

## ARCHITEKTURA ŁANU KOSTRZEWEY CZERWONEJ UPRAWIANEJ NA NASIONA W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM

MAŁGORZATA SZCZEPANEK

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

malgorzata.szczepanek@utp.edu.pl

**Synopsis.** Celem badań była analiza architektury ładu kostrzewy czerwonej uprawianej na nasiona w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. W jesieni stosowano 20, 40 lub 60 kg N·ha<sup>-1</sup>. Wiosną aplikowano 40, 60, 80 kg N·ha<sup>-1</sup> jednorazowo w czasie ruszenia wegetacji, a w wariacie dawki dzielonej 40 + 40 kg również na początku fazy strzelania w źdźbło. Nie wykazano kierunkowych reakcji liczby pędów generatywnych, kłosek w wieszce i nasion w kłosku na zastosowane dawki azotu. Nieistotna była również interakcja nawożenia jesiennego i wiosennego nie tylko w kształtowaniu tych elementów architektury ładu, ale także długości pędów, liczby nasion w wiechach i wylegania. W drugim roku użytkowania zwiększenie dawki azotu stosowanego w czasie ruszenia wegetacji z 40 do 80 kg·ha<sup>-1</sup> powodowało zwiększenie długości pędów generatywnych i liczby nasion w wieszce. W pierwszym i drugim roku użytkowania, po aplikacji 40 kg N·ha<sup>-1</sup> na początku wegetacji oraz 40 kg w fazie strzelania w źdźbło wyleganie było większe niż po jednorazowej dawce 40 lub 60 kg N·ha<sup>-1</sup> zastosowanej wcześniej wiosną. Ograniczenie jesiennej dawki azotu z 60 do 20 kg·ha<sup>-1</sup> miało korzystny wpływ na masę tysiąca nasion kostrzewy czerwonej.

**Słowa kluczowe** – *key words*: kostrzewa czerwona – *red fescue*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, architektura ładu – *stand architecture*

### WSTĘP

W Polsce kostrzewa czerwona zajmuje drugie miejsce w powierzchni reprodukcji [PIORIN 2010] i trzecie w wartości sprzedaży nasion traw [Oleksiak 2008]. O poziomie jej produktywności decydują bezpośrednio strukturalne elementy plonowania takie jak: liczba pędów generatywnych na jednostce powierzchni, czy masa tysiąca nasion ale także inne elementy architektury ładu np. wysokość roślin czy długość wiechy [Martyniak 2005]. Fairey i Lefkovitch [1996] wykazali zmniejszenie masy tysiąca nasion przy wzroście zagęszczenia roślin, natomiast Sawicki [1999] jej zwiększenie przy długich pędach i kwiatostanach. Deleuran i Boelt [1997] podają, że przy nadmiernym zagęszczeniu zachodzi konkurencja między pędami wegetatywnymi i generatywnymi, co może mieć negatywny wpływ na plon. Relatywnie duża liczba pędów generatywnych jest potrzebna dla optymalizacji produkcji kwiatostanu w pierwszym roku pełnego użytkowania, ale może być niekorzystna dla formowania kwiatostanu i plonu nasion w latach następnych [Fairey i Lefkovitch 1996].

W uprawie kostrzewy czerwonej uzasadnione jest nawożenie azotem już w okresie jesiennym, bowiem ilość reprodukcyjnych pędów w roku użytkowania zależy od liczby dobrze wykształconych pędów jesiennych. Boelt [1999] wykazała, że aż 89% z nich staje się generatywnymi, jeśli ich średnica przed zimą jest większa niż 2 mm, a tylko 62% jeśli wynosi 1–1,5 mm. Poziom odżywienia roślin azotem od ruszenia wegetacji na wiosnę ma wpływ na przeżywalność

pędów, ich konkurencyjność w stosunku do chwastów, stan fizjologiczny i sprawność tworzenia plonu, wreszcie ostateczną morfologię i produktyjność.

Zgodnie z hipotezą zakładano, że dawka azotu stosowana na wiosnę przed ruszeniem wegetacji ma podstawowy wpływ na kształtowanie architektury ładu, ale siła tego oddziaływania będzie zależna od ilości azotu aplikowanego w okresie jesiennego tworzenia pędów.

Celem badań była analiza architektury ładu kostrzewy czerwonej w warunkach zróżnicowanych dawek jesiennego i wiosennego nawożenia azotem.

## MATERIAŁ I METODY

Podstawą badań było ściśle doświadczenie polowe, zlokalizowane w Chrzastowie koło Nakła (woj. kujawsko-pomorskie) (53°09' N, 17°35' E). Założono je na glebie bielcowej, kompleksu żytniego bardzo dobrego, klasy IVa, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego pylastego, odczynie lekko kwaśnym (pH w KCl 6,62), wysokiej zawartości fosforu i średniej potasu (69,4 mg P·kg<sup>-1</sup>, 110 mg K·kg<sup>-1</sup> gleby). Ilość azotu w formie NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i NH<sub>4</sub><sup>+</sup> wynosiła odpowiednio 10,2 i 3,57 mg·kg<sup>-1</sup> s. m. gleby, co odpowiada łącznie 41 kg N·ha<sup>-1</sup>. Trawnikową odmianę Nimba kępowej kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* ssp. *commutata*) wysiewano z jęczmieniem jarym w roku 2004 i 2005 r. a następnie użytkowano na nasiona przez dwa kolejne lata (odpowiednio seria pierwsza 2005–2006 i druga 2006–2007). Zastosowano układ split-block, w czterech powtórzeniach, a powierzchnia poletek wynosiła 15 m<sup>2</sup>. Po zbiorze rośliny ochronnej w roku siewu lub nasion w latach użytkowania stosowano azot mineralny w formie saletry amonowej w dawkach: 20, 40 lub 60 kg·ha<sup>-1</sup> (nawożenie jesiennie). Wiosną aplikowano 40, 60, 80 kg N·ha<sup>-1</sup> jednorazowo w czasie ruszenia wegetacji, a w wariantach dawki dzielonej 40 + 40 kg również na początku fazy strzelania w źdźbło (nawożenie wiosenne).

Przed zbiorem nasion przeprowadzono pomiary liczby pędów generatywnych na losowo wyznaczonej parceli o powierzchni 0,25 m<sup>2</sup>, a także długości pędów generatywnych oraz liczby kłosek w wieszce na podstawie 20 pędów z każdego poletka. Liczbę nasion w kłoskach oznaczono na trzech losowo wybranych kłoskach w dolnej, środkowej i górnej części 20 wiech. Liczba nasion w wiekach jest iloczynem ilości kłosek w kwiatostanie i nasion w kłosku. Tuż przed zbiorem przeprowadzano ocenę wylegania w skali 9°, w której 1 oznacza największe nasilenie tej cechy. Dla każdego poletka obliczono stopień wylegania za pomocą średniej ważonej. Masę tysiąca nasion oznaczano wg przepisów ISTA [2008], na podstawie 100 szt. w 4 powtórzeniach każdego obiektu. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Wykonano analizę wariacji doświadczeń wielokrotnych według modelu łączonych nieścisłości, a istotność różnic między średnimi weryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności  $\alpha=0,05$ .

## WYNIKI I DISKUSJA

Reakcja elementów architektