



¹ Wydział Inżynierii i Ekonomii, Państwowa Uczelnia Zawodowa im. Ignacego Mościckiego w Ciechanowie, Ciechanów, Polska

² Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Wydział Agrobiotechnologii i Nauk o Zwierzętach, Uniwersytet Przyrodniczo – Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce, Polska

* e-mail: rafal.gorski@puzim.edu.pl

RAFAŁ GÓRSKI ^{1*}, ANNA PŁAZA ², ROBERT RUDZIŃSKI ¹

Ocena plonowania i zachwaszczenia mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym uprawianych na zieloną masę w rolnictwie zrównoważonym

Evaluation of yield and weed infestation of field pea/spring triticale mixtures
grown for green matter in sustainable agriculture

Streszczenie: W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2016 – 2018 mające na celu określenie wpływu udziału komponentów w mieszance i terminu zbioru na zachwaszczenie oraz plon mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym. W doświadczeniu badano dwa czynniki: udział komponentów w mieszance: groch siewny – siew czysty 100%, pszenżyto jare – siew czysty 100%, groch siewny 75% + pszenżyto jare 25%, groch siewny 50% + pszenżyto jare 50%, groch siewny 25% + pszenżyto jare 75%; termin zbioru: faza kwitnienia grochu siewnego (BBCH 65), faza płaskiego zielonego strąka grochu siewnego (BBCH 79). Otrzymane wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż uprawa grochu siewnego w zasiewach mieszanych z pszenżytem jarym wpływa na zmniejszenie zachwaszczenia w łanie w porównaniu z grochem siewnym uprawianym w siewie czystym. Największy plon świeżej masy otrzymano z mieszanki grochu siewnego z pszenżytem jarym o 50-procentowym udziale obu komponentów, zebranej w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego.

Słowa kluczowe: mieszanka, groch siewny, pszenżyto jare, zachwaszczenie, plon

WSTĘP

Odchwaszczanie upraw zawsze było istotnym elementem rolnictwa. Wpływ chwastów na rośliny uprawne może być różny w zależności od uprawy oraz gatunków występujących chwastów [Harker 2001, Idziak i Michalski 2003, Nath i in. 2017], gdyż chwasty i rośliny uprawne konkurują ze sobą o światło, wodę i składniki odżywcze [Jäck i in.

2021]. Uprawa roślin bobowatych w siewie czystym charakteryzuje się na ogół dużym zachwaszczeniem. Zdaniem Spies i in. [2010] groch jest szczególnie narażony na konkurencję chwastów ze względu na późne zwieranie łanu. Badania przeprowadzone przez Harker [2001] wykazały obniżenie plonów grochu średnio o 46%, plonów rzepaku o 40% oraz plonów jęczmienia o 29% spowodowane występowaniem chwastów. Autor stwierdził również, że istotne straty w plonach występowały na 27% stanowisk jęczmienia, 40% rzepaku oraz 67% grochu. Zboża są bardziej konkurencyjne wobec chwastów pojawiających się na początku wegetacji ze względu na szybki rozwój łanu oraz wydzielanie związków allelopatycznych [Bouhaouel i in. 2015].

W wyniku rosnącej populacji ludności konieczne jest stosowanie zrównoważonych rozwiązań w celu uzyskiwania wysokich plonów roślin uprawnych, oraz wspierania skutecznych metod zwalczania chwastów bez narażenia środowiska [MacLaren i in. 2020]. Jednym z ekologicznych sposobów ograniczenia zachwaszczenia roślin bobowatych jest ich uprawa w zasiewach mieszanych ze zbożami. Wynika to z faktu, iż gatunki uprawiane w mieszankach wypełniają różne nisze ekologiczne w łanie [Saucke i Ackermann 2006], co sprzyja przechwytywaniu światła [Yu i in. 2022]. Dzięki temu komponenty mieszanki znacznie skuteczniej konkurują z chwastami [Wojciechowski i in. 2013, Ascı i Acar 2019]. Najczęściej stosowaną metodą ograniczania niepożądanych skutków konkurencji chwastów z roślinami uprawnymi jest stosowanie herbicydów [Little i in. 2021]. Jednak możliwość stosowania środków chemicznej ochrony roślin w mieszankach bobowato-zbożowych jest znacznie ograniczona ze względu na inne reakcje fizjologiczne roślin jedno i dwuliściennych [Kotecki 2014]. Dodatkowo, jak podają Délye i in. [2013], coraz częściej zaobserwować można globalne pojawianie się chwastów odpornych na substancję aktywną zawartą w herbicydach.

