyjny i pogarszają jakość plonu. Obecność chwastów na polu powoduje istotne straty plonów; do 13% przy stosowaniu metod zapobiegawczych, do blisko 30% w przypadku zaniechania jakiegokolwiek ochrony. Natomiast silna konkurencja ze strony gatunków uciążliwych i ich kompensacja na polu w skrajnych przypadkach może doprowadzić nawet do blisko 70% redukcji plonu ziarna kukurydzy (16). Zdaniem H r u s z k i (14), każde 10 sztuk chwastów na 1 m² obniża wydajność kukurydzy o blisko 0,57 t zielonej masy. Kukurydza należy do grupy roślin uprawnych późnego siewu, dlatego wiele gatunków chwastów, które charakteryzują się wczesnymi wschodami, może być zniszczonych zabiegami agrotechnicznymi już w czasie przygotowania gleby do siewu (1).

Skład zbiorowiska chwastów jest na ogół zróżnicowany, jednak wieloletnie obserwacje wskazują, że niektóre gatunki występują częściej w zasiewach kukurydzy niż innych roślin uprawnych. Są to: *Chenopodium album* (komosa biała), *Anthemideae* (rumianowate), *Elymus repens* (perz właściwy), *Echinochloa crus-galli* (chwastnica jednostronna), *Centaurea cyanus* (chaber bławatek), *Cirsium arvense* (ostrożeń polny), *Galium aparine* (przytulia czepna), *Sinapis arvensis* (gorczyca polna), *Thlaspi arvense* (tobołki polne), *Viola arvensis* (fiołek polny) (2). Inne gatunki, jak np. *Amaranthus retroflexus* (szarłat szorstki), *Galinsoga parviflora* (żóltlica drobnokwiatowa), *Polygonum* sp. (rdesty), *Stellaria media* (gwiazdnica pospolita) oraz *Setaria* sp. (włośnice) występują często regionalnie (2, 27). Wymienione wyżej taksony nie występują w jednakowym nasileniu w całej Polsce. Ich obecność zależy od szeregu czynników, takich jak: przedplon, typ gleby, technologia uprawy czy warunki klimatyczne. Dużym problemem w uprawie kukurydzy są zwłaszcza chwasty ciepłolubne, takie jak: *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria pumila* (włośnica sina) i *Setaria viridis* (włośnica zielona). *Amaranthus retroflexus* i *Chenopodium album*

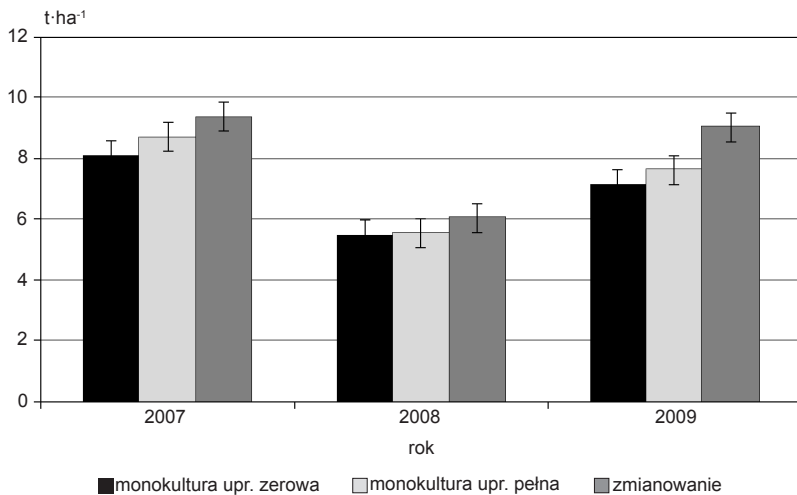
charakteryzują się bardzo dużą konkurencyjnością w stosunku do kukurydzy i szybko zachwaszczają jej zasiewy (2). Badania dotyczące progów szkodliwości *Echinochloa crus-galli* wskazują, że nawet kilka sztuk na 1 m² powoduje poważne straty w plonie kukurydzy. Według Adamczewskiego i in. (1) już 2–4 rośliny *Chenopodium album* na 1 m² mogą istotnie obniżyć plon rośliny uprawnej, a kilkanaście sztuk – nawet o 40–50%.

Zainteresowania uprawą kukurydzy w Polsce wynika również z możliwości uprawy tego gatunku w różnych systemach gospodarowania zarówno konwencjonalnym, jak i ekologicznym (12, 18, 22, 27). W systemie konwencjonalnym ukierunkowanym na maksymalizację zysków i związanym z dużym zużyciem środków produkcji, obserwuje się zmniejszanie różnorodności gatunkowej chwastów w agrocenozach (9). Jest to spowodowane głównie stosowaniem herbicydów, wysokimi dawkami nawozów azotowych oraz uproszczeniami zmianowań. Z kolei w systemie ekologicznym, bazującym na środkach pochodzenia naturalnego, nieprzetworzonych chemicznie, notuje się pozytywny wpływ tego systemu uprawy na różnorodność flory segetalnej (9). Istotnym elementem agrotechniki różnicującym porównywane systemy produkcji jest sposób ograniczania zachwaszczenia, ważnego czynnika znacząco wpływającego na poziom plonowania rośliny uprawnej (19).

System konwencjonalny (monokultura)

Kukurydza jest gatunkiem dobrze znoszącym uprawę po sobie (17, 21, 22, 23, 25). Według Księżaka (17) plony ziarna kukurydzy uprawianej w monokulturze były średnio o 10% niższe niż w trzyletnim zmianowaniu, a istotne różnice zanotowano tylko w jednym roku badań (rys. 3). Również inni autorzy wykazali kilkuprocentową obniżkę plonu ziarna w takich warunkach uprawy (13, 21). W Polsce jednak, ze względu na kompensację szkodliwych agrofagów, głównie chwastów, uprawa kukurydzy w dłuższej monokulturze nie jest zbyt popularna. Zdaniem Szulca i Dubasa (34), na stan zachwaszczenia kukurydzy uprawianej w 10-letniej monokulturze miała wpływ nie jej długość, tylko skuteczność stosowanych w poszczególnych latach herbicydów. Wzrost zachwaszczenia autorzy notowali w latach suszy, która wpływała na małą efektywność zastosowanych środków, zwłaszcza w początkowym okresie wegetacji kukurydzy. Spośród 12 gatunków chwastów występujących na polu w 10-letniej monokulturze kukurydzy dominującymi niemal we wszystkich latach były: *Chenopodium album* i *Viola arvensis*. Z kolei Gołębiewska i Kaus (12) w kukurydzy uprawianej w monokulturze obserwowali wzrost nasilenia *Echinochloa crus-galli* i *Chenopodium album* oraz pojawianie się nowych gatunków chwastów, takich jak *Solanum nigrum* i *Galeopsis tetrahit*. Zdaniem Roli i Roli (30) wieloletnia uprawa tej samej grupy roślin na jednym stanowisku oraz długotrwałe stosowanie tych samych herbicydów mogą doprowadzić do całkowitego wyeliminowania pewnych gatunków chwastów z danego ekosystemu i kompensacji tych,

których rytm rozwojowy oraz cechy morfologiczne i fizjologiczne są podobne do cech uprawianej rośliny.

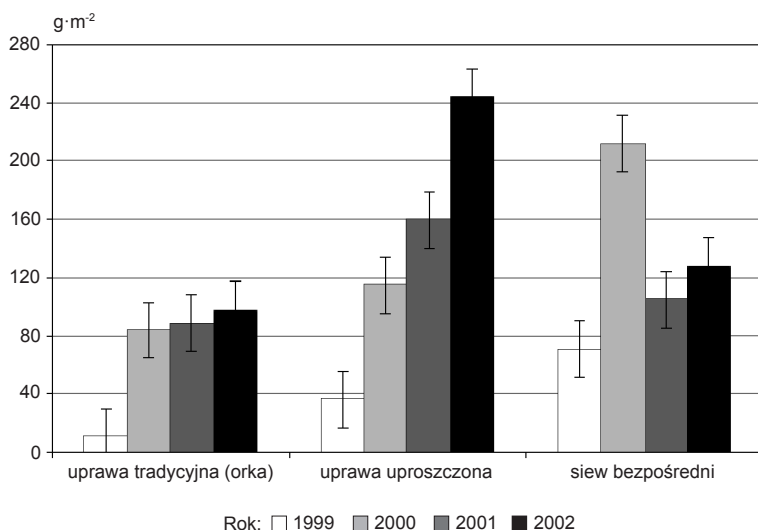


Rys. 3. Plony ziarna kukurydzy w zależności od sposobu przygotowania roli do siewu

Źródło: Książak, 2010 (17), zmodyfikowane

Kukurydza jest gatunkiem, który dobrze znosi uproszczenia w uprawie roli (15, 20, 21). Dążenie do uproszczeń uprawowych i odchodzenie od tradycyjnego płodozmiannu podyktowane jest względami organizacyjno-ekonomicznymi. Kosztowne i energochłonne systemy płuzne (orka jesienna pochłania 25–40% całkowitych nakładów na produkcję) coraz częściej zastępowane są różnymi uprawami uproszczonymi, aż do tzw. uprawy zerowej, czyli siewu bezpośredniego włącznie. Chociaż uproszczone systemy uprawy roli mają wiele zalet, takich jak: zmniejszenie nakładów pracy, ograniczenie stopnia mineralizacji materii organicznej, ochrona gleby przed erozją czy zmniejszanie glebowego banku nasion roślin segetalnych, to jednak mogą prowadzić do wielu negatywnych zmian, np. wzrostu gęstości i zwięzłości gleby, pogorszenia warunków termalnych, pogorszenia dostępności i wykorzystania składników z nawozów, a przez to mniejszego plonowania rośliny uprawnej oraz wzrost zachwaszczenia (rys. 4). Ponadto stosowanie dużej ilości herbicydów w systemach uproszczonych pociąga za sobą dwa niepożądane zjawiska: uodparnianie się chwastów na substancje aktywne i kompensację polegającą na zwiększonym występowaniu jednego lub dwóch gatunków chwastów na polu. Kompensacja występuje zazwyczaj wtedy, gdy na danym polu przez długi czas stosowany jest ten sam herbicyd, który niszcząc chwasty wrażliwe, daje możliwość rozwoju gatunkom odpornym na jego działanie (4, 30). W badaniach Gołębiowskiej i Kausa (12) kilkuletnia uprawa kukurydzy na tym samym stanowisku z zastosowaniem siewu bezpośredniego powodowała znaczne zwiększenie udziału gatunków dominujących: *Echinochloa crus-galli*, *Setaria viridis*

i *Chenopodium album* oraz zmniejszenie bioróżnorodności flory segetalnej w porównaniu z uprawą tego gatunku w systemie orkowym. Również Machul i Książak (22) wykazali, iż uprawa zerowa w monokulturze kukurydzy, w porównaniu z uprawą w zmianowaniu, powodowała zwiększone występowanie zarówno masy, jak i liczby chwastów, głównie *Conyza canadensis* oraz *Equisetum arvense*. Różni autorzy donoszą także o szybszym rozprzestrzenianiu się gatunków jednoliściennych i wieloletnich przy jednoczesnym ograniczaniu gatunków jednorocznych w warunkach bezpłujnej uprawy kukurydzy (5, 11, 38).



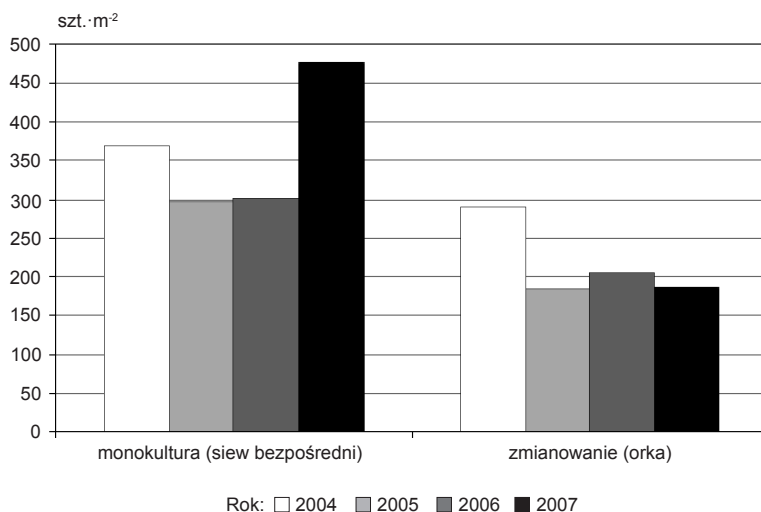
Rys. 4. Wpływ systemów uprawy roli na świeżą masę chwastów

Źródło: Bleharczyk i in., 2004 (6), zmodyfikowane

W uproszczonych systemach uprawy roli dobór odpowiednich herbicydów i właściwe ich aplikowanie jest zatem bardzo ważne. Rezygnacja z zabiegów uprawowo-pielęgnacyjnych stwarza bowiem odmienne warunki dla rozwoju roślin uprawnych i chwastów. Gołębiowska i Kaus (12) wykazali także, że przy wystąpieniu długotrwałych chłódów i niskiego uwilgotnienia w okresie wschodów uproszczenia uprawowe silnie ograniczały skuteczność chwastobójczą tradycyjnych środków chemicznych stosowanych w uprawie kukurydzy. Ponadto zaznaczają, że czasami w systemach uproszczonych skuteczność herbicydów może być obniżona, gdy gruba warstwa mulczy utrudnia działanie środków chemicznych. Zdaniem Unger (37), zmniejszenie zachwaszczenia w uprawach bezorkowych w porównaniu z konwencjonalnymi obserwowano po zastosowaniu herbicydów systemicznych, przenikających do rośliny poprzez części nadziemne. Taki efekt uzyskano jednak dopiero po kilku latach uprawy.

