
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LXVII(2)

SECTIO E

2012

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: marek.cwintal@up.lublin.pl

MAREK ĆWINTAL, MIECZYŚLAW WILCZEK

**Wpływ czynników agrotechnicznych na strukturę
i plony nasion koniczyny białej (*Trifolium repens* L.)**

Influence of agrotechnical factors on the structure and seed yield of white clover
(*Trifolium repens* L.)

Streszczenie W latach 2009–2011 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe z koniczyną białą (odmiana Barda) na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego (klasa IVb), w Polowej Stacji Doświadczalnej w Parczewie. Eksperyment prowadzono w układzie split-split-plot, w czterech powtórzeniach. Czynnikiem badawczymi były: przykaszanie roślin (wariant przykaszany i nieprzykaszany), rozstawy rzędów (10, 20, 30 cm), ilości wysiewu nasion (2, 4 i 6 kg · ha⁻¹). Największy wpływ na plony nasion koniczyny białej miała pogoda podczas wegetacji, która istotnie różnicowała plony oraz większość elementów ich struktury. Duży wpływ na plony nasion miała obsada główek na 1m² i liczba nasion w główce. Najmniej zmiennym elementem struktury plonu była masa 1000 nasion. Przykaszanie roślin istotnie zwiększało obsadę główek na 1 m², liczbę strąków w główce i plony nasion. W zaleceniach dla praktyki rolniczej, w uprawie koniczyny białej na nasiona, należy preferować wysiew 2–4 kg · ha⁻¹ nasion, w 20 cm rozstawie rzędów oraz przykaszanie roślin.

Słowa kluczowe: koniczyna biała, ilości wysiewu, rozstawa rzędów, przykaszanie roślin, plon nasion

WSTĘP

Koniczyna biała należy do wieloletnich roślin motylkowatych o dużej wartości pastwnej. Jej nasiona wykorzystywane są jako komponent wielogatunkowych mieszanek, zwłaszcza pastwiskowych, w różnych siedliskach glebowych. Poza tym stosuje się je do

renowacji trwałych użytków zielonych i wzbogacania składu botanicznego runi na drodze podsiewu, a także do uprawy mieszanek koniczynowo-trawiastych na gruntach ornych [Ćwintal 2001, Goliński 2005, Warda i Ćwintal 1998]. Koniczyna biała wyróżnia się wysoką zawartością białka oraz mniejszą zawartością włókna wśród innych gatunków tej grupy roślin. Zawiera cenne makro- i mikroelementy oraz witaminy, a duża smakowitość sprawia, że jest najchętniej pobierana przez zwierzęta z runi [Prusiński i Kotecki 2006].

W ostatnich latach koniczyna biała jako gatunek wiążący wolny azot z powietrza w wyniku symbiozy z bakteriami brodawkowymi nabiera znaczenia ze względu na preferowanie rolnictwa zrównoważonego. Nie wymaga zatem nawożenia tym składnikiem, a ponadto dostarcza go do gleby w ilości około $3 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w roku na każdy 1% udziału w runi [Prusiński i Kotecki 2006].

W Polsce hodowla koniczyny białej ma wymierne osiągnięcia wyrażające się rejestracją nowych odmian, docenianych pod względem właściwości biologicznych i wartości paszowej [Arseniuk i Martyniak 2005, Broniarz 2007]. Nie ma natomiast rozwiniętej produkcji nasiennej tego gatunku, co stanowi poważny problem w reprodukcji nowych odmian i transformacji zawartego w nich potencjału biologicznego do praktyki rolniczej [Goliński 2005]. Potrzebne jest zatem uaktualnienie podstawowych zaleceń agrotechnicznych dla nowo rejestrowanych odmian uprawianych na nasiona.

CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań było określenie wpływu czynników agrotechnicznych (przykaszania roślin, ilości wysiewu nasion, rozstawy rzędów) na strukturę i plony nasion średniolistnej koniczyny białej odmiany 'Barda'.

Oczekiwano odpowiedzi na następujące hipotezy badawcze: czy przykaszanie roślin pozytywnie wpływa na rozwój i plonowanie koniczyny białej? Czy zróżnicowane ilości wysiewu nasion i rozstawy rzędów mają istotny wpływ na strukturę zagęszczenia łanu oraz plonowanie koniczyny białej?

Aby uzyskać odpowiedzi na tak postawione problemy badawcze, przeprowadzono w latach 2009–2011 ścisłe, 3-czynnikowe doświadczenie polowe w Polowej Stacji Doświadczalnej w Parczewie. Określono w nim polowe wschody roślin, podstawowe elementy struktury plonu i plony nasion na tle badanych czynników w poszczególnych latach eksperymentu.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania zlokalizowano na glebie lekkiej kompleksu żytniego bardzo dobrego (klasa bonitacyjna IVb). Jej parametry jakościowe określono przed założeniem doświadczenia w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie. Gleba ta wykazywała odczyn lekko kwaśny (pH w 1 mol KCl = 6,37) i zawierała 1,58% próchnicy. Zawartość form przyswajalnych (w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby) była następująca: P – 82,08 (wysoka), K – 159,4 (wysoka), Mg – 38,6 (wysoka) oraz B – 0,61 (niska), Mn – 198,1 (średnia), Cu – 1,51 (niska), Zn – 12,58 (wysoka), Fe – 925 (średnia), Mo – 0,022 (niska).

Warunki pogodowe podczas realizacji eksperymentu w porównaniu z wieloleciami oraz w okresie rozwoju wegetatywnego i generatywnego koniczyny białej przedstawiono w tabelach 1–2.

Przedplonem koniczyny było pszenżyto ozime. Doświadczenie polowe realizowano metodą split-split-plot, w czterech powtórzeniach. Powierzchnia jednego poletka wynosiła 15 m² (1,5 × 10). Czynnikiem badawczym były: przykaszanie roślin (wariant nieprzykaszany i przykaszany), rozstawa rzędów (10, 20 i 30 cm) i ilości wysiewu nasion (2, 4 i 6 kg · ha⁻¹) średniolistnej koniczyny białej odmiany Barda.

