

WPLYW UGNIATANIA ORAZ ZRÓŻNICOWANEJ UPRAWY ROLI NA ZACHWASZCZENIE WTÓRNE I PLONOWANIE RZEPAKU OZIMEGO*

KRZYSZTOF ORZECH¹, MAREK MARKS, ARKADIUSZ STĘPIEŃ

*Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Pl. Łódzki 3,
10-718 Olsztyn*

Synopsis. W doświadczeniu polowym oceniano wpływ ugniatania gleby i 4 sposobów jej uprawy na zachwaszczenie wtórne i plonowanie rzepaku ozimego. Na obiektach ugniatanych odnotowano istotnie więcej chwastów (średnio o 9,7%), niż na poletkach bez ugniatania gleby. Zastosowanie orki razówki (uprawa U-4) istotnie podwyższało zachwaszczenie przed zbiorem. W rzepaku odmiany Californium (2009 r.) po zastosowaniu tylko podorywki (wariant U-3) na obu analizowanych obiektach (bez i z ugniataniem) zaobserwowano 1,5 i blisko 2-krotnie mniejszą liczbę chwastów na 1 m², niż po orce razówce (uprawa U-4). W rzepaku odmiany Mendel w 2012 r. (obiekty z ugniataniem) orka razówka istotnie zwiększała zachwaszczenie plantacji (ponad 2-krotnie) w odniesieniu do uprawy bezorkowej (podorywka + bronowanie). W ogólnej liczbie chwastów w obu latach badań dominowały *Thlaspi arvense*, *Polygonum aviculare*, *Viola arvensis*, *Stellaria media* i *Lamium amplexicuale*. Na poletkach z ugniataniem gleby w obu odmianach rzepaku stwierdzono istotnie mniejszą biomasę chwastów, odpowiednio o 17,4 i 20,0%. W analizowanych odmianach zastosowanie orki razówki, bez uprawy późniejszej (poletka bez ugniatania) istotnie zwiększyło suchą masę chwastów (o 3,8 i 2,6 g·m⁻²) w odniesieniu do uprawy bezorkowej (podorywka + bronowanie). Na poletkach ugniatanych, w odniesieniu do obiektów bez ugniatania gleby stwierdzono istotnie wyższy plon nasion, odpowiednio o 10,3 i 6,2%. Na poletkach (bez i z ugniataniem) zastosowanie podorywki po zbiorze przedplonu i rezygnacja z orki (uprawa U-3) najbardziej obniżyło wydajność rzepaku odmiany Californium (2009 r.). Na poletkach bez ugniatania odmiana ta najlepiej plonowała po orce razówce (3,53·ha⁻¹). Odmiana rzepaku Mendel (2012 r.) nie reagowała istotnie na zróżnicowane sposoby przedsięwziętej uprawy roli.

Słowa kluczowe: ugniatanie, uprawa roli, zachwaszczenie, plonowanie, rzepak ozimy

WSTĘP

W rolnictwie polskim najbardziej rozpowszechnionym sposobem przygotowania roli do siewu i sadzenia roślin nadal pozostaje uprawa płuzna [Biskupski i in. 2009, Dzienia i in. 2006, Małecka i in. 2012]. Mimo wielu zalet obciążona jest ona szeregiem wad, a jedną z nich jest postępujący proces ugniatania gleby [Marks i Buczyński 2002], który stanowi coraz większy problem, nie tylko w rolnictwie polskim [Arvidsson i Håkansson 1996]. Już na początku lat 70-tych ubiegłego stulecia Niewiadomski [1973] twierdził, że coraz większe „utechniczenie” rolnictwa powoduje mechaniczną degradację gleby. Obecnie proces ten jeszcze bardziej się nasilił. Na pola wjechały ciężkie ciągniki, kombajny zbożowe o dużych szerokościach roboczych oraz nowa generacja siewników nawozowych, opryskiwaczy itp. Wszystko to powoduje wzrost za-

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* krzysztof.orzech@uwm.edu.pl

* Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009–2012 jako projekt badawczy NN310209337

gęszczenia wierzchnich warstw gleby i podglebia na skutek wielokrotnego przemieszczania się po polu [Marks i Buczyński 2002]. Szkody wyrządzone przez ugniatanie gleby są tak znaczne, że nauka, jak i praktyka rolnicza poszukuje nowych, skuteczniejszych metod agrotechnicznych, które pozwoliłyby na eliminowanie negatywnych skutków tego zjawiska.

Jednym ze sposobów zmniejszenia ugniatania gleby jest wprowadzenie proekologicznych i ekonomicznie uzasadnionych technologii uprawy roli idących w kierunku ograniczenia liczby zabiegów i ich głębokości, a nawet całkowitego ich wyeliminowania [Biskupski i in. 2009, Małecka i in. 2004, Weber i Biskupski 2008]. Wyniki wielu badań wskazują, że uproszczenia w uprawie roli w znacznym stopniu mogą ograniczać ugniatanie gleby, ale powodować przy tym wzrost zachwaszczenia pól [Blecharczyk i in. 2011, Bujak i Frant 2009, Marks i in. 2005], a w konsekwencji spadek plonowania uprawianych roślin [Małecka i in. 2012, Orzech i in. 2011, Rieger i in. 2008].