System konwencjonalny (zmianowanie)

Stosowanie płodozmianów różniących się doбором roślin regenerujących oraz intensywne zmiany w agrotechnice upraw rolniczych (w tym kukurydzy) istotnie wpływa na zmiany różnorodności gatunkowej chwastów, zaś aplikowane herbicydy jedynie ograniczają ich liczebność i masę (10, 33). Według Gołębiowskiej i Kausa (12), zbiorowisko chwastów kukurydzy uprawianej w zmianowaniu charakteryzowało się większą bioróżnorodnością (średnio za 4 lata – 17 gat. na pole) w porównaniu do monokultury (10 gat. na pole), a w kolejnych latach badań obserwowano niewielkie zmiany w liczebności i składzie gatunkowym flory segetalnej (rys. 5). Stwierdzono także większy wpływ zabiegów agrotechnicznych niż warunków siedliskowych na kształtowanie bioróżnorodności chwastów.



Rys. 5. Zmiany ilościowe w zbiorowisku chwastów w różnych technologiach uprawy kukurydzy
Źródło: Gołębiowska i Kaus, 2009 (12), zmodyfikowane

We współczesnej technologii uprawy kukurydzy w systemie konwencjonalnym stosowanie herbicydów jest podstawową metodą zwalczania chwastów. Zabiegi te są zaliczane do najbardziej opłacalnych w produkcji roślinnej. Badania Skrzypczaka i in. (31) oraz Waligóry i Szulca (40) wykazały, że plon ziarna kukurydzy pastewnej na obiektach chronionych różnymi herbicydami nie różnił się istotnie, natomiast był niemal trzykrotnie wyższy w porównaniu z plonami uzyskanymi z obiektów bez chemicznej pielęgnacji. W świetle obecnych wymogów eliminowanie zachwaszczenia z plantacji powinno być przeprowadzane zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin. Ogólne zasady IOR przedstawia Załącznik III Dyrektywy 2009/128/WE (7). Zgodnie z ogólnie przyjętą definicją integrowana ochrona roślin kładzie nacisk na uzyskanie zdrowych plonów przy minimalnych zakłóceniach funkcjonowania

ekosystemu rolniczego i zachęca do stosowania naturalnych sposobów zwalczania agrofagów. W pierwszej kolejności należy przeciwdziałać występowaniu organizmów szkodliwych lub minimalizować ich negatywny wpływ na rośliny uprawne, m.in. poprzez: prawidłowy płodozmian, stosowanie właściwych technik uprawy, dobór odmian, nawożenie, wapnowanie gleby, a zabieg chemiczny wykonuje się wtedy, gdy jest to konieczne, zwykle po przekroczeniu progów ekonomicznej szkodliwości danego agrofaga (obniżenie plonu kolb o 5%). Należy także uwzględnić wykorzystanie metod niechemicznych (biologiczne, fizyczne), jeśli istnieją i są skuteczne w stosunku do danej uprawy i agrofaga. W przypadku stosowania herbicydów trzeba pamiętać o właściwym doborze środków, zalecanych dawkach, terminach stosowania, redukcji ilości środka oraz o stosowaniu środków selektywnych należących do różnych grup chemicznych, co zapobiega zjawisku uodparniania się chwastów (24).

Najbardziej konkurencyjnym oddziaływaniem w stosunku do kukurydzy odznaczają się takie gatunki, jak: *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Cirsium arvense*, *Polygonum* sp., *Abutilon theophrasti* oraz gatunki jednoliścienne: *Echinochloa crus-galli* i *Elymus repens*. Progi szkodliwości najważniejszych gatunków chwastów przedstawiono w tabeli 2. Największe możliwości skutecznego zwalczania chwastów w kukurydzy uzyskuje się poprzez wykorzystanie herbicydów stosowanych nalistnie. Najczęściej zabiegi wykonuje się w fazie od 2 do 8 liści (BBCH 12-18). W tym czasie rośliny kukurydzy wykazują najmniejszą wrażliwość na środki chwastobójcze, a chwasty, z uwagi na zbliżoną fazę rozwojową, są skutecznie zwalczane (16). Ważny jest również przebieg warunków pogodowych w trakcie przeprowadzania zabiegu. Zdaniem Gołębiowskiej (10), wyniki badań uzyskane w doświadczeniach prowadzonych na różnych typach gleb świadczą o możliwości skutecznej regulacji zachwaszczenia poprzez stosowanie dawek minimalnych niezbędnych do ograniczania flory segetalnej. Autorka potwierdza również efektywność stosowania herbicydów metodą dawek dzielonych oraz precyzyjnie dobranych mieszanin herbicydów do regulacji zachwaszczenia w kukurydzy.