Nawożenie mineralne w eksperymencie było jednakowe na wszystkich obiektach i wynosiło 35 kg P i 66,5 kg K · ha⁻¹, stosowano je przed siewem i przed ruszeniem wegetacji w kolejnych latach uprawy. Siew nasion w ilości zgodnej ze schematem doświadczenia przeprowadzono siewnikiem ogrodniczym na głębokość 0,5–1,0 cm, w dniach 20–21 kwietnia 2009 r. Przykaszanie liści wykonywano odpowiednio przystosowaną kosiarką listwową, gdy rośliny osiągnęły wysokość około 20 cm.

W roku siewu (2009) określono obsadę roślin na 1 m² oraz połowę zdolność wschodów koniczyny. W okresie wegetacji prowadzono obserwacje fenologiczne i stosowano zabiegi pielęgnacyjne. Ze względu na zachwaszczenie i duże zróżnicowanie rozwoju roślin przeprowadzono w roku siewu dwa przykaszania odchwaszczające przeciwko chwastom dwuliściennym. Pierwsze na wysokość 5–6 cm (2 czerwca), natomiast drugie na wysokości 10–12 cm (18 czerwca). Z kolei chwasty jednoliścienne zwalczano, stosując Fusilade Forte 150 EC w dawce 2 dm³ · ha⁻¹. W latach pełnego użytkowania (2010–2011) na obiekcie przykaszonym liście koniczyny ścinano na wysokości 8–10 cm, odsłaniając zawiązki kwiatostanów. Poza tym prowadzono obserwacje wzrostu i rozwoju roślin. Przed zbiorem, przy dojrzałości ok. 70% główek, określono ich liczbę na 1 m² w 4 powtórzeniach z każdej kombinacji oraz pobrano próbki z 0,25 m² do dalszych analiz. W 10 losowo pobranych główkach z każdej próbki określono liczbę strąków z odpowiednią ilością nasion (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 szt.). Na tej podstawie wyliczono średnią liczbę strąków w główce, liczbę nasion w główce, strukturę osadzenia nasion w strąkach, średnią liczbę nasion w strąku, masę 1000 nasion i plon nasion. Po pobraniu próbek zbierano koniczynę dwuetapowo.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując do analizy wariancji test Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI BADAŃ

Rok siewu

Po siewie wystąpiły niedobory opadów, które spowodowały zróżnicowanie terminów wschodów oraz zaschnięcie części skiełkowanych nasion. Rośliny w roku siewu nie wykształciły główek kwiatowych. Taki stan mogły spowodować niekorzystne warunki pogodowe w roku 2009 (susza w kwietniu, a nadmiar opadów w czerwcu, lipcu i sierpniu) oraz skracający się dzień w drugiej połowie okresu wegetacji (tab. 1 i 2). Zaistniała sytuacja spowodowała, że określono tylko plony zielonej masy i siana.

Tabela 1. Średnie dekadowe i miesięczne temperatury powietrza oraz sumy opadów w okresie wegetacji nasiennej koniczyny białej (2009–2011) na tle wielolecia (1985–2008) wg Automatycznej Stacji Meteorologicznej w Sosnowicy

Table 1. Mean 10-day and monthly air temperatures as well as rainfall sums during vegetation of white clover cultivated for seeds (2009–2011) on a background of multi-year period (1985–2008) according to Automatic Meteorological Station in Sosnowica

Dekada 10-day period	Temperatura powietrza (°C) – Air temperature (°C) 2009							Opady (mm) – Rainfalls (mm) 2009						
	miesiąc – month						IV–IX średnia mean	miesiąc – month					IV–IX suma sum	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX		IV	V	VI	VII	VIII		IX
1	10,1	13,7	16,3	21,1	19,6	16,3	16,2	0,6	7,2	42,2	21,1	14,2	13,3	98,6
2	14,6	14,1	15,4	21,4	18,7	15,5	16,6	0,0	19,0	56,6	8,4	30,5	2,2	116,7
3	17,7	15,5	20,5	20,4	18,1	13,4	17,6	5,3	37,5	58,3	17,1	9,5	11,6	139,3
Średnia – Suma Mean – Sum	14,1	14,4	17,4	21,0	18,8	15,1	16,8	5,9	63,7	157,1	46,6	54,2	27,1	354,6
	2010							2010						
1	9,1	14,4	20,3	21,0	21,9	12,1	16,5	8,9	47,3	34,6	9,7	46,7	64,8	212,0
2	11,1	16,4	18,7	24,4	22,3	13,1	17,7	3,5	80,3	26,2	0,3	8,1	31,8	150,2
3	10,6	16,6	18,1	20,9	17,0	12,4	15,9	5,6	34,6	8,9	69,3	40,1	20,8	179,3
Średnia – Suma Mean – Sum	10,3	15,8	19,0	22,1	20,4	12,5	16,7	18,0	162,1	69,7	79,3	94,9	117,4	541,4
	2011							2011						
1	9,2	9,6	21,7	17,2	18,7	15,7	15,3	6,4	19,0	57,7	95,8	28,4	3,2	210,5
2	8,5	16,4	18,0	22,0	19,2	16,5	16,8	18,1	11,7	16,1	62,8	30,3	1,5	140,5
3	14,2	18,7	17,8	18,5	19,3	13,4	17,0	5,4	23,0	29,4	83,8	4,2	2,1	147,9
Średnia – Suma Mean – Sum	10,6	14,9	19,2	19,2	19,1	15,2	16,4	29,9	53,7	103,2	242,4	62,9	6,8	498,9
Średnia – Suma Mean – Sum 1985–2008	8,5	14,3	17,2	19,4	18,2	12,8	15,1	36,0	53,3	56,2	69,1	68,1	49,7	332,4