Niniejsza praca stanowi próbę uzupełnienia informacji na powyższy temat, a celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu ugniatania gleby i czterech sposobów jej uprawy na zachwaszczenie wtórne i plonowanie dwóch odmian rzepaku ozimego.

MATERIAŁ I METODY

Podstawę pracy stanowią wyniki badań uzyskane w latach 2008/2009 i 2011/2012 w ścisłym statycznym, dwuczynnikowym doświadczeniu polowym, realizowanym w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach (53°36' N, 19°51' E). Eksperyment zlokalizowano na glebie pławowej typowej średniej wytworzonej z gliny lekkiej. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Obejmowało ono łącznie 32 poletka o powierzchni do zbioru wynoszącej 30 m². Rośliny uprawiano w trzypolowym zmianowaniu: rzepak ozimy – pszenica ozima – jęczmień jary. W sezonie 2008/2009 w doświadczeniu wysiano rzepak odmiany Californium (odmiana liniowa podwójnie ulepszona), a na początku drugiej rotacji 2011/2012 do siewu użyto nasion rzepaku odmiany Mendel F1.

Czynniki doświadczenia obejmowały:

A – stopień przedsięwzięcia ugniecenia gleby

- obiekt kontrolny bez ugniatania,
- obiekt z ugniataniem gleby po zbiorze przedplonu. Przejazd zestawu o masie ok. 6 ton ślad przy śladzie (ciągnik + przyczepa).

B – cztery różne sposoby przygotowania pola pod siew rośliny testowej.

Kolejność i dobór uprawek przed siewem rzepaku ozimego przedstawia tabela 1. Rzekpak ozimy wysiano w optymalnym terminie agrotechnicznym w ilości 5 kg·ha⁻¹. W doświadczeniu stosowano nawożenie wyłącznie mineralne NPK w dawkach kg·ha⁻¹: N – 180, P – 35 i K – 100. Chemiczne środki ochrony roślin przeciwko chwastom, chorobom i szkodnikom stosowano tylko interwencyjnie w zależności od nasilenia inwazyjności agrofagów. Na chwasty dwuliścienne stosowano Butisan 400 SC (1200 g·ha⁻¹), a na gatunki jednoliścienne aplikowano Agil 100 EC w dawce 60 g·ha⁻¹, natomiast po ruszeniu wegetacji rzepaku wiosną stosowano preparat Lontrel 300 SL – 120 g·ha⁻¹. Przeciwko szkodnikom rośliny opryskano preparatem Karate Zeon (0,1 dm³·ha⁻¹) oraz Decis 2,5 EC w dawce 0,25 dm³·ha⁻¹.

Ocena zachwaszczenia wtórnego przed zbiorem rzepaku ozimego uwzględniała liczebność i skład gatunkowy chwastów na powierzchni 1 m², oznaczono także wielkość ich suchej masy. Pomiarów wykonano metodą ramkową w dwóch powtórzeniach na każdym poletku. Masę plonu nasion z każdego poletka określano wagowo po omłocie, następnie po skorygowaniu do wilgotności normatywnej (13%) przeliczono na powierzchnię 1 ha.

Tabela 1. Dobór i kolejność uprawek przed siewem rzepaku ozimego
 Table 1. Choice and sequence of soil treatments before sowing winter oilseed rape

Uprawa Tillage	Sposób uprawy – Tillage methods			
	U-1 Tradycyjna Conventional	U-2	U-3	U-4
Późniwna After harvest	podorywka 10 cm + bronowanie skimming 10 cm + harrowing	głębosz (40 cm) + talerzówka + kultywatorowanie + bronowanie chisel (40 cm) + disk cultivator + harrowing + cultivating	podorywka 10 cm + bronowanie skimming 10 cm + harrowing	–
Przedsięwna Before harvest	orka siewna 20 cm sowing ploughing 20 cm	orka siewna 20 cm sowing ploughing 20 cm	–	orka razówka 30 cm single ploughing 30 cm

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, metodą analizy wariancji z użyciem testu Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

W sezonie wegetacyjnym 2008/2009 w okresie jesiennej wegetacji rzepaku ozimego (od sierpnia do października) suma opadów przewyższała o 36,4 mm średnie wartości z wielolecia (tab. 2). Miesiące sierpień i październik okazały się skrajnie mokre (103,1 i 104,6 mm), we wrześniu odnotowano suszę. Miesięczne opady wyniosły tylko 17 mm i były blisko 3,5-krotnie mniejsze w stosunku do sumy opadów z wielolecia.

Podczas wiosenno-letniej wegetacji warunki meteorologiczne były zróżnicowane. W okresie od kwietnia do lipca 2009 r. średnia temperatura powietrza (13,9°C), jak i suma opadów (308,6 mm) przewyższały średnie wartości z wielolecia. W kwietniu (okres pąkowania) odnotowano brak wilgoci w glebie, spadło tylko 3,7 mm opadu, podczas gdy zapotrzebowanie wodne rzepaku w tym okresie kształtuje się na poziomie około 45 mm [Muśnicki 1989]. Z kolei maj i czerwiec okazały się bardzo wilgotne, suma opadów była 1,5 i blisko 2-krotnie wyższa od przeciętnych wartości z wielolecia. Podobnie w lipcu odnotowano nadmiar wilgoci w stosunku do notowań wieloletnich z okolic Bałcyn, ale występujące w tym czasie wysoka temperatura powietrza (18,9°C) stworzyła w miarę korzystne warunki do dojrzewania, jak i zbioru nasion.

W sezonie 2011/2012 jesienna wegetacja rzepaku ozimego przebiegała na ogół w niesprzyjających warunkach pogodowych (tab. 2). Suma opadów od sierpnia do października stanowiła 80% sumy opadów tego okresu z wielolecia. Od początku września do końca października wystąpiły niedobory opadów, a najniższy ich poziom (29,9 mm) w stosunku do średnich z wielolecia (54,0 mm) odnotowano w październiku.

Podczas wiosenno-letniej wegetacji średnia temperatura powietrza (14,1°C), jak i suma opadów (306,6 mm) przewyższały średnie wartości z wielolecia. W kwietniu (okres pąkowania) suma opadów nieco przewyższała średnie wartości z wielolecia (o 9,3 mm) i zapewniła zapotrzebowanie wodne rzepaku w tym okresie. W maju (okres kwitnienia i zawiązywania łuszczyn) spadło 42,5 mm deszczu, z kolei czerwiec i lipiec okazały się bardzo wilgotne, suma opadów w stosunku do przeciętnych notowań wieloletnich z okolic Bałcyn była wyższa, odpowiednio o 37,7 i 30,6 mm.

Tabela 2. Wartości temperatury i opadów atmosferycznych podczas wegetacji rzepaku ozimego (od sierpnia do lipca)

Table 2. Values of temperatures and atmospheric precipitations during the growth of winter oilseed rape (from August to July)

Lata – Years	Miesiące – Months							Suma/Średnia Total/Mean (VII–X)	Suma/Średnia Total/Mean (IV–VII)
	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII		
Opady – Precipitation (mm)									
2008/2009	103,1	17,0	104,6	3,7	89,6	133,1	82,2	224,7	308,6
2011/2012	83,6	38,9	29,9	44,7	42,5	107,2	112,2	152,4	306,6
1962–2002	75,2	59,1	54,0	35,4	57,6	69,5	81,6	188,3	244,1
Temperatura – Temperature (°C)									
2008/2009	17,7	11,9	8,6	9,7	12,2	14,7	18,9	12,7	13,9
2011/2012	18,1	14,6	8,6	8,4	13,9	15,2	19,0	13,8	14,1
1962–2002	16,8	12,6	8,1	7,0	12,5	15,8	17,2	12,5	13,1

WYNIKI I DYSKUSJA

Czynniki doświadczenia (stopień ugniecenia, sposób uprawy gleby) różnicowały zachwaszczenie wtórne obu odmian rzepaku ozimego. Na obiektach ugniatanych stwierdzono istotnie więcej chwastów (średnio o 9,7%), niż na poletkach bez ugniatania gleby (tab. 3). Brak uprawy późniejszej i zastosowanie orki razówki (U-4) znacząco podwyższało zachwaszczenie analizowanych odmian.

Tabela 3. Liczba chwastów przed zbiorem rzepaku ozimego (szt.·m⁻²)Table 3. Number of weeds per m² before harvest of winter oilseed rape

Stopień ugniecenia gleby Degree of soil packing (A)	Sposób uprawy – Tillage methods (B)				Średnia Mean
	U-1*	U-2	U-3	U-4	
Odmiana Californium – Cultivar Californium (2009)					
Bez ugniatania – Without soil packing	23	21	20	30	23,5
Z ugniataniem – With soil packing	23	23	20	37	25,8
Średnia – Mean	23,0	22,0	20	33,5	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 2,1; B – 8,7; A x B – 6,9				
Odmiana Mendel – Cultivar Mendel (2012)					
Bez ugniatania – Without soil packing	19	22	18	23	20,5
Z ugniataniem – With soil packing	18	23	16	33	22,5
Średnia – Mean	18,5	22,5	17,0	28,0	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 1,8; B – 5,3; A x B – 6,6				

* Objasnienia jak w tabeli 1 – Explanation see table 1

Na obiektach bez i z ugniataniem gleby (rzepak odmiana Californium) w sezonie 2008/2009 po zastosowaniu tylko podorywki (wariant U-3) zaobserwowano 1,5 i blisko 2- krotnie mniejszą liczbę chwastów na 1 m², niż po orce razówce bez uprawy późniejszej (U-4). Z kolei w rzepaku odmiany Mendel (obiekty z ugniataniem) na tym samym obiekcie uprawa U-4 istotnie zwiększała zachwaszczenie plantacji (ponad 2-krotnie) w odniesieniu do wariantu bez orki U-3 (tab. 3). Podobną sytuację zaobserwowano na poletkach bez ugniatania gleby, zaistniałe różnice przyjmowały jednak charakter tendencji. W obu latach badań w rzepaku (Californium, Mendel) największą różnicę w zachwaszczeniu pomiędzy analogicznymi sposobami uprawy i obiektami (bez ugniatania i z ugniataniem) stwierdzono po orce razówce bez uprawy późniejszej.

W 2009 r. podczas zbioru rzepaku ozimego (odmiana Californium) w ogólnej liczbie chwastów dominowały *Thlaspi arvense*, *Polygonum aviculare*, *Viola arvensis* i *Stellaria media* stanowiąc 75,5% ogółu zidentyfikowanych taksonów (poletka bez ugniatania) i 66,0% na obiektach ugniatanych (tab. 4).

Tabela 4. Skład gatunkowy i liczba chwastów w rzepaku ozimym (szt.·m²) – odmiana Californium (2009)
Table 4. Species composition and number of weeds per m² in winter oilseed rape – cultivar Californium (2009)

Gatunek – Species	Sposób uprawy – Tillage methods			
	U-1*	U-2	U-3	U-4
Obiekt bez ugniatania – Treatment without soil packing				
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	2	-	3	2
<i>Chenopodium album</i> L.	1	1	-	-
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	-	-	-	3
<i>Poa annua</i> L.	-	3	-	-
<i>Polygonum aviculare</i> L.	4	8	4	6
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	2	2	-	3
<i>Thlaspi arvense</i> L.	7	3	6	10
<i>Viola arvensis</i> Murray	5	2	3	6
Pozostałe – Other	2	2	4	-
Liczba gatunków – Species number	7	7	6	6
Obiekt z ugniataniem – Treatment with soil packing				
<i>Elymus repens</i> (L.) Beauv.	2	1	-	3
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	4	2	-	4
<i>Poa annua</i> L.	-	-	1	1
<i>Polygonum aviculare</i> L.	-	4	2	7
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	3	5	8	5
<i>Thlaspi arvense</i> L.	4	2	2	9
<i>Viola arvensis</i> Murray	3	7	3	4
Pozostałe – Other	7	2	4	4
Liczba gatunków – Species number	6	7	7	11

* objaśnienia jak w tabeli 1 – Explanation see table 1

Z porównywanych sposobów uprawy na obiektach bez ugniatania, w porównaniu do poletek z ugniataniem, stwierdzono ponad 1,5-krotnie więcej *Thlaspi arvense* i *Polygonum aviculare* oraz ponad 3-krotnie mniejszą liczebność *Stellaria media*. Uprawa U-3 wykonana po ugniataniu gleby, w stosunku do analogicznego wariantu na poletkach bez ugniatania zwiększała o 100% liczebność *Stellaria media*. Na obu obiektach (bez i z ugniataniem gleby) uprawa U-4 najbardziej zwiększyła liczbę *Thlaspi arvense*, w stosunku do uprawy tradycyjnej (obiekt kontrolny) jego zagęszczenie na 1 m² było większe, odpowiednio o 42,9 i 125%. Na obiektach z ugniataniem zastosowanie w zespole upraw późniowych głębosza oraz wykonanie orki siewnej na głębokość 20 cm (uprawa U-2), w stosunku do analogicznych zabiegów na poletkach bez ugniatania 3,5-krotnie podwyższało na jednostce powierzchni liczbę *Viola arvensis* i o 100% zmniejszyło zagęszczenie *Polygonum aviculare*. W analizowanej odmianie rzepaku na obiektach bez ugniatania gleby odnotowano mniejszą liczbę gatunków chwastów, niż na poletkach ugniatanych.

Oceniając udział gatunków dominujących w ogólnej liczbie chwastów przed zbiorem rzepaku ozimego odmiany Mendel w 2012 r (obiekty bez ugniatania) w przewadze wystąpiły *Thlaspi arvense*, *Polygonum aviculare*, *Viola arvensis* i *Capsella bursa-pastoris* stanowiąc łącznie 69,5% ogółu zidentyfikowanych chwastów (tab. 5). Orka razówka (uprawa U-4) w stosunku do

Tabela 5. Skład gatunkowy i liczba chwastów w rzepaku ozimym (szt.·m⁻²) – odmiana Mendel (2012)
Table 5. Species composition and number of weeds per m² in winter oilseed rape – cultivar Mendel (2012)

Gatunek – Species	Sposób uprawy – Tillage methods			
	U-1*	U-2	U-3	U-4
Obiekt bez ugniatania – Treatment without soil packing				
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	2	2	3	2
<i>Chenopodium album</i> L.	1	1	-	-
<i>Polygonum aviculare</i> L.	4	6	3	4
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1	-	1	1
<i>Thlaspi arvense</i> L.	7	6	4	13
<i>Veronica arvensis</i> L.	-	1	1	-
<i>Viola arvensis</i> Murray	2	4	2	2
Pozostałe – Other	2	2	4	1
Liczba gatunków – Species number	7	7	8	6
Obiekt z ugniataniem – Treatment with soil packing				
<i>Elymus repens</i> (L.) Beauv.	2	2	4	-
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	1	-	4	5
<i>Poa annua</i> L.	1	2	3	1
<i>Polygonum aviculare</i> L.	-	8	-	8
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	6	2	-	1
<i>Thlaspi arvense</i> L.	4	7	1	15
<i>Viola arvensis</i> Murray	2	1	-	2
Pozostałe – Other	1	1	5	1
Liczba gatunków – Species number	7	7	6	7

* objaśnienia jak w tabeli 1 – Explanation see table 1

uprawy płuznej (obiekt kontrolny) blisko 2-krotnie podwyższyła liczebność *Thlaspi arvense*. Z kolei zastosowanie głębosza w uprawie poźniwej i wykonanie orki siewnej na głębokość 20 cm (uprawa U-2) zwiększyło 1,5 i 2-krotnie zagęszczenie *Polygonum aviculare* i *Viola arvensis* w odniesieniu do uprawy płuznej.

Z kolei na poletkach z ugniataniem gleby po uprawie U-4 w stosunku do uprawy płuznej (obiekt kontrolny) blisko 4-krotnie wzrosła liczebność *Thlaspi arvense* i 5-krotnie zagęszczenie *Lamium amplexicuale*. Zidentyfikowano także *Elymus repens* (brak na poletkach bez ugniatania), największą jego liczebność zaobserwowano po uprawie bezorkowej (podorywka + bronowanie). W odniesieniu do uprawy płuznej (obiekt kontrolny) odnotowano 2-krotnie większe zagęszczenie tego taksonu na 1 m².

Uprawa bezorkowa U-3 (obiekty bez ugniatania) w stosunku do analogicznego wariantu na poletkach z ugniataniem gleby zwiększyła 3-krotnie liczebność *Polygonum aviculare*, natomiast po uprawie U-2 i U-4 zaobserwowano sytuację odwrotną. Oba warianty uprawowe w odniesieniu do analogicznych na poletkach z ugniataniem gleby obniżyły o blisko 1,5 i 2-krotnie liczebność tego taksonu. Na obiektach bez ugniatania gleby najczęściej gatunków stwierdzono po uprawie U-3, najmniej zaś, odnotowano po orce razówce (uprawa U-4). Na glebie z ugniataniem gleby skład gatunkowy chwastów kształtował się na zbliżonym poziomie.

Czynniki doświadczenia w znacznym stopniu różnicowały suchą masę chwastów w obu latach badań rzepaku (tab. 6). Na poletkach z ugniataniem gleby, w odniesieniu do obiektów bez ugniatania stwierdzono istotnie mniejszą biomasę, odpowiednio o 17,4 i 20,0%. W analizowanych odmianach uprawa U-4 (poletka bez ugniatania) znacząco podwyższyła biomasę chwastów (o 3,8 i 2,6 g·m⁻²) w stosunku do uprawy U-3. Na obiektach z ugniataniem gleby podobną sytuację stwierdzono w odniesieniu do uprawy tradycyjnej (obiekt kontrolny), oraz uprawy U-2 (głębosz, orka siewna 20 cm) i bezorkowej (podorywka + bronowanie).

Tabela 6. Sucha masa chwastów w rzepaku ozimym, g·m⁻²

Table 6. Dry matter of weeds in winter oilseed rape, g·m⁻²

Stopień ugniecenia gleby Degree of soil packing (A)	Sposób uprawy – Tillage methods (B)				Średnia Mean
	U-1*	U-2	U-3	U-4	
Odmiana Californium – Cultivar Californium (2009 r)					
Bez ugniatania – Without soil packing	5,4	5,4	3,8	6,1	5,2
Z ugniataniem – With soil packing	3,9	3,3	4,2	5,7	4,3
Średnia – Mean	4,6	4,2	4,0	5,9	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,8; B – 1,2; A x B – 1,1				
Odmiana Mendel – Cultivar Mendel (2012 r)					
Bez ugniatania – Without soil packing	5,4	5,2	3,2	5,8	4,9
Z ugniataniem – With soil packing	3,7	3,1	3,1	5,6	3,9
Średnia – Mean	4,6	4,2	3,2	5,7	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,9; B – 0,6; A x B – 1,3				

* Objasnienia jak w tabeli 1 – Explanation see table 1

Stopień ugniecenia gleby różnicował wydajność obu odmian rzepaku ozimego (tab. 7). Na poletkach ugniatanych, w odniesieniu do obiektów bez ugniatania gleby stwierdzono istotnie wyższy plon nasion odpowiednio o 10,3 i 6,2%. Na poletkach (bez i z ugniataniem) zastosowanie podorywki po zbiorze przedplonu i rezygnacja z orki (uprawa U-3) najbardziej obniżyło wydajność rzepaku odmiany Californium.

Na poletkach bez ugniatania odmiana ta najlepiej plonowała (3,53 t·ha⁻¹) po orce razówce, w stosunku do uprawy tradycyjnej (obiekt kontrolny) odnotowano tu o ponad 10% wyższy plon nasion, natomiast istotnie wyższą wydajność o 38% stwierdzono w odniesieniu do uprawy bezorkowej (podorywka). Z kolei w wariacie z ugniataniem brak orki w najwyższym istotnym stopniu obniżała plon analizowanej rośliny o 21,3% w odniesieniu do uprawy tradycyjnej (obiekt kontrolny).

W przeprowadzonym eksperymencie sposób uprawy gleby nie wpłynął istotnie na plon rzepaku odmiany Mendel w 2012 roku (tab. 7). Zastosowanie podorywki po zbiorze przedplonu

Tabela 7. Plon nasion rzepaku ozimego (t·ha⁻¹)

Table 7. Winter oilseed rape seeds yield (t·ha⁻¹)

Stopień ugniecenia gleby Degree of soil packing (A)	Sposób uprawy – Tillage methods (B)				Średnia Mean
	U-1*	U-2	U-3	U-4	
Odmiana Californium – Cultivar Californium (2009)					
Bez ugniatania – Without soil packing	3,20	3,47	2,19	3,53	3,10
Z ugniataniem – With soil packing	3,62	3,59	2,85	3,60	3,42
Średnia – Mean	3,41	3,53	2,52	3,57	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,21; B – 0,81; A x B – 0,35				
Odmiana Mendel – Cultivar Mendel (2012)					
Bez ugniatania Without soil packing	4,71	4,71	4,72	4,70	4,71
Z ugniataniem With soil packing	4,90	5,10	5,20	4,81	5,00
Średnia – Mean	4,81	4,90	4,96	4,76	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,25; B – r.n.; A x B – r.n.				

* Objaśnienia jak w tabeli 1 – Explanation see table 1

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

i rezygnacja z orki (uprawa U-3) podwyższyło o 3,1% wydajność analizowanej rośliny w stosunku do uprawy tradycyjnej (obiekt kontrolny), uzyskane wyniki przyjmowały jednak charakter tendencji. Na obiektach bez ugniatania przeciętnie z porównywanych wariantów uprawowych wydajność rzepaku kształtowała się na zbliżonym poziomie (4,71 t·ha⁻¹). Na poletkach ugniatanych wyższe plony stwierdzono po uprawie bezorkowej (podorywka), w stosunku do uprawy tradycyjnej (obiekt kontrolny) wzrost wydajności kształtował się na poziomie 6,1%. Na obu obiektach (bez ugniatania i z ugniataniem) rzepak ozimy Mendel w 2012 r. osiągnął mniejszą wydajność (4,70 i 4,81 t·ha⁻¹) po orce razówce, przy czym w stosunku do uprawy tradycyjnej (obiekt kontrolny) większą obniżkę plonu o 1,8% stwierdzono na poletkach z ugniataniem gleby.

Uzyskane w pracy wyniki są zbieżne z wynikami zamieszczonymi w pracach Budzyńskiego i in. [2000], Jankowskiego [2007] oraz Radeckiego i Opica [1995]. Autorzy ci wykazali, że stosowanie uproszczeń w uprawie roli pod rzepak ozimy, powoduje wzrost zachwaszczenia plantacji. Opic [1996] dodaje, że każde spłylenie uprawy powoduje wzrost liczby nasion chwastów w wierzchniej warstwie gleby (0–5 cm). Kordas [2004] podaje, że uproszczenia w uprawie roli tylko w początkowym okresie powodują wzrost zachwaszczenia, w dalszych latach następuje jego zmniejszenie nawet, poniżej poziomu występującego w uprawie tradycyjnej. W badaniach Ojczyk i Jankowskiego [1996] spłylenie orki siewnej pod rzepak ozimy z 30 do 10 cm w niewielkim stopniu podwyższało liczbę i masę chwastów, natomiast różnicowało ich skład gatunkowy. Po orce płytkiej w stosunku do orki głębokiej cytowani autorzy zaobserwowali większe nasilenie *Capsella bursa-pastoris*, *Equisetum arvense* i *Apera spica-venti*. Budzyński i in. [2000] stwierdzili większe zachwaszczenie rzepaku ozimego na obiektach z rototilerem i talerzówką, w stosunku do uprawy płuznej. Jankowski [2007] odnotował większe zachwaszczenie rzepaku po użyciu rototilera na głębokość 6–8 cm, niż talerzówki na głębokość 4–6 cm, natomiast mniej chwastów stwierdził po orce średniej. Spłylenie uprawy do 12 cm 3-krotnie zwiększało biomasę chwastów nie różnicując przy tym istotnie ich liczebność. Z kolei Bujak [1996] udokumentował, że wykonanie płytkiej orki razówki oraz zastosowanie kultywatora zamiast orki siewnej spowodowało wzrost zachwaszczenia rzepaku, a w łanie dominowały *Apera spica-venti* i *Capsella bursa-pastoris*.

Pomimo licznych badań w kraju i zagranicą, dotychczas nie uzyskano jednoznacznej odpowiedzi na pytanie jak uproszczenia w uprawie roli wpływają na plonowanie rzepaku ozimego. Biskupski i Sienkiewicz [1994] nie wykazali obniżki wydajności rzepaku ozimego, po zastąpieniu podorywki talerzowaniem lub kultywatorowaniem. Ojczyk i Jankowski [1996] spłycając orkę średnią do 12 cm także nie odnotowali istotnego spadku plonu, natomiast w badaniach Budzyńskiego i in. [2000] po orce spłyconej do 10 cm rzepak uzyskał wydajność mniejszą zaledwie o 4% w stosunku do orki wykonanej na głębokość 22 cm. Sieling i Christien [1999] po zastosowaniu talerzówki odnotowali mniejszy plon rzepaku w porównaniu z uprawą płuzną, a Sauermann i Holz [2000] podobne rezultaty stwierdzili po zastosowaniu kultywatora. Jankowski [2002] po orce na głębokość 10 cm udokumentował obniżkę plonu rzepaku o 10% w porównaniu z orką średnią. Z kolei w badaniach Maillarda i Veza [1993] uzyskano wyniki odmienne – rzepak po zastosowaniu kultywatora wydał o 12% wyższy plon, niż po orce.

WNIOSKI

1. Stopień zagęszczenia gleby i zróżnicowana uprawa roli istotnie wpływały na zachwaszczenie wtórne rzepaku ozimego. Na glebie ugniatanej stwierdzono mniejszą liczbę i masę chwastów, niż na poletkach bez ugniatania gleby. Orka razówka w rzepaku Californium (2009 r.) oraz Mendel (2012 r.) istotnie podwyższała liczebność chwastów. Na poletkach bez ugniatania orka razówka znacząco podwyższyła biomasę chwastów w stosunku do uprawy bezorkowej (podorywka + bronowanie). Na obiektach z ugniataniem gleby podobną sytuację stwierdzono pomiędzy orką razówką a pozostałymi wariantami.
2. Stopień ugniecenia gleby różnicował wydajność obu odmian rzepaku ozimego. Na poletkach ugniatanych stwierdzono istotnie wyższy plon nasion.
3. Z porównywanych sposobów uprawy roli stosowanie uprawy bezorkowej (podorywka + bronowanie) najbardziej obniżyło wydajność rzepaku odmiany Californium (2009 r.) niezależnie od stopnia zagęszczenia gleby. Sposób uprawy roli nie wpłynął istotnie na plon rzepaku odmiany Mendel (2012 r.).

PIŚMIENNICTWO

- Arvidsson J., Håkansson I. 1996. Do effects of soil compaction persist after ploughing? Results from 21 long-term field experiments in Sweden. *Soil Till. Res.* 39: 175–197.
- Biskupski A., Sienkiewicz J. 1994. Efektywność różnych sposobów poźniwej i przedsiwnej uprawy roli pod pszenicę ozimą i rzepak ozimy. *Fragm. Agron.* 11(1): 72–81.
- Biskupski A., Włodek S., Pabin J. 2009. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na wybrane wskaźniki architektury ładu i plonowanie roślin. *Fragm. Agron.* 26(4): 7–13.
- Blecharczyk A., Małecka I., Sawinska Z., Waniorek B. 2011. Wpływ uprawy roli na zachwaszczenie roślin w trójpolowym zmianowaniu. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 51(2): 827–831.
- Budzyński W., Jankowski K., Szczebiot M. 2000. Wpływ uproszczenia uprawy roli i sposobu regulacji zachwaszczenia na plonowanie i koszt produkcji rzepaku ozimego. I. Zimotrwałość, zachwaszczenie i plonowanie rzepaku. *Rośl. Oleiste* 21: 487–502.
- Bujak K. 1996. Plonowanie i zachwaszczenie roślin 4-polowego płodozmianu w warunkach uproszczonej uprawy roli na erodowanej glebie lessowej. *Cz. III. Rzepak ozimy. Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 51(5): 25–30.
- Bujak K., Frant M. 2009. Wpływ uproszczeń w uprawie roli i poziomu nawożenia mineralnego na zachwaszczenie potencjalne gleby. *Acta Agrophys.* 13(2): 311–320.
- Dzienia S., Zimny L., Weber R. 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragm. Agron.* 23(2): 227–247.
- Jankowski K. 2002. Wpływ głębokości orki na efektywność ekonomiczną produkcji nasion rzepaku ozimego. *Fragm. Agron.* 19(2): 273–284.
- Jankowski K. 2007. Siedliskowe i agrotechniczno-ekonomiczne uwarunkowania produkcji nasion rzepaku ozimego na cele spożywcze i energetyczne. *Rozpr. Monogr.* 131, Wyd. UWM Olsztyn: ss. 174.
- Kordas L. 2004. Wpływ wieloletniego stosowania uprawy zerowej w zmianowaniu na zachwaszczenie. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin* 44(2): 841–844.
- Maillard A., Vez A. 1993. Resultats d'un essai de culture sans labour depuis plus de 20 ans a Changins: I. Rendement des cultures, maladies et ravageurs. *Revue Suisse Agric.* 25(6): 327–336.
- Małecka I., Blecharczyk A., Pudelko J. 2004. Możliwości uproszczeń w uprawie roli pod jęczmień jary. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 89–96.
- Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Piechota T., Waniorek B. 2012. Plonowanie zbóż w zależności od sposobów uprawy roli. *Fragm. Agron.* 29(1): 114–123.
- Marks M., Buczyński G. 2002. Degradacja gleb spowodowana mechanizacją prac polowych oraz sposoby i możliwości jej zapobiegania. *Post. Nauk Rol.* 4: 27–39.
- Marks M., Buczyński G., Orzech K., 2005. Wpływ zagęszczenia gleby na zachwaszczenie roślin. *Bibl. Fragn. Agron.* 9: 105–106.
- Niewiadomski W. 1973. Utechnicznienie rolnictwa a ochrona gleby. *Post. Nauk Rol.* 4: 25–35.
- Ojczyk T., Jankowski K. 1996. Głębokość orki a zimowanie i plonowanie rzepaku ozimego. *Rośl. Oleiste* 17(1): 249–255.
- Opic J. 1996. Wpływ głębokości orki i siewu bezpośredniego na liczbę nasion chwastów w glebie. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 112 (1–2): 113–121.
- Orzech K., Rychcik B., Stępień A. 2011. Wpływ sposobów uprawy roli na zachwaszczenie i plonowanie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 28(2): 63–70.
- Radecki A., Opic J. 1995. Wpływ uprawy zerowej wykonywanej na czarnej ziemi na zachwaszczenie ładu i plonowanie roślin. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 111(3–4): 47–60.
- Rieger S., Richner W., Streit B., Frossard E., Liedgens M. 2008. Growth, yield, and yield components of winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilization. *Europ. J. Agron.* 28: 405–411.
- Sauermann W., Holz W. 2000. Reduzierte Bodenbearbeitung und Bestellung zu Winterraps. *Raps, 18. Jg.* (3): 132–137.
- Sieling K., Christen O. 1999. Yield, N uptake and N leaching after oilseed rape grown in different crop management systems in Northern Germany. *Proc. 10th Intern. Rapeseed Congress, Canberra, 10 May 2006* (www.regional.org.au).