Tabela 2

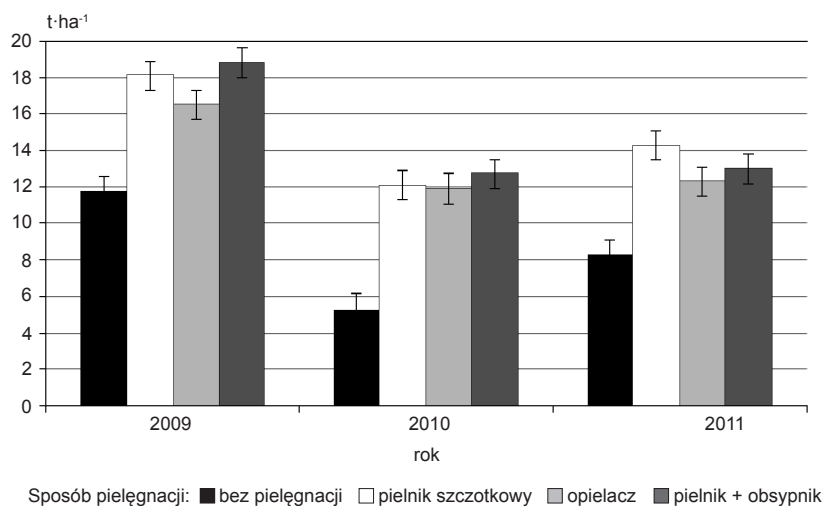
Progi ekonomicznej szkodliwości chwastów dla kukurydzy

| Gatunki chwastów | Progi szkodliwości (szt. · m ²) |
|---|---|
| <i>Chenopodium album</i> (komosa biała) | 2 |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> (szarłat szorstki) | 1–2 |
| <i>Cirsium arvense</i> (ostrożeń polny) | 1 |
| <i>Solanum nigrum</i> (psianka czarna) | 1 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> (chwastnica jednostronna) | 3–6 |
| <i>Fallopia convolvulus</i> (rdestówka powojowata) | kilkanaście |

Źródło: Kierzek, 2013 (16)

System ekologiczny

Integralną częścią gospodarstw prowadzonych według zasad ekologicznych są zwierzęta przeżywające, których zapotrzebowanie na pasze powinno być zaspokojone z gatunków uprawianych we własnym zakresie. W takich gospodarstwach na ogół występuje zwiększony udział trwałych użytków zielonych w strukturze użytków rolnych, ale konieczne jest także zapewnienie zwierzętom odpowiedniej ilości pasz energetycznych, takich jak kiszonka z kukurydzy. W gospodarstwach ekologicznych ochrona przed nadmiernym zachwaszczeniem należy do największych problemów agrotechnicznych (36). Zdaniem Książaka i in. (18) straty plonu ziarna kukurydzy spowodowane zachwaszczeniem wynosiły, w zależności od roku, od 37,1 do 56,5% (rys. 6). Skrzypczak i in. (31) wykazali straty na poziomie 47,1%, ale według Roli i Roli (29) w skrajnych przypadkach, mogą one sięgać nawet 70%.



Rys. 6. Plon suchej masy kukurydzy uprawianej w ekologicznym systemie produkcji, w zależności od sposobu mechanicznej pielęgnacji

Źródło: Książak i in., 2011 (18), zmodyfikowane

W ekologicznych zasiewach kukurydzy notowano występowanie charakterystycznych dla roślin uprawianych w szerokich rzędach gatunków chwastów, takich jak: *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Viola arvensis* czy *Fallopia convolvulus* (30, 31, 32, 39). Brak możliwości stosowania herbicydów w uprawach ekologicznych wymaga stosowania innych metod zarówno profilaktycznych (poprawny płodozmian, dobór odmian, termin i gęstość siewu, ściółkowanie), jak i różnych technik bezpośredniego zwalczania chwastów. Podstawową strategią

ograniczania zachwaszczenia powinny być wszelkiego rodzaju zabiegi agrotechniczne zmierzające do wzmocnienia rośliny uprawnej i jej konkurencyjności wobec gatunków niepożądanych, ponieważ nadmierne zachwaszczenie często jest skutkiem błędów agrotechnicznych (36). W przypadku kukurydzy sposób uprawy (siew w szerokich rzędach) oraz biologia tego gatunku (wolny początkowy wzrost) sprzyjają zachwaszczeniu, dlatego od wielu lat prowadzone są badania poświęcone rozwojowi nowych, bezpośrednich metod regulujących zachwaszczenie, także mechanicznych.