Istotnym aspektem przemawiającym za ograniczeniem stosowania herbicydów jest ich negatywny wpływ na środowisko oraz zagrożenie jakie powodują dla ludzi i zwierząt [Ogórek i in. 2019]. A zatem w uprawie mieszanek bobowato-zbożowych zaleca się mechaniczne zwalczanie chwastów [Sobkowicz i Tendziagolska 2022]. Mieszanki bobowato-zbożowe lepiej niż komponenty w siewach czystych wykorzystują zasoby gleby, dzięki czemu w znacznym stopniu ograniczają pobieranie substancji odżywczych przez chwasty [Alatürk 2020]. Efektywniejsze wykorzystanie dostępnych zasobów, takich jak składniki odżywcze i woda przez mieszanki bobowato-zbożowe [Ajal i in. 2021, Li i in. 2021] jak również pozytywne oddziaływanie roślin uprawianych w mieszance na siebie powoduje zwiększenie uzyskiwanych plonów [Kir i in. 2022]. W badaniach przeprowadzonych przez Bojarszczuk i in. [2017] wykazano istotny wzrost świeżej i suchej masy chwastów w łanie wraz ze wzrostem procentowego udziału rośliny bobowatej w mieszance. Duży wpływ na stopień zachwaszczenia mieszanek bobowato-zbożowych ma również termin zbioru. Jak dowodzi Płaza i in. [2018] mniejszą masę chwastów stwierdzono w łanie roślin zbieranych w fazie kwitnienia łubinu wąskolistnego w porównaniu ze zbiorem w fazie płaskiego zielonego strąka. Również Lejman i in. [2017] obserwowali niższy poziom zachwaszczenia łanu we wcześniejszych fazach rozwojowych.

W dostępnej literaturze brakuje badań oceniających stopień zachwaszczenia mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym uprawianych na zieloną masę. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu udziału komponentów w mieszance i terminu zbioru na zachwaszczenie i plonowanie mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym.

MATERIAŁY I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2016–2018 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie polowe przeprowadzono na glebie płowej, o odczynie lekko kwaśnym do obojętnego, wysokiej zasobności w przyswajalny fosfor i magnez oraz średniej zasobności w przyswajalny potas. Zawartość próchnicy wynosiła $13,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Doświadczenie polowe założono w układzie split-blok, w trzech powtórzeniach. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: udział komponentów w mieszance: groch siewny – siew czysty 100%, pszenżyto jare – siew czysty 100%, groch siewny 75% + pszenżyto jare 25%, groch siewny 50% + pszenżyto jare 50%, groch siewny 25% + pszenżyto jare 75%, termin zbioru: faza kwitnienia grochu siewnego (BBCH 65), faza płaskiego zielonego strąka grochu siewnego (BBCH 79). Liczba wysiewanych nasion/ziaren na 1 m^2 w poszczególnych obiektach doświadczalnych kształtowała się następująco: groch siewny – 126, pszenżyto jare – 564, groch siewny 95 + pszenżyto jare 141, groch siewny 63 + pszenżyto jare 282, groch siewny 32 + pszenżyto jare 423. Jesienią stosowano nawozy fosforowo-potasowe w dawkach zależnych od zasobności gleby, tj. $34,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$ i $99,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$. Wiosną przed siewem nasion stosowano nawożenie azotowe w dawce 30 kg N ha^{-1} na wszystkich obiektach, z wyjątkiem grochu siewnego uprawianego w siewie czystym. W fazie strzelania w źdźbło rośliny zbożowej, zastosowano 50 kg N ha^{-1} pod pszenżyto jare i $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ pod mieszanki grochu siewnego z pszenżytem jarym. Nasiona grochu siewnego (odmiana Roch) i pszenżyta jarego (odmiana Milewo) wysiewano w pierwszej dekadzie kwietnia. W celu regulacji zachwaszczenia stosowano mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne, tj. dwukrotne bronowanie przed i jedno po wschodach roślin broną średnią. Zbiór roślin uprawnych przeprowadzono zgodnie z drugim czynnikiem doświadczenia w fazie kwitnienia grochu siewnego (trzecia dekada czerwca) i fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego (pierwsza dekada lipca). Tuż przed zbiorem mieszanek, z dwóch losowo wybranych miejsc każdego poletka wyznaczonych ramką o wymiarach $1,0 \times 0,5 \text{ m}$ pobierano próby chwastów w celu oznaczenia ich liczby, świeżej i suchej masy oraz składu gatunkowego. Natomiast podczas zbioru mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym, na każdym poletku określono plon świeżej masy roślin uprawnych.

Otrzymane wyniki świeżej i suchej masy oraz liczby chwastów w łanie, składu gatunkowego chwastów i plonu świeżej masy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym poddano analizie wariancji dla układu split-block, w przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukeya, przy poziomie istotności $P \leq 0,05$. Do obliczeń statystycznych użyto algorytmów własnych pisanych w Microsoft Excel 12.0.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon świeżej masy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym był istotnie różnicowany przez badane czynniki doświadczenia. Analiza wyników wykazała również interakcję czynników doświadczenia oraz ich wpływ na plon świeżej masy mieszanek (tab. 1). Największy plon świeżej masy ($47,0 \text{ t ha}^{-1}$) zebrano z mieszanki grochu siewnego z pszenżytem jarym o udziale komponentów 50% + 50%. Zdaniem Tuna i Orak [2007]

Tabela 1. Wpływ udziału komponentów i terminu zbioru na plon świeżej masy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym (średnie z lat 2016–2018; t h⁻¹)Table 1. The effect of component share and harvest date on fresh weight yield of field pea/spring triticale mixtures (means across 2016–2018; t h⁻¹)

Udział komponentów w mieszance Component share in the mixture (%) [A]		Termin zbioru Harvest date [B]		Średnie Means
groch siewny field pea	pszenżyto jare spring triticale	faza kwitnienia grochu siewnego flowering stage of field pea (BBCH 65)	faza płaskiego zielonego strąka grochu siewnego flat pod green stage of field pea (BBCH 79)	
100	0	24,0	36,9	30,5
75	25	34,6	45,3	40,0
50	50	42,7	51,2	47,0
25	75	26,7	35,1	30,9
0	100	23,3	28,9	26,1
Średnie/Means		30,3	39,5	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}				
A		3,13		
B		1,64		
A × B		3,12		

oraz Krğa i in. [2019, 2021] zasiewy mieszane plonują lepiej niż siewy czyste, gdyż w większym stopniu wykorzystują zmienne warunki siedliska. W omawianym doświadczeniu własnym plon świeżej masy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym o udziale komponentów 75% + 25% i 25% + 75% był istotnie niższy niż z mieszanki o równym udziale obu komponentów, ale wyższy od plonu świeżej masy roślin uprawianych w siewach czystych. Podobne wyniki uzyskali Wang i in. [2020], gdzie badanymi mieszanekami były mieszanki owsa i wyki. Autorzy notowali wyższe plony świeżej masy z upraw mieszanek w porównaniu do upraw w siewach czystych. Termin zbioru także istotnie modyfikował plon świeżej masy mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym. Większy o 30,4% plon otrzymano z mieszanek zebranych w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego niż w fazie jego kwitnienia. Zbieżne jest to z obserwacjami Gecaitė i in. [2021], którzy zanotowali wzrost plonu zielonej masy mieszanek bobowato-zbożowych wraz z kolejnymi fazami rozwoju roślin. W badaniach własnych wykazano interakcję z której wynika, że największy plon świeżej masy otrzymano z mieszanki grochu siewnego z pszenżytem jarym o udziale komponentów 50 + 50% zebranej w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego, a najmniejszy z grochu siewnego i pszenżyta jarego zebranych w fazie kwitnienia rośliny bobowatej.

Świeża i sucha masa chwastów były istotnie różnicowane przez badane czynniki doświadczenia. Stwierdzono interakcję czynników doświadczenia i ich wpływ na badane cechy (tab. 2). Największą masę chwastów odnotowano w grochu siewnym uprawianym w siewie czystym. Wyniki badań własnych zbieżne są z wynikami badań Woj-