Weber R., Biskupski A. 2008. Wpływ gęstości i terminu siewu na plonowanie kilku odmian pszenicy ozimej w warunkach bezpłużnej uprawy roli. Ann. UMCS, Sec. E Agricultura 63(1): 17–24.

K. ORZECH, M. MARKS, A. STĘPIEŃ

EFFECT OF SOIL PACKING AND DIVERSIFIED TILLAGE ON SECONDARY WEED INFESTATION AND THE YIELD OF WINTER RAPE

Summary

In that carried out field experiment, the effect of soil packing and 4 ways of its tillage on secondary weed infestation and yielding of winter rape has been assessed. The packing degree of soil and its tillage way diversified secondary weed infestation of both analysed varieties of plants. On objects where soil packing took place, a significantly higher number of weeds (by 9.7% on average) than on plots without soil packing have been stated. The reduced ploughing variant, which combined soil skimming and sowing ploughing (U-2 tillage) significantly raised weed infestation before harvest. In the case of Californium variety of rape (2009) following soil skimming (U-3 tillage), the number of weeds per 1 m² was 1.5 and almost two-fold less than when the other reduced soil ploughing (U-4 tillage) was implemented. In the case of Mendel variety of rape (2012) (objects with soil packing) the U-4 tillage, (the reduced ploughing – 30 cm deep) significantly increased weed infestation of plots (more than two-fold) with reference to without ploughing tillage (soil skimming + harrowing). Taking into account total number of weeds, the following were dominant: *Thlaspi arvense*, *Poligonum aviculare*, *Viola arvensis*, *Stellaria media* and *Lamium amplexicuale*. In the case of plots with soil packing, in both varieties of rape significantly lower biomass of weeds i.e., by 17.4% and 20.0% respectively have been stated. In the case of analysed varieties, the use of reduced ploughing (plots without soil packing) significantly has increased the dry matter of weeds (by 3.8 and 2.6 g·m⁻²) with reference to without ploughing tillage (soil skimming + harrowing). On objects with soil packing, a similar tendency between objects with the reduced tillage and the remaining variants has been stated. Soil compaction significantly differentiated the yield capacity of both winter rape varieties. Significantly higher yield of grains was stated on plots with soil packing than on objects without soil packing i.e., by 10.3% and 6.2% respectively. On plots (without and with soil packing) the use of soil skimming after harvesting the previous crop and giving up ploughing (U-3 tillage) has caused the most strongly yield capacity reduction of Californium rape variety (2009 year). On plots without soil packing that variety gave the best yield (3.53 t·ha⁻¹) following the reduced tillage. The tillage without ploughing (U-3) (variants with soil packing) significantly decreased the yield of grains i.e., by 21.3% with reference to a traditional tillage (a control object). The Mendel variety of rape (2012) did not response significantly to diversified pre-sowing soil tillage.

Key words: soil packing, tillage, weed infestation, crop yield, winter oilseed rape

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 12.12.2013

Do cytowania – *For citation*:

Orzech K., Marks M., Stępień A. 2014. Wpływ ugniatania oraz zróżnicowanej uprawy roli na zachwaszczenie wtórne i plonowanie rzepaku ozimego. *Fragm. Agron.* 31(1): 53–63.