W badaniach własnych wykazano dużą skuteczność innowacyjnej maszyny – pielnika szczotkowego w pielęgnacji ładu kukurydzy (32). Jest to nowy rodzaj pielnika aktywnego, w którym elementami roboczymi są segmenty szczotki z polipropylenu rozmieszczone w odpowiednim rozstawie na osi łożyskowej na bokach ramy. Obracające się segmenty szczotki wrywają chwasty w międzyrzędziach i płytko spulchniają wierzchnią warstwę gleby, przerywając parowanie wody z gleby. Rzędy z rośliną uprawną są osłonięte specjalnymi osłonami w celu zabezpieczenia przed zasypywaniem i uszkodzaniem. Pielnik szczotkowy przeznaczony jest do mechanicznej pielęgnacji warzyw, ale sprawdza się także w uprawie kukurydzy, ponieważ szerokość i rozstaw segmentów szczotek można dostosować do międzyrzędzi o różnych szerokościach. W roku o optymalnych warunkach wilgotnościowych skuteczność pielnika szczotkowego stosowanego trzykrotnie w sezonie wegetacyjnym (po wschodach kukurydzy w fazie 1–2 liści, w fazie 4–6 liści oraz przy wysokości rośliny 25–30 cm) w ekologicznej uprawie kukurydzy wynosiła 65%, zaś w roku z niedoborami wody – 78%. Nieco lepsze efekty dawało dwukrotne zastosowanie pielnika szczotkowego w sezonie (po wschodach kukurydzy w fazie 1–2 liści oraz w fazie 4–6 liści) i jeden raz obsypnika (przy wysokości rośliny 25–30 cm). W bardziej mokrym roku efektywność zwalczania chwastów tą metodą wynosiła 77%, a w suchym – nawet 93% (tab. 3). O skuteczności zabiegów mechanicznych w pielęgnacji kukurydzy na poziomie od 47 do 53% donosi Hruszka (14). Natomiast Waligóra i in. (40), wykazali ponad 60,0%, a Skrzypczak i in. (31) 57,2% efektywności pielnika międzyrzędowego zastosowanego dwukrotnie w sezonie wegetacyjnym (tab. 4). Autorzy ci uznali jednak, że wynik ten był niesatysfakcjonujący w porównaniu z metodą chemiczną. Mechaniczna pielęgnacja roślin nigdy nie gwarantuje 100% skuteczności, ponieważ zabieg powinien być wykonywany w taki sposób, aby nie uszkadzał rośliny uprawnej, a w szczególności jej systemu korzeniowego. Tym samym chwasty znajdujące się w bliskim sąsiedztwie rośliny uprawnej nie są niszczone.

Tabela 3

Masa i liczebność chwastów w ekologicznej uprawie kukurydzy

| Sposób pielęgnacji | Świeża masa (g·m ⁻²) | Sucha masa (g·m ⁻²) | Liczebność (szt·m ⁻²) |
|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 2009 (rok wilgotny) | | | |
| Obiekt bez pielęgnacji | 661,0d* | 199,0c | 63,6 |
| Pielnik szczotkowy | 98,2b | 32,0a | 22,2 |
| Opielacz | 185,0c | 55,0b | 34,0 |
| Pielnik szczotkowy + obsypnik | 47,4a | 17,0a | 15,3 |
| 2010 (rok suchy) | | | |
| Obiekt bez pielęgnacji | 723,1c | 183,0c | 46,2 |
| Pielnik szczotkowy | 124,0b | 28,5b | 10,0 |
| Opielacz | 134,2b | 28,4b | 13,0 |
| Pielnik szczotkowy + obsypnik | 31,5a | 9,5a | 3,2 |

*liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie

Źródło: Staniak i in., 2011 (32)