Tabela 2. Rozkład temperatury powietrza i opadów w podokresach wegetacji koniczyny białej (2009–2011)

Table 2. Air temperatures and rainfalls during vegetation sub-periods of white clover (2009–2011)

Wyszczególnienie Specification	Podokresy wegetacji Vegetation sub-periods		Okres wegetacji Vegetation season
	Wegetatywny Vegetative	Generatywny Generative	
Rok siewu – Year of sowing (2009)			
Liczba dni Number of days	Siew – pąkowanie Sowing – budding (20.04–30.07)	Pąkowanie – zbiór Budding – harvest (31.07–3.09)	(20.04–03.09)
Temp. powietrza (°C) Air temperature (°C)	102	35	137
Opady (mm) Rainfalls (mm)	17,8	18,4	18,0
	272,8	61,4	334,2
Rok – Year 2010			
Liczba dni Number of days	Ruszenie wegetacji – pąkowanie Vegetation start – budding (29.03–02.06)	Pąkowanie – zbiór Budding – harvest (3.06–2.08)	(29.03–2.08)
Temp. powietrza (°C) Air temperature (°C)	65 13,2	61 20,2	126 16,7
Opady (mm) Rainfalls (mm)	189,5	150,7	340,2
Rok – Year 2011			
Liczba dni Number of days	Ruszenie wegetacji – pąkowanie Vegetation start – budding (2.04–4.06)	Pąkowanie – zbiór Budding – harvest (5.06–30.07)	(2.04–30.07)
Temp. powietrza (°C) Air temperature (°C)	64 12,6	56 19,1	120 15,6
Opady (mm) Rainfalls (mm)	93,1	327,6	420,7

Po wschodach koniczyny wyliczono połowę zdolność wschodów, która stanowi procentowy stosunek wzeszłych roślin do wysianych nasion. Wyniki przedstawiono w tabeli 3. Istotne zróżnicowanie tego parametru spowodowały rozstawy rzędów i ilości wysiewu nasion. Największą połowę zdolność wschodów stwierdzono na poletkach o 10 cm rozstawie rzędów (53,96%), która istotnie przewyższała odpowiednie wyniki z obiektów o 20 i 30 cm rozstawie rzędów (41,6 i 38,8%). Taki układ wyników przy najmniejszej rozstawie rzędów był prawdopodobnie spowodowany bardziej równomiernym rozmieszczeniem nasion na poletkach. Największą połowę zdolność wschodów stwierdzono przy najmniejszej ilości wysiewu.

Liczbę roślin koniczyny białej na 1 m² istotnie różnicowały rozstawy rzędów i ilości wysiewu nasion (tab. 3). W miarę zwiększania się rozstawy rzędów istotnie malała obsada roślin od 310 do 220 szt. na 1 m², co wyraźnie koresponduje z opisaną wcześniej połową zdolnością wschodów.

Ilości wysiewu nasion od 2 do 6 kg · ha⁻¹ istotnie zwiększały liczbę roślin koniczyny białej, od 178 do 342 na 1 m². Największą obsadę roślin zanotowano po wschodach z największej gęstości siewu, natomiast najmniejszą z wysiewu 2 kg · ha⁻¹ nasion.

Tabela 3. Polowa zdolność wschodów koniczyny białej (%) i liczba roślin po wschodach na 1 m²
 Table 3. Field emergence ability of white clover (%) and number of plants after emergence per 1 m²

Ilość wysiewu Seed rate (kg·ha ⁻¹)	Polowa zdolność wschodów Field emergence ability				Liczba roślin po wschodach na 1 m ² Number of plants after emergence per 1 m ²			
	Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}	Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}
	10	20	30		10	20	30	
2	67,74	54,63	50,52	57,63	210	169	156	178
4	50,20	34,67	34,65	39,84	311	214	215	247
6	43,95	35,41	31,20	36,85	408	329	290	342
	53,96	41,57	38,79	-	310	238	220	-
NIR, LSD _{0,05}	5,50			5,50	22,8			22,8

W pierwszym roku uprawy koniczyna biała plonuje niżej niż w latach następnych. Otrzymane w 2009 r. plony zielonej masy zebrano 3 września. Kombinacja przykaszana i nieprzykaszana oraz ilości wysiewu nasion od 2 do 6 kg · ha⁻¹ nie wpłynęły istotnie na wielkość plonów. Średnio plony z obiektów różniących się przykaszaniem wynosiły 2,04 – 2,07 kg · m⁻², natomiast z różnych ilości wysiewu też wahały się w niewielkim stopniu, bo od 1,99 do 2,11 kg · m⁻². Plon zielonej masy otrzymany z rozstawy rzędów co 10 cm (2,25 kg · m⁻²) był istotnie wyższy od zebranego z rozstawy co 30 cm (1,82 kg · m⁻²). Plony siana były istotnie zróżnicowane tylko przez rozstawę rzędów. Najwyższe wydajności uzyskano z 10 cm rozstawy rzędów (0,54 kg · m⁻²), natomiast najmniejsze z 30 cm (0,43 kg · m⁻²). Plony zielonej masy i siana koniczyny białej otrzymane w pierwszym roku użytkowania należy ocenić jako dobre, zważywszy na niezbyt korzystny rozkład warunków meteorologicznych podczas wegetacji (bardzo małe opady i wysoka temperatura podczas wschodów roślin oraz częste ochłodzenia i duże opady w lecie – tab. 1 i 2).

Lata pełnego użytkowania

W latach pełnego użytkowania liczba główek na 1 m² była istotnie zróżnicowana przez rozstawy rzędów, przykaszanie roślin, pogodę w poszczególnych latach oraz współdziałanie czynników (tab. 4). Najlepsze wyniki otrzymano na obiektach przykaszanych (średnio 376 główek na 1 m²) i przy zachowaniu 20 cm rozstawy rzędów (365). Lata również wywołały istotną zmienność omawianego elementu struktury plonu. Rok 2010 odznaczał się korzystniejszą pogodą do tworzenia główek w stosunku do 2011 (tab. 1 i 2). W pierwszym z wymienionych lat w podokresie wegetatywnym wystąpiła wyższa temperatura oraz ponaddwukrotnie większe opady, co zaowocowało 20% wyższą obsadą główek na 1 m². Współdziałanie dodatnie przykaszania roślin, rozstawy rzędów i lat uwidocznilo się w 2010 r. Ilości wysiewu nasion nie miały uzasadnionego statystycznie wpływu na obsadę kwiatostanów koniczyny białej.

Liczba strąków w kwiatostanie była istotnie zróżnicowana tylko przez rozstawę rzędów i lata (tab. 5). Największą liczbę strąków w główce stwierdzono z 30 cm rozstawy rzędów (56,2) oraz w 2010 r. (59,2). Przykaszanie roślin a także gęstości wysiewu nasion nie wywołały istotnej zmienności liczby strąków w główce.

Tabela 4. Obsada główek koniczyny białej (szt. · m⁻²)Table 4. Density of white clover heads (number · m⁻²)

E. Rok Year	D. Ilość wysiewu Seed rate (kg · ha ⁻¹)	A. Nieprzykaszana Without cutting				\bar{x}	B. Przykaszana With cutting				\bar{x}	Średnia Mean			\bar{x}
		C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}		C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}		C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			
		10	20	30			10	20	30			10	20	30	
2010	2	292	300	332	308	440	440	456	445	366	370	394	377		
	4	348	368	264	327	368	472	416	419	358	420	340	373		
	6	220	296	340	285	336	492	444	424	278	394	392	355		
	\bar{x}	287	321	312	307	381	468	439	429	334	395	375	368		
2011	2	218	372	272	287	220	312	376	303	219	342	324	295		
	4	228	366	244	279	308	314	316	313	268	340	280	296		
	6	266	292	348	302	388	352	310	350	327	322	329	326		
	\bar{x}	237	343	288	289	305	326	334	322	271	335	311	306		
\bar{x}	2	258	336	302	297	330	376	416	374	292	356	359	336		
	4	288	367	254	303	338	393	366	366	313	380	310	334		
	6	243	294	344	293	362	422	377	387	302	358	360	340		
	\bar{x}	263	332	300	298	343	397	386	376	302	365	343	-		
NIR – LSD _{0,05}		23,8			r.n.	33,0			r.n.	28,2			r.n.		
Pomiędzy – between: nieprzykaszaniem – without cutting (A) i przykaszaniem – and with cutting (B) = 34,2; latami – years E = 25,4; we współdziałaniu – in interaction B × C × E = 51,3.															

Tabela 5. Liczba strąków w główce

Table 5. Number of pods per head

E. Rok Year	D. Ilość wysiewu Seed rate (kg · ha ⁻¹)	A. Nieprzykaszana Without cutting				B. Przykaszana With cutting				Średnia Mean			\bar{x}
		C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}	C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}	C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			
		10	20	30		10	20	30		10	20	30	
		2010	2	51,7	62,5	67,8	69,7	61,5	56,3	62,7	60,2	56,6	
4	64,0		57,6	73,1	64,9	59,4	65,5	63,6	62,8	61,7	61,5	68,3	63,8
6	49,7		52,0	50,6	50,8	56,4	56,1	56,4	56,3	53,0	54,0	53,5	53,5
\bar{x}	55,1		57,4	63,8	58,8	59,1	59,3	60,9	59,8	57,1	58,3	62,3	59,2
2011	2	41,3	45,7	47,5	44,8	44,7	49,2	55,2	49,7	43,0	47,4	51,3	47,2
	4	42,7	48,2	51,1	47,3	44,3	47,3	53,3	48,3	43,5	47,7	52,2	47,8
	6	40,8	44,0	46,6	43,8	42,3	45,6	47,4	45,1	41,5	44,8	47,0	44,4
	\bar{X}	41,6	46,0	48,4	45,3	43,8	47,4	52,0	47,7	42,7	46,6	50,2	46,5
\bar{x}	2	46,5	54,1	57,6	57,2	53,1	52,7	58,9	54,9	49,8	53,4	58,2	53,8
	4	53,3	52,9	62,1	56,1	51,8	56,4	58,4	55,5	52,6	54,6	60,2	55,8
	6	45,2	48,0	48,6	47,3	49,3	50,8	51,9	50,7	47,2	49,4	50,2	48,9
	\bar{x}	48,3	51,7	56,1	52,0	51,4	53,3	56,4	53,7	49,9	52,5	56,2	-
NIR – LSD _{0,05}		4,3			r.n.	4,0			r.n.	4,6			r.n.
Pomiędzy – between: latami – years E = 5,1													

6Tabela 6. Liczba nasion w główce

Table 6. Number of seeds per head

E. Rok Year	D. Ilość wysiewu Seed rate (kg · ha ⁻¹)	A. Nieprzykaszana Without cutting				B. Przykaszana With cutting				Średnia Mean			\bar{x}
		C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}	C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}	C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			
		10	20	30		10	20	30		10	20	30	
2010	2	69,8	83,8	84,1	79,2	78,9	66,9	91,2	79,0	74,3	75,3	87,6	79,1
	4	78,1	96,2	81,6	85,3	69,5	95,1	80,5	81,7	73,8	95,6	81,0	83,5
	6	69,9	73,6	74,2	72,6	62,5	80,5	59,3	67,4	66,2	77,0	66,7	70,0
	\bar{x}	72,6	84,5	80,0	79,0	70,3	80,8	77,0	76,0	71,4	82,6	78,5	77,5
2011	2	32,3	33,1	31,4	32,3	33,1	40,9	28,8	34,3	32,7	37,0	30,1	33,3
	4	34,3	34,2	30,7	33,1	37,3	38,6	29,8	35,2	35,8	36,4	30,2	34,1
	6	31,0	32,5	32,3	31,9	30,5	30,3	32,9	31,2	30,7	31,4	32,6	31,6
	\bar{x}	32,5	33,3	31,5	32,4	33,6	36,6	30,5	33,6	33,1	34,9	31,0	33,0
\bar{x}	2	51,0	58,4	57,7	55,7	56,0	53,9	60,0	56,6	53,5	56,1	58,8	56,2
	4	56,2	65,2	56,1	59,2	53,4	66,8	55,1	58,4	54,8	66,0	55,6	58,8
	6	50,4	53,0	53,2	52,2	46,5	55,4	46,1	49,3	48,4	54,2	49,6	50,8
	\bar{x}	52,5	58,9	55,7	55,7	52,0	58,7	53,7	54,8	52,2	58,8	54,7	-
NIR – LSD _{0,05}		5,4			5,4	4,8			4,8	5,0			5,0
Pomiędzy – between: latami – years E = 4,6; we współdziałaniu – in interaction C × D × E = 10,2													

Tabela 7. Plon nasion (kg · ha⁻¹)Table 7. Seed yield (kg · ha⁻¹)

E. Rok Year	D. Ilość wysiewu Seed rate (kg · ha ⁻¹)	A. Nieprzykaszana Without cutting				B. Przykaszana With cutting				Średnia Mean			\bar{x}
		C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}	C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			\bar{x}	C. Rozstawa rzędów (cm) Row spacing (cm)			
		10	20	30		10	20	30		10	20	30	
2010	2	101,9	128,2	139,6	123,2	180,5	153,1	207,9	180,5	141,2	140,6	173,7	151,8
	4	135,9	177,0	107,7	140,2	127,9	228,9	164,1	173,6	131,9	202,9	135,9	156,9
	6	78,4	108,9	126,1	104,5	105,0	194,1	131,6	143,6	91,7	151,5	128,8	124,0
	\bar{x}	105,4	138,0	124,5	122,6	137,8	192,0	167,9	165,9	121,6	165,0	146,2	144,2
2011	2	34,5	61,6	43,5	46,5	35,7	63,8	55,2	51,6	35,1	62,7	49,3	49,0
	4	39,1	62,6	38,2	46,6	57,4	60,6	49,0	55,7	48,2	61,6	43,6	51,1
	6	41,2	48,4	56,2	48,6	59,2	54,4	51,0	54,9	50,2	51,4	53,6	51,7
	\bar{x}	38,3	57,5	46,0	47,2	50,8	59,6	51,7	54,1	44,5	58,6	48,8	50,6
\bar{x}	2	68,2	94,9	91,5	84,8	108,1	108,4	131,5	116,0	88,1	101,6	111,5	100,4
	4	87,5	119,8	72,9	93,4	92,6	144,7	106,5	114,6	90,0	132,2	89,7	104,0
	6	59,8	78,6	91,1	76,5	82,1	124,2	91,3	99,2	70,9	101,4	91,2	87,8
	\bar{x}	71,8	97,7	85,2	84,9	94,3	125,8	109,8	110,0	83,0	111,8	97,5	-
NIR – LSD _{0,05}		8,9			8,9	10,2			10,2	9,4			9,4
Pomiędzy – between: nieprzykaszaniem – without cutting (A) i przykaszaniem – and with cutting (B) = 10,4; latami – years E = 15,9; we współdziałaniu – in interaction: A × C × E = 32,3; B × C × E = 38,5													

Liczba nasion w kwiatostanie to jeden z najbardziej zmiennych elementów struktury plonu (tab. 6). Była ona istotnie zróżnicowana przez ilości wysiewu, rozstawę rzędów i pogodę w latach badań. Najwięcej nasion w główce stwierdzono z wysiewu $4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nasion (58,8), w 20 cm rozstawie rzędów (58,8) i w 2010 r. (77,5). Znacznie lepsze wyniki w 2010 r. spowodowała pogoda w podokresie generatywnym rozwoju koniczyny białej (pąkowanie roślin – zbiór), która charakteryzowała się wyższą temperaturą powietrza oraz zdecydowanie mniejszymi opadami (tab. 2). Z kolei w 2011 r. wystąpiły w tym podokresie bardzo wysokie opady (327,6 mm), które utrudniały oblot owadów zapylających, zapylanie oraz zapładnianie kwiatów.

Dlatego też liczba nasion w główce wynosiła średnio tylko 33,0. Przykaszanie roślin nie miało istotnego wpływu na omawiany element. Na udział strąków z nasionami w główce nie wpłynęły istotnie badane czynniki. Tylko pogoda w poszczególnych latach wywołała uzasadnioną statystycznie zmienność strąków z nasionami. Lepsze wyniki otrzymano w 2010 r. (61,9%) niż w 2011 (34,5%).

Największe wartości średniej liczby nasion w strąku osiągnięto z 20 cm rozstawy rzędów (średnio 1,08) i w roku 2010 (1,31). Ilości wysiewu i przykaszanie roślin nie podnosiły istotnie wartości omawianej cechy.

Przykaszanie roślin było zabiegiem stosunkowo mało różnicującym średni udział strąków z liczbą nasion od 0 do 6 szt. (rys. 1). Jedynie w 2010 r. stwierdzono mniejszy o 5% udział strąków bez nasion, a większy o około 3% strąków jedno- i dwunasiennych w obiekcie przykaszonym. W roku 2011 nie zanotowano żadnych różnic pomiędzy porównywanymi obiektami. Analizując wpływ ilości wysiewu nasion na omawianą cechę, należy podkreślić, że najkorzystniejsze wyniki uzyskano z wysiewu $4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, ponieważ stwierdzono wtedy najmniej strąków bez nasion oraz więcej strąków jedno- i wielonasiennych, głównie w roku 2011 (rys. 1). Rozstawa rzędów nieznacznie różnicowała średni udział poszczególnych frakcji strąków. Z kolei bardzo dużą zmienność tej cechy wywołały warunki pogodowe w poszczególnych latach. Rok 2011 był pod tym względem gorszy od 2010 (tab. 1 i 2). Sytuacja taka spowodowała, że w główkach koniczyny z 2011 r. było aż 65,5% strąków bez nasion, a udział pozostałych frakcji strąków był zdecydowanie mniejszy niż w roku 2010. Z kolei strąków jednonasiennych zanotowano podobne ilości w obu latach (19,5%).

Masa 1000 nasion nie różniła się istotnie w zależności od badanych czynników (ilości wysiewu, rozstawy rzędów, przykaszania) oraz lat. Podczas nalewania i wykształcania nasion zanotowano stosunkowo wysoką temperaturę powietrza i duże opady przekraczające średnie wieloletnie (tab. 1 i 2). Warunki te nie sprzyjały wykształcaniu nasion, dlatego masa 1000 nasion ukształtowała się na niskim poziomie (0,50 g) i była bardzo mało zróżnicowana (0,49–0,51 g), dlatego pominięto tabelę z wynikami.

Plony nasion koniczyny białej w zależności od badanych czynników przedstawiono w tabeli 7. Małe wartości najważniejszych elementów struktury plonu zadecydowały o małych i bardzo małych plonach nasion. Należy podkreślić, że warunki meteorologiczne były w roku 2010 niesprzyjające dla plonowania, natomiast w 2011 – bardzo niesprzyjające, dlatego też średni plon nasion w pierwszym z wymienionych lat wynosił $144,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast w drugim tylko $50,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Te niskie plony nasion były istotnie zróżnicowane w zależności od ilości wysiewu, rozstawy rzędów, przykaszania roślin i lat. Największe plony otrzymano przy wysiewie nasion w ilości 2 i $4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($100\text{--}104 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), 20 cm rozstawie rzędów ($111,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz z obiektów przykaszanych ($110,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Zanotowano również istotne plonotwórcze współdziałanie pomiędzy rozstawą rzędów, przykaszaniem roślin i latami, które uwidoczniło się w 2010 r. ($192 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

DYSKUSJA

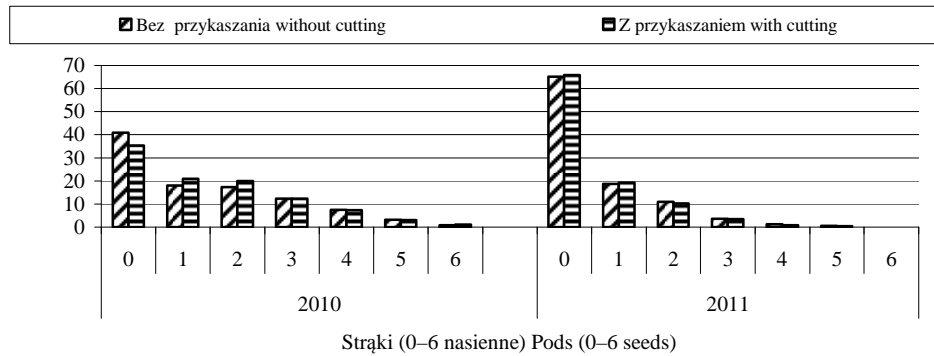
W literaturze przedmiotu spotyka się powszechny pogląd, że wysokość plonów roślin motylkowatych drobnonasiennych zależy w większym stopniu od pogody podczas wegetacji roślin niż czynników agrotechnicznych. Świadczą o tym większe różnice w wielkości plonów nasion pomiędzy latami niż stosowanymi zabiegami agrotechnicznymi [Lonc i Ramenda 1981, Olszak 1982, Rybak 1979, Wilczek i Olszak 1984]. Z dotychczasowych badań wynika, iż większe od średniej z wielolecia opady i liczba dni z deszczem w podokresie wegetatywnym oraz wyższa temperatura powietrza w podokresie generatywnym to elementy meteorologiczne istotnie zwiększające plony nasion koniczyny białej [Rybak 1982, Rybak 1979, Olszak 1982].

W żadnym z lat 2009–2011, kiedy realizowano eksperyment, takiej pogody nie zanotowano, a w roku 2011 wystąpiły bardzo niekorzystne warunki meteorologiczne, objawiające się małymi opadami w podokresie wegetatywnym, a bardzo dużymi i częstymi w podokresie generatywnym (tab. 1, 2). Dlatego też w omawianym roku uzyskano bardzo małe plony nasion. Należy podkreślić, że częste opady utrudniały oblot owadów zapylających (głównie pszczoł miodnych), zapylanie oraz zapładnianie kwiatów. Nadmiar opadów spowodował, że najwcześniej zawiązane kwiatostany podgniwały pod koniec okresu generatywnego, opadały w całości lub w części zrzucały strąki. Efektem było obniżenie rzeczywistej obsady główek na 1 m^2 i strąków w główce. Należy dodać, że w warunkach dużych opadów i temperatury wilgotność powietrza była wysoka, co utrudniało zapłodnienie i wykształcanie nasion. Dlatego też stwierdzono niską średnią liczbę nasion w strąku (0,5–2,0), chociaż zalążków w woreczku zalążkowym koniczyny białej może być 6 [Ceburat i in. 1982]. Podobnie masa 1000 nasion była mała (0,50 g). Z powyższego wynika, że niekorzystna pogoda obniżyła istotnie wartość podstawowych elementów plonowania, od których uzależniona była wielkość plonu (obsada główek na 1 m^2 , liczba strąków z nasionami w główce, masa 1000 nasion). Według Rybak i in. [1997] plony nasion były najsilniej dodatnio skorelowane z obsadą główek na 1 m^2 oraz liczbą nasion w strąku. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w latach 2009–2011 nie było okresu ze sprzyjającymi warunkami meteorologicznymi do wzrostu i rozwoju koniczyny białej uprawianej na nasiona, co negatywnie odbiło się na plonach.

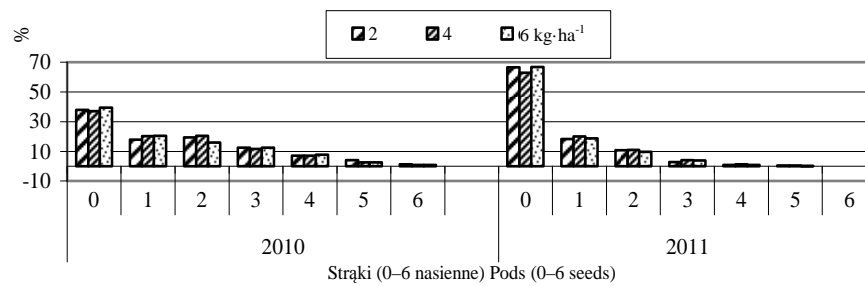
Ważnym zagadnieniem jest odpowiedni dobór gleb pod plantacje nasienne. W przeprowadzonych doświadczeniach polowych koniczynę uprawiano na glebie lekkiej kompleksu żytniego bardzo dobrego, bonitowanej w klasie IVb. Taki wybór gleby należy uznać za właściwy w świetle literatury. Zdaniem Wilczka i Olszaka [1984] najodpowiedniejszymi glebami pod nasienną koniczynę białą są gleby pseudobielicowe wytworzone z lessów (płowe) i bielicowe powstałe z glin lekkich, bonitowane w klasie IIIa, IIIb, IVa i IVb (kompleks żytni bardzo dobry i dobry). Nie nadają się do tego celu gleby zbyt żyzne ze względu na nadmierny wzrost części wegetatywnych roślin (kompleks pszeny bardzo dobry i dobry), a także gleby bardzo lekkie (kompleks żytni słaby i bardzo słaby), ponieważ są zbyt suche i zakwaszone.

Z eksperymentu wynika, że najodpowiedniejszą ilością wysiewu jest $2\text{--}4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nasion. Wyniki te znajdują potwierdzenie w badaniach Rybak [1982] i Wilczka [2000]. Koniczyna biała jest rośliną rozłogową, dlatego też istotnym problemem jest rozstawa rzędów. W prezentowanych badaniach najodpowiedniejszą odległością między rzędami było 20 cm. Węższa rozstawa powoduje zbyt duże zagęszczenie pędów i liści, natomiast szersza wpływa na przedłużenie okresu kwitnienia [Bodzon 2005, Mendzelewski i Ba-wolski 1983, Prusiński i Kotecki 2006, Wilczek 2000].

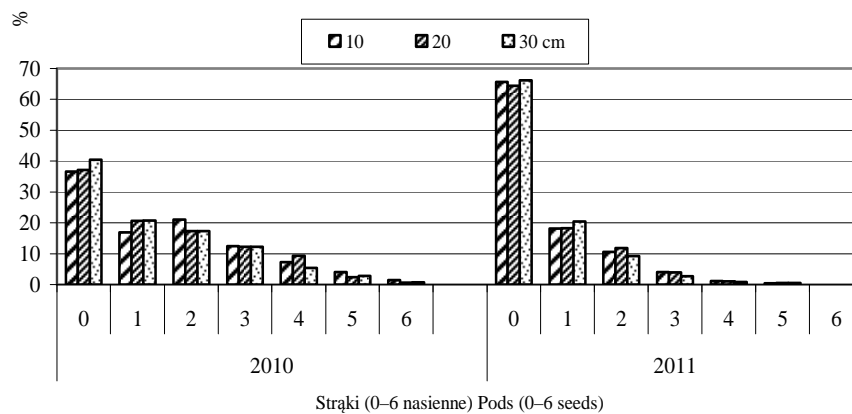
Średni udział strąków z liczbą nasion od 0 do 6 w zależności od przykaszania roślin
 Mean content of pods with 0–6 seeds, depending on cutting of plants



Średni udział strąków z liczbą nasion od 0 do 6 w zależności od ilości wysiewu
 Mean content of pods with 0–6 seeds, depending on rate of seeding



Średni udział strąków z liczbą nasion od 0 do 6 w zależności od rozstawy rzędów
 Mean content of pods with 0–6 seeds, depending on row spacing



Rys 1. Wpływ badanych czynników na udział strąków z liczbą nasion od 0 do 6 w kwiatostanie koniczyny białej

Fig. 1. The effect of studied factors on the content of pods with 0–6 seeds in the white clover inflorescence

Przykaszanie roślin jest zabiegiem niezwykle wskazanym w latach o większej od średniej wieloletniej sumie opadów w podokresie wegetatywnym. Zabieg ten ma na celu chwilowe zahamowanie intensywnego wzrostu części wegetatywnych oraz odsłonięcie zawiązujących się kwiatostanów. Efektem tego zabiegu był istotny wzrost obsady główek na 1 m² i plonów nasion. Są to pierwsze oryginalne wyniki w naukowym piśmiennictwie.

Ze względu na łatwość opadania główek i strąków z nasionami, szczególnie w latach o niesprzyjającej pogodzie pod koniec okresu generatywnego, duże znaczenie ma właściwie przeprowadzony zbiór. Praktyczne wskazówki w tym względzie dają Mendzelewski i Bawolski [1983].

Koniczynę białą powinno uprawiać się w roku siewu jako wsiewkę w roślinę ochronną, którą może być jęczmień jary zbierany na ziarno lub owies koszony na zielonkę [Ramenda 1982, Starzycki 1981, Wilczek 2000]. Wówczas plantacja jest w mniejszym stopniu zachwaszczona. Uprawiając omawianą roślinę w czystym siewie, należy stosować herbicydy, których skuteczność nie zawsze jest zadowalająca [Goliński 2004]. W naszym eksperymencie zastosowanie herbicydów na chwasty dwuliścienne wykluczyło duże zróżnicowanie fazy rozwojowej roślin, spowodowane warunkami meteorologicznymi podczas wschodów.

Na zakończenie należy podkreślić, iż literatura dotycząca uprawy koniczyny białej na nasiona jest skromna i pochodzi głównie z ostatniego dwudziestolecia ubiegłego wieku. Nie obejmuje więc nowszych odmian i technologii uprawy.

WNIOSKI

1. Ze względu na duże zachwaszczenie koniczyny białej uprawianej w czystym siewie trudno jest uzyskać plony nasion w roku siewu, natomiast można zebrać zadowalające plony zielonej masy bądź siana.

2. Największy wpływ na plony nasion koniczyny białej w latach 2010–2011 miała pogoda w okresie wegetacji. Różnicowała ona istotnie plony oraz większość elementów ich struktury.

3. Decydujący wpływ na plony nasion miały takie elementy struktury plonu, jak liczba główek na 1 m² i liczba nasion w główce. Najmniej zmiennym elementem była masa 1000 nasion.

4. Przykaszanie roślin istotnie zwiększało obsadę główek na 1 m² oraz plony nasion.

5. Ilości wysiewu nasion istotnie różnicowały liczbę nasion w główce i plony nasion. Najlepsze wyniki otrzymano z wysiewu 2 i 4 kg · ha⁻¹.

6. Rozstawa rzędów istotnie różnicowała obsadę główek na 1 m², liczbę strąków w główce, liczbę nasion w główce i plony nasion. Najodpowiedniejszą była rozstawa rzędów co 20 cm.

PIŚMIENNICTWO

- Arseniuk E., Martyniak J., 2005. Polskie trawy i koniczyny w unijnych warunkach. Agroservis 8, 3–10.
Bodzon Z., 2005. Rośliny motylkowate drobnonasienne w uprawie na nasiona. Agroservis 8, 81–93.

- Broniarz J., 2007. Synteza wyników doświadczeń odmianowych. Motylkowate drobnonasienne. COBORU, 1210, 3–33.
- Cebrat J., Kobierzyńska-Głąb Z., Ramenda S., 1982. Zmienność cech ilościowych warunkujących płodność pięciu odmian koniczyny białej *Trifolium repens* L. Hod. Rośl. Aklim. Nas. 26, 1, 11–34.
- Ćwintal H., 2001. Zmiany składu gatunkowego runi pastwiskowej z udziałem roślin motylkowatych w zależności od typu gleby. Annales UMCS Sec. E, Agricultura, 56, 103–113.
- Goliński P., 2004. Ocena skuteczności chwastobójczej herbicydów w uprawie nasiennej koniczyny białej. Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Rośl. Poznań, 44(2), 689–691.
- Goliński P., 2005. Efektywność stosowania regulatorów wzrostu w uprawie nasiennej koniczyny białej. Prog. Plant Protec./Post. Ochr. Rośl. Poznań, 45, 323–325.
- Lonc W., Ramenda S., 1981. Zmienność cech struktury plonu nasion koniczyny białej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 167, Rolnictwo 21, 75–87.
- Mendzilewski W., Bawolski S., 1983. Kompleksowa technologia uprawy i zbioru koniczyny białej na nasiona. Lublin, 2–23.
- Olszak T., 1982. Agroekologiczne aspekty rejonizacji nasiennej koniczyny białej i seradeli w woj. lubelskim. Praca doktorska, AR Lublin.
- Prusiński J., Kotecki A., 2006. Współczesne problemy produkcji roślin motylkowatych. Fragn. Agron. 23, 3(91), 94–126.
- Ramenda S., 1982. Uprawa koniczyny białej *Trifolium repens* L. na nasiona. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 167, Rolnictwo 21, 9–17.
- Rybak H., 1982. Uprawa koniczyny białej na nasiona. Nauka – Praktyce Rolniczej, AR w Poznaniu, 3–32.
- Rybak H., Szukała J., Pudelko J., Małecka I., 1997. Uwarunkowania plonu nasion koniczyny białej. Rocz. AR w Poznaniu, 295, 109–116.
- Rybak H., 1979. Uprawa koniczyny białej na nasiona. Zakład Upowsz. Post. w Roln., AR w Poznaniu.
- Starzycki S., 1981. Koniczyny. PWRiL, Warszawa.
- Warda M. Ćwintal H., 1998. Utrzymanie się roślin motylkowatych w runi pastwiskowej na różnych typach gleb. Biuletyn Naukowy 1, 419–426.
- Wilczek M., 2000. Wieloletnie motylkowe. W: Nasiennictwo, pod red. K.W. Duczmala i H. Tucholskiej, PWRiL, Poznań, t. II, 104–124.
- Wilczek M., Olszak T., 1984. Przydatność niektórych gleb do uprawy nasiennej koniczyny białej w województwie lubelskim. Rocz. Glebozn., 35, 3–4, 63–73.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008–2011 jako projekt badawczy: N N 310 144835.

Summary. A strict field experiment with white clover (Barda cv.) was carried out in 2009–2011 on a very good rye complex soil (class IVb) at the Experimental Station in Parczew. The experiments were performed on the basis of a split-split-plot design in four replicates. The experimental factors included the following: plant trimming (variants with or without trimming); row spacing (10, 20, 30 cm), and amounts of seeds sown (2, 4, and 6 kg · ha⁻¹). The weather during the white clover vegetation influenced the seed yields the most, which considerably diversified the yields and the majority of their structure elements. The head density per 1 m² and the number of seeds per head also exerted significant effects on seed yields. The 1000-grain weight was the least varied element of the yield structure. Plant trimming remarkably increased the head density per 1 m², the number of pods per head, and the seed yields. The agricultural practice related to cultivation of white clover for seeds recommends the 2–4 kg · ha⁻¹ of seeds sown in 20 cm row spacing and plant trimming.

Key words: white clover, amount of sown seeds, row spacing, cutting of plants, seed yield