ciechowskiego i in. [2013] oraz Li i in. [2022], gdzie wykazano niższą masę chwastów w uprawach mieszanek bobowato-zbożowych w porównaniu do uprawy roślin bobowatych w siewach czystych. Groch siewny jest mało konkurencyjny wobec chwastów ze względu na powolny początkowy wzrost roślin grochu, stosunkowo szerokie linie międzywęźli oraz późny rozwój łanu konkurencyjnego [Šarūnaitė i in. 2013]. W badaniach własnych analogicznie, jak u Bailey-Elkin i in. [2021] oraz Kir i in. [2022], zwiększenie udziału rośliny zbożowej w mieszance z rośliną bobowatą spowodowało istotny spadek świeżej i suchej masy chwastów. Natomiast w łanie pszenżyta jarego oraz w mieszance grochu siewnego z pszenżytem jarym o udziale komponentów 25% + 75% odnotowano najmniejszą świeżą i suchą masę chwastów. Także Staniak i in. [2014] wskazują na mniejsze zachwaszczenie zbóż uprawianych w siewie czystym i w mieszankach z małym udziałem roślin bobowatych. W badaniach własnych spośród mieszanek, najmniejszą świeżą i suchą masę chwastów odnotowano w mieszance grochu siewnego z pszenżytem jarym o udziale komponentów 25% + 75%. Istotnie wyższą masę chwastów odnotowano w pozostałych mieszankach grochu siewnego z pszenżytem jarym. Jednak i w tych przypadkach zachwaszczenie łanu było istotnie mniejsze niż grochu siewnego uprawianego w siewie czystym. Zdaniem Bärberi i in. [2018] oraz Li i in. [2022] rośliny uprawiane w mieszankach skuteczniej ograniczają rozwój chwastów, ze względu na wytwarzanie większej biomasy oraz lepsze zwarcie łanu. W badaniach własnych także termin zbioru istotnie różnicował stopień zachwaszczenia łanu mieszanek grochu siewnego z pszenży-

Tabela 2. Świeża i sucha masa chwastów w łanie mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym w zależności od udziału komponentów i terminu zbioru (średnie z lat 2016–2018; g m⁻²)

Table 2. The fresh and dry weight of weeds in the canopy of field pea/spring triticale mixtures depending on the share of components and harvest date (means across 2016–2018; g m⁻²)

Udział komponentów w mieszance Component share in the mixture (%) [A]		Termin zbioru/ Harvest date [B]				Średnie Means	
		faza kwitnienia grochu siewnego flowering stage of field pea (BBCH 65)		faza płaskiego zielonego strąka grochu siewnego flat pod green stage of field pea (BBCH 79)			
groch siewny field pea	pszenżyto jare spring triticale	świeża masa fresh weight	sucha masa dry weight	świeża masa fresh weight	sucha masa dry weight	świeża masa fresh weight	sucha masa dry weight
100	0	54,2	23,5	73,6	33,6	63,9	28,6
75	25	48,0	21,4	60,4	29,4	54,2	25,4
50	50	42,8	19,5	55,7	26,1	49,3	22,8
25	75	36,2	17,7	42,6	22,3	39,4	20,0
0	100	32,7	15,9	40,3	19,4	36,5	17,7
Średnie/Means		42,8	19,6	54,5	26,2	–	–
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}							
Świeża masa/ Fresh weight			A – 3,42, B – 1,84, A × B – 4,02				
Sucha masa/ Dry weight			A – 2,12, B – 0,90, A × B – 2,78				

tem jarym. Podczas zbioru w fazie kwitnienia grochu siewnego w łanie mieszanek odnotowano mniejszą o 21,5% świeżą masę i o 25,2% suchą masę chwastów w porównaniu do łanu mieszanek zbieranych w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego. Również Carton i in. [2020] oraz Sobkowicz i Tendziagolska [2022] odnotowali w swoich badaniach mniejszą masę chwastów w mieszkankach bobowato-zbożowych we wcześniejszych fazach rozwojowych. W badaniach własnych wykazano interakcję z której wynika, że najmniejszą świeżą i suchą masę chwastów odnotowano w pszenzycie jarym oraz w mieszance grochu siewnego z pszenżyciem jarym o udziale komponentów 25% + 75% zebranych w fazie kwitnienia grochu siewnego, a największą w grochu siewnym zebranych w fazie płaskiego zielonego strąka.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ badanych czynników na liczbę chwastów w łanie mieszanek grochu siewnego z pszenżyciem jarym. Wykazano także interakcję czynników doświadczenia i ich wpływ na liczbę chwastów w łanie mieszanek (tab. 3).

Tabela 3. Wpływ udziału komponentów i terminu zbioru na liczbę chwastów w łanie mieszanek grochu siewnego z pszenżyciem jarym (średnie z lat 2016–2018; szt. m⁻²)
Table 3. The effect of component share and harvest date on number of weeds in the canopy of field pea/spring triticale mixtures (means across 2016–2018; pcs m⁻²)

Udział komponentów w mieszance Component share in the mixture (%) [A]		Termin zbioru Harvest date [B]		Średnie Means
groch siewny field pea	pszenżyto jare spring triticale	faza kwitnienia grochu siewnego flowering stage of field pea (BBCH 65)	faza płaskiego zielonego strąka grochu siewnego flat pod green stage of field pea (BBCH 79)	
100	0	26	32	29
75	25	23	28	26
50	50	20	25	23
25	75	18	22	20
0	100	16	20	18
Średnie/Means		21	25	-
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}				
A				2,2
B				0,9
A × B				2,8