Tabela 4

Skuteczność ograniczania liczby i świeżej masy chwastów w ekologicznej uprawie kukurydzy

| Sposób pielęgnacji | Liczba chwastów (skuteczność %) | | | | Świeża masa chwastów (skuteczność %) | | | |
|------------------------------|------------------------------------|------|------|---------|---|------|------|---------|
| | 2002 | 2003 | 2004 | średnio | 2002 | 2003 | 2004 | średnio |
| 2 x pielnik międzyrzędowy | 68,0 | 54,6 | 48,9 | 57,2 | 69,0 | 51,3 | 45,3 | 55,2 |

Źródło: Skrzypczak i in., 2008 (31)

Podsumowanie

Ograniczanie zachwaszczenia jest najważniejszym zabiegiem pielęgnacyjnym w uprawie kukurydzy. Obecność chwastów na polu powoduje istotne straty plonu ziarna, w skrajnych przypadkach sięgające nawet 70%. Zachwaszczeniu sprzyja szeroki rozstaw rzędów, rzadki siew i wolne tempo wzrostu w początkowym okresie wegetacji. Kukurydza jest zachwaszczana przez szereg gatunków chwastów dwuliściennych i jednoliściennych, z których najbardziej uciążliwymi są chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*) i komosa biała (*Chenopodium album*). Kompensacji dominujących gatunków chwastów sprzyja uprawa kukurydzy w monokulturze, zwłaszcza po zastosowaniu uproszeń uprawowych i siewu bezpośredniego, natomiast większą różnorodność gatunkową notuje się przy uprawie w zmianowaniu, zwłaszcza w ekologicznym systemie gospodarowania.

Literatura

1. Adamczewski K., Praczyk T., Rola H. Zwalczenie chwastów w kukurydzy. W: Technologia produkcji kukurydzy, A. Dubas (red.). Wieś Jutra, Warszawa 2004, s. 69-81.
2. Adamczewski K., Skrzypczak G., Lisowicz F., Bubniiewicz P.: Aktualne problemy ochrony kukurydzy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 63-78.
3. Adamczyk J., Rogacki J., Cygert H.: Postęp w hodowli kukurydzy w Polsce. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2010, **9(4)**: 85-91.
4. Blecharczyk A., Małecka I., Sawińska J.: Wpływ wieloletniego oddziaływania systemów uprawy roli na fizykochemiczne właściwości gleby. Fragm. Agron., 2007, **1**: 7-13.
5. Blecharczyk A., Małecka I., Sawińska Z., Zawada D.: Zachwaszczenie kukurydzy w zależności od uprawy roli i herbicydów. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2008, **48(1)**: 260-263.
6. Blecharczyk A., Małecka I., Skrzypczak G.: Wpływ uproszczonej uprawy roli na plonowanie i zachwaszczenie kukurydzy oraz na właściwości gleby. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2004, **3(1)**: 157-163.
7. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz.U. UE 24.11.2009 L 309/71)
8. 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.
9. Feledyn-Szewczyk B.: Wpływ sposobu użytkowania gruntów na różnorodność gatunkową flory segetalnej. Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG-PIB, 2013, **36**: 1-181.
10. Gołębiowska H.: Możliwości kontroli zachwaszczenia kukurydzy w integrowanym systemie gospodarowania. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2009, **18**: 103-114.
11. Gołębiowska H.: Diversity of weed infestation depending on maize cropping system. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2011, **10(1)**: 13-23.
12. Gołębiowska H., Kaus A.: Efektywność chemicznej regulacji zachwaszczenia w różnych systemach uprawy kukurydzy. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2009, **8(1)**: 3-16.
13. Griffith D.R., Kladvik E.J., Mannering J.V.: Long-term tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter, poorly drained soil. Agron. J., 1988, **80(4)**: 599-605.
14. Hruszka M.: Efektywność proekologicznych i chemicznych sposobów regulacji zachwaszczenia w zasiewach kukurydzy pastewnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. cz. I, 2003, **490**: 81-89.
15. Kapusta G., Krausz R., Matthews J.: Corn yield is equal in conventional, reduced, and no tillage after 20 years. Agron. J., 1996, **88**: 812-817.
16. Kierzek R.: Ograniczanie zachwaszczenia. W: Metodyka integrowanej ochrony kukurydzy dla producentów, P. Beres i M. Mrówczyński (red.). IOR-PIB, Poznań 2013, s. 13-20.
17. Książek J.: Assessment of maize yields as affected by seedbed preparation method. Pol. J. Agron., 2010, **2**: 33-40.
18. Książek J., Staniak M., Bojarszczuk J.: Ocena plonowania kukurydzy uprawianej systemem ekologicznym w zależności od sposobu pielęgnacji i dawki nawożenia organicznego. J. Res. Appl. Agric. Eng., 2011, **56(3)**: 227-231.
19. Kuś J., Stalenga J.: Perspektywy rozwoju różnych systemów produkcji rolniczej w Polsce. Biul. IHAR, 2006, **242**: 15-19.