Największą liczbę chwastów (29 szt. m⁻²) odnotowano w zasiewach grochu siewnego, a najmniejszą w pszenzycie jarym i w mieszance grochu siewnego z pszenżyciem jarym o udziale komponentów 25% + 75% odpowiednio 18 i 20 szt. m⁻². Jest to zbieżne z wynikami badań Wojciechowskiego i in. [2013] oraz Bojarczuk i in. [2017]. W badaniach własnych liczba chwastów w pozostałych mieszkankach była większa, ale mniejsza od liczby chwastów występującej w grochu siewnym. Również Amini i in. [2021] zanotowali w przeprowadzonym przez siebie doświadczeniu nad mieszkankami pszenicy z grochem

mniejszą liczbę chwastów w uprawach mieszanych w porównaniu z uprawą grochu siewnego w siewie czystym. Zwiększenie udziału pszenżyta jarego w mieszance z grochem siewnym powodowało zmniejszenie liczebności chwastów. Analogiczną zależność uzyskali w przeprowadzonym przez siebie doświadczeniu Arlauskienė i in. [2014]. Badania własne wykazały istotny wpływ terminu zbioru mieszanek na liczbę chwastów w łanie. Mniejszą o 16% liczbę chwastów odnotowano w łanie mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym zebranych w fazie kwitnienia grochu siewnego niż w fazie płaskiego zielonego strąka. Zbieżne zależności stwierdzili również w przeprowadzonych przez siebie badaniach Płaza i in. [2018]. Natomiast wyniki uzyskane przez Sobkowicza i Tendziagolską [2022] wykazały zmniejszenie liczby chwastów w łanie mieszanek bobowato-zbożowych wraz z kolejnymi fazami wzrostu mieszanek. Badanie przeprowadzone przez Šarūnaitė i in. [2013] nad mieszkankami grochu ze zbożami wykazały zmniejszenie liczby chwastów jednorocznych i wzrost liczby chwastów wieloletnich w łanie mieszanek w późniejszych fazach rozwojowych roślin. Należy więc przypuszczać, że zmiany liczby chwastów w łanie mieszanek bobowato-zbożowych w kolejnych fazach rozwojowych roślin uprawianych w mieszkankach zależą od ich gatunku. W badaniach własnych wykazano interakcję z której wynika, że najmniejszą liczbę chwastów odnotowano w pszenżycie jarym oraz w mieszance grochu siewnego z pszenżytem jarym o udziale komponentów 25% + 75% zebranych w fazie kwitnienia grochu siewnego, a największą w grochu siewnym zebranych w fazie płaskiego zielonego strąka.

Liczba dominujących gatunków chwastów była różnicowana przez udział komponentów w mieszance grochu siewnego z pszenżytem jarym oraz termin zbioru mieszanek (tab. 4, 5). Dominującym gatunkiem chwastów w łanie mieszanek w obu terminach zbioru był *Chenopodium album*. Podobne obserwacje odnotowali również Šarūnaitė i in. [2013]. W badaniach własnych średnia liczba danego gatunku chwastu w fazie kwitnienia grochu siewnego wynosiła 5 szt. m⁻², zaś w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego 8 szt. m⁻². Największą liczbę *Ch. album* w obu terminach zbioru stwierdzono

Tabela 4. Liczba dominujących gatunków chwastów w łanie mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym w fazie kwitnienia grochu siewnego (średnie z lat 2016–2018, szt. m⁻²)
Table 4. Number of dominant weed species in the canopy of field pea/spring triticale mixtures at the field pea flowering stage (means across 2016–2018, pcs m⁻²)

Udział komponentów w mieszance Component share in the mixture (%)		<i>Chenopodium album</i>	<i>Viola arvensis</i>	<i>Stellaria media</i>	<i>Thlaspi arvense</i>
groch siewny field pea	pszenżyto jare spring triticale				
100	0	8	6	5	4
75	25	6	4	4	3
50	50	5	4	4	4
25	75	4	3	3	5
0	100	4	4	3	3
Średnie/Means		5	4	4	4
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		1,3	0,9	0,8	0,9

Tabela 5. Liczba dominujących gatunków chwastów w łanie mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego (średnie z lat 2016–2018, szt. m⁻²)
 Table 5. Number of dominant weed species in the canopy of field pea/spring triticale mixtures at the field pea flat green pod stage (means across 2016–2018, pcs m⁻²)

Udział komponentów w mieszance Component share in the mixture (%)		<i>Chenopodium album</i>	<i>Viola arvensis</i>	<i>Stellaria media</i>	<i>Thlaspi arvense</i>
groch siewny field pea	pszenżyto jare spring triticale				
100	0	12	9	6	4
75	25	9	6	5	4
50	50	7	5	4	5
25	75	6	5	4	4
0	100	5	4	4	5
Średnie/Means		8	6	5	4
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		1,6	1,3	0,9	0,8

w uprawie grochu siewnego. W łanie podczas zbioru w fazie kwitnienia grochu siewnego najmniejszą liczbę *Ch. album* stwierdzono w pszenżycie jarym oraz w mieszankach o udziale komponentów grochu siewnego i pszenżyta jarego 25% + 75% oraz 50% + 50%.

W łanie mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym innymi występującymi chwastami były *Viola arvensis*, *Stellaria media* oraz *Thlaspi arvense*, których średnia liczba podczas zbioru we wcześniejszej fazie rozwojowej grochu siewnego wynosiła 4 szt. m⁻². Również w przypadku tych gatunków chwastów najmniejszą ich liczbę podczas zbioru w fazie kwitnienia grochu siewnego stwierdzono w uprawie pszenżyta jarego oraz w mieszankach o większym udziale pszenżyta jarego. W łanie mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym zebranych w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego, najmniejszą liczbę *Ch. album* odnotowano w pszenżycie jarym równą 5 szt. m⁻². Dodatkowo nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy mieszanką o 25-procentowym udziale grochu siewnego i uprawą pszenżyta jarego w siewie czystym. Podobnie jak w przypadku zbioru mieszanek w fazie kwitnienia grochu siewnego również podczas zbioru w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego w łanie mieszanek pozostałymi gatunkami chwastów były *V. arvensis*, *S. media* oraz *T. arvense*. Największą liczbę *V. arvensis* w łanie mieszanek zebranych w fazie płaskiego zielonego strąka stwierdzono w siewie czystym grochu siewnego, która wynosiła 9 szt. m⁻², najmniejszą zaś w pszenżycie jarym – 4 szt. m⁻². W przypadku tych gatunków chwastów nie stwierdzono również istotnej różnicy w ich liczbie w łanie pszenżyta jarego oraz mieszankach o równym udziale obu komponentów i mieszance o 75-procentowym udziale pszenżyta jarego. Łan mieszanek grochu siewnego w fazie płaskiego zielonego strąka charakteryzował się również największą liczbą *S. media*. Istotnie najniższą liczbę tych chwastów (4 szt. m⁻²) odnotowano w uprawie pszenżyta jarego, w mieszance o 75-procentowym udziale pszenżyta jarego oraz w mieszance o równym udziale obu komponentów. W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono jednoznacznej tendencji w przypadku zmian występowania *T. arvense* w łanie mieszanek zebranych w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego.

WNIOSKI

Uprawa grochu siewnego w zasiewach mieszanych z pszenżytem jarym wpływa na zmniejszenie zachwaszczenia w łanie w porównaniu do grochu siewnego uprawianego w siewie czystym. Mniejszym zachwaszczeniem charakteryzowały się mieszanki zebrane w fazie kwitnienia niż w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego. Dominującym gatunkiem chwastów występującym w mieszankach grochu siewnego z pszenżytem jarym był *Ch. album*. Największy plon świeżej masy otrzymano z mieszanki grochu siewnego z pszenżytem jarym o 50-procentowym udziale obu komponentów zebranej w fazie płaskiego zielonego strąka grochu siewnego.

PIŚMIENNICTWO

- Ajal J., Jäck O., Vico G., Weih M., 2021. Functional trait space in cereals and legumes grown in pure and mixed cultures is influenced more by cultivar identity than crop mixing. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 50, 125612. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2021.125612>
- Arlauskienė A., Šarūnaitė L., Deveikytė I., Kadžiulienė Ž., Maikštėnienė S., 2014. Suppression of annual weeds in pea and cereal intercrops as influenced by different growing conditions. *Agron. J.* 106(5), 1765–1774. <https://doi.org/10.2134/agronj13.0478>
- Amini E., Taab A., Radicetti E., 2021. Evaluation the effect of wheat intercropping with bitter vetch and grass pea on weed diversity and density under different soil tillage systems. *J. Plant Prot.* 35(2), 231–250. <https://doi.org/10.22067/JPP.2021.68035.1004>
- Alatürk F., 2020. Effects of mixture types and ratios in Hungarian vetch-cereal intercropping system on plant development and soil C/N ratios. *Comu. J. Agric. Fac.* 8(1), 203–211. <https://doi.org/10.33202/comuagri.687901>
- Asci O.O., Acar Z., 2019. Weed control in organic roughage production. *Turk. J. Agric. Res.* 6(1), 115–122. <https://doi.org/10.19159/tutad.475123>
- Bailey-Elkin W., Carkner M., Entz, M.H., 2021. Intercropping organic field peas with barley, oats, and mustard improves weed control but has variable effects on grain yield and net returns. *Can. J. Plant Sci.* 102(3), 515–528. <https://doi.org/10.1139/cjps-2021-0182>
- Bärberi P., Bocci G., Carlesi S., Armengot L., Blanco-Moreno J.M., Sans F.X., Storkey J., 2018. Linking species traits to agroecosystem services: a functional analysis of weed communities. *Weed Res.* 58(2), 76–88. <https://doi.org/10.1111/wre.12283>
- Bojarszczuk J., Książak J., Staniak M., 2017. Evaluation of weed infestation of triticale and pea mixtures grown for fodder seeds. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 62(3), 42–48.
- Bouhaouel I., Gfeller A., Fauconnier M.L., Rezgui S., Slim Amara H., du Jardin P., 2015. Allelopathic and autotoxicity effects of barley (*Hordeum vulgare* L. *spp. vulgare*) root exudates. *Bio-Control* 60, 425–436. <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9634-3>
- Carton N., Naudin C., Piva G., Corre-Hellou G., 2020. Intercropping winter lupin and triticale increases weed suppression and total yield. *Agriculture* 10(8), 316. <https://doi.org/10.3390/agriculture10080316>
- Délye C., Jasieniuk M., Le Corre V., 2013. Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. *Trends Genet.* 29(11), 649–658. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2013.06.001>
- Gecaitė V., Arlauskienė A., Cesevičienė J., 2021. Competition effects and productivity in oat–forage legume relay intercropping systems under organic farming conditions. *Agriculture* 11(2), 99. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020099>
- Harker K.N., 2001. Survey of yield losses due to weeds in central Alberta. *Can. J. Plant Sci.* 81(2), 339–342. <https://doi.org/10.4141/P00-102>

- Idziak R., Michalski T., 2003. Zachwaszczenie i plonowanie mieszanek jęczmienia jarego i owsa przy różnym udziale obu komponentów w zasiewie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 490, 99–104.
- Jäck O., Ajal J., Weih M., 2021. Altered nitrogen availability in pea-barley sole- and intercrops changes dominance of two nitrophilic weed species. *Agronomy* 11(4), 679. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040679>
- Kir H., Yilar M., Yavuz T., 2022. Comparison of alternative sowing methods in hungarian vetch and triticale cultivation in terms of yield and weed biomass. *Gesunde Pflanz.* 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10343-022-00696-1>
- Kotecki A. (red.), 2014. Współrzędna uprawa bobiku i łubinu żółtego z pszenżytem jarym. Wyd. UP Wrocław, ss. 104.
- Krga I., Simić A., Mandić V., Bijelić Z., Dželetović Ž., Vasiljević S., Adžić S., 2019. Forage yield and protein content of different field pea cultivars and oat mixtures grown as winter crops. *Turkish J. Field Crop.* 24(2), 170–177. <https://doi.org/10.17557/tjfc.643524>
- Krga I., Simić A., Dželetović Ž., Babić S., Katanski S., Nikolić S.R., Damjanović J., 2021. Biomass and protein yields of field peas and oats intercrop affected by sowing norms and nitrogen fertilizer at two different stages of growth. *Agriculture* 11(9), 871. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090871>
- Lejman A., Sobkowicz P., Ogórek R., 2017. Różnorodność gatunkowa chwastów w mieszance jęczmienia z grochem w zależności od sposobu regulacji zachwaszczenia. *Fragm. Agron.* 34(4), 105–116.
- Li X., Wang Z., Bao X., Sun J., Yang S., Wang P., Wang C., Wu J., Liu X., Tian X., Wang Y., Li J., Wang Y., Xia H., Mei P., Wang X., Zhao J., Yu R., Zhang W., Che Z., Gui L., Callaway R.M., Tilman D., Li L., 2021. Long-term increased grain yield and soil fertility from intercropping. *Nat. Sustain.* 4, 943–950. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00767-7>
- Li B., Liu X., Xu X., Zhao B., Li Z., 2022. Weed suppression and plant interaction in foxtail millet and mung bean intercropping system. *For. Chem. Rev.* 575–586.
- Little N., DiTommaso A., Westbrook A., Ketterings Q., Mohler C., 2021. Effects of fertility amendments on weed growth and weed–crop competition: A review. *Weed Sci.* 69(2), 132–146. <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.1>
- MacLaren C., Storkey J., Menegat A., Metcalfe H., Dehnen-Schmutz K., 2020. An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 40(24), 1–29. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00631-6>
- Nath C.P., Das T.K., Rana K.S., Bhattacharyya R., Pathak H., Paul S., Meena M.C., Singh S.B., 2017. Weed and nitrogen management effects on weed infestation and crop productivity of wheat–mungbean sequence in conventional and conservation tillage practices. *Agric. Res.* 6, 33–46. <https://doi.org/10.1007/s40003-017-0246-x>
- Ogórek R., Lejman A., Sobkowicz P., 2019. Effect of the intensity of weed harrowing with spike-tooth harrow in barley-pea mixture on yield and mycobiota of harvested grains. *Agronomy* 9(2), 103. <https://doi.org/10.3390/agronomy9020103>
- Płaza A., Gąsiorowska B., Cybulska A., Rzążewska E., Górski R., 2018. Zachwaszczenie i plonowanie mieszanek łubinu wąskolistnego z żytem jarym uprawianych na zieloną masę. *Prog. Plant Prot.* 58(4), 241–246. <https://doi.org/10.14199/ppp-2018-032>
- Saucke H., Ackermann K., 2006. Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (*Camelina sativa*). *Weed Res.* 46(6), 453–461. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2006.00530.x>
- Šarūnaitė L., Deveikytė I., Arlauskienė A., Kadžiulienė Ž., Maikštėnienė S., 2013. Pea and spring cereal intercropping systems: advantages and suppression of broad-leaved weeds. *Pol. J. Environ. Stud.* 22(2), 541–551.
- Sobkowicz P., Tendziagolska E., 2022. The effect of timing and intensity of weed harrowing in triticale-lupin mixture on weeds and crops. *Agric. Food Sci.* 31(1), 12–23. <https://doi.org/10.23986/afsci.113476>

- Spies J.M., Warkentin T., Shirtliffe S., 2010. Basal branching in field pea cultivars and yield-density relationships. *Can. J. Plant Sci.* 90(5), 679–690. <https://doi.org/10.4141/CJPS09195>
- Staniak M., Bojarszczuk J., Książak J., 2014. The assessment of weed infestation of oats-pea mixtures grown in organic farm. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 59(4), 83–88.
- Tuna C., Orak A., 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.)/oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. *J. Agric. Biol. Sci.* 2(2), 14–19.
- Wang Z., Jiang H., Shen Y., 2020. Forage production and soil water balance in oat and common vetch sole crops and intercrops cultivated in the summer-autumn fallow season on the Chinese Loess Plateau. *Eur. J. Agron.* 115, 126042. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126042>
- Wojciechowski W., Kozak M., Białkowska M., Ćwiartniewska M., 2013. Wpływ mieszanek strączkowo-zbożowych na zachwaszczenie łąnu. *Prog. Plant Prot.* 53(1), 110–114.
- Yu R.P., Yang H., Xing Y., Zhang W.P., Lambers H., Li L., 2022. Belowground processes and sustainability in agroecosystems with intercropping. *Plant Soil* 476, 1–26. <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05487-1>

Summary: The paper presents the results of a 2016–2018 study to determine the effect of the share of components in the mixture and the harvest date on the weed infestation and yield of mixtures of field pea with spring triticale. Two factors were studied in the experiment: the proportion of components in the mixture: field pea – clean sowing 100%, spring triticale – clean sowing 100%, field pea 75% + spring triticale 25%, field pea 50% + spring triticale 50%, field pea 25% + spring triticale 75%; harvesting date: flowering stage of field pea (BBCH 65), flat green pod stage of field pea (BBCH 79). The results obtained allow us to conclude that the cultivation of pea in mixed sowings with spring triticale reduces the weed infestation in the canopy compared to pea grown in pure sowing. The highest fresh matter yield was obtained from the mixture of field pea and spring triticale with 50% share of both components, harvested at the stage of flat green pod of field pea.

Key words: field pea, spring triticale, mixtures, weed infestation, yield

Otrzymano/Received: 13.09.2022

Zaakceptowano/Accepted: 21.12.2022