20. Lithourgidis A., Tsatsarelis C., Dhima K.: Tillage effect on corn emergence, silage yield, and labor and fuel inputs in double cropping with wheat. *Crop Sci.*, 2005, **45**: 2523-2528.
21. Machul M.: Wpływ uproszczonej uprawy roli na efektywność plonowania kukurydzy oraz właściwości biologiczne, fizyczne i chemiczne gleby. *Post. Nauk Rol.*, 2005, **1**: 47-61.
22. Machul M., Księżak J.: Ocena plonowania kukurydzy w zależności od sposobu przygotowania roli i metody określenia dawki nawożenia azotem w warunkach monokultury i zmianowania. *Frag. Agron.*, 2007, **3**: 292-299.
23. Majchrzak L., Skrzypczak G., Pudełko J.: Zmiany w zachwaszczeniu kukurydzy w zależności od sposobu uprawy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2003, **490**: 153-161.
24. Matyjaszczyk E.: Obowiązek wprowadzenia integrowanej ochrony roślin i związane z nim szanse dla rolnictwa ekologicznego. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2011, **56(4)**: 37-40.
25. Menzel L., Dubas A.: Reakcja kukurydzy uprawianej w monokulturze na uproszczenia w uprawie roli. *Pam. Puł.*, 2003, **133**: 123-134.
26. Michalski T.: Kukurydza w roku 2014 – ostrożny optymizm. *Farmer.pl* – portal nowoczesnego rolnika 2014. www.farmer.pl
27. Revilla P., Landa A., Rodriguez V.M., Romay M.C., Ordás A., Malvar R.A.: Maize for bread under organic agriculture. *Spanish J. Agric. Res.*, 2008, **6(2)**: 241-247.
28. Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2014. GUS, Warszawa 2015.
29. Rola J., Rola H.: Dynamika chwastów segetalnych na polach uprawnych. *Mat. Symp. Nauk. Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych. Wrocław, 24–25.06.1987*, s. 131-148.
30. Rola J., Rola H.: Wpływ uproszczonej technologii uprawy kukurydzy i buraków cukrowych na stan zachwaszczenia wtórnego plantacji na Dolnym Śląsku. *Mat. 35. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin, cz. I, 1995*, s. 139-145.
31. Skrzypczak W., Waligóra H., Szulc P.: Możliwości mechanicznego ograniczania zachwaszczenia w uprawie kukurydzy i sorga w rolnictwie ekologicznym. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2008, **53(4)**: 67-70.
32. Staniak M., Księżak J., Bojarszczuk J.: Zachwaszczenie kukurydzy w ekologicznym systemie uprawy. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2011, **56(4)**: 123-128.
33. Stupnicka-Rodzyńkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A.: Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2004, **3(2)**: 235-245.
34. Szulc P., Dubas A.: Zachwaszczenie kukurydzy uprawianej w wieloletniej monokulturze. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2008, **48(1)**: 317-323.
35. Tański M., Idziak R.: Wpływ terminów regulacji zachwaszczenia na skuteczność chwastobójczą herbicydów i plon kukurydzy. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2009, **49(1)**: 349-352.
36. Tyburski J.: Strategie i sposoby ograniczania zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym. *Mat. XXXIX Konf. Nauk. Rejonizacja chwastów segetalnych. Biologia chwastów, UWM Olsztyn, 25–26.06.2015*, s. 22.
37. Unger P.W.: *Managing agricultural residues*. Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokio Mohler C.L. A model of the effects of tillage in emergence of weed seedlings. *Ecol. Appl.*, 1994, **3**: 53-73.
38. Vidal R.A., Baumann T.T.: Straw density in no-till affects soybean – weed interference. *Proc. of 3rd ESA Congress, Padova, 1994*, s. 268-269.

39. Waligóra H., Skrzypczak W., Szulc P.: Wpływ sposobu pielęgnacji na zachwaszczenie kukurydzy cukrowej. *J. Res. Appl. Agric. Engine.*, 2009, **54(4)**: 148-151.
 40. Waligóra H., Szulc P.: Skuteczność chemicznego zwalczania chwastów w kukurydzy cukrowej bez użycia triazyn. *Acta Sci. Pol., Agriculture*, 2008, **7(1)**: 111-118.
-

Adres do korespondencji:

dr hab. Mariola Staniak
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 81 47 86 795
e-mail: staniakm@iung.pulawy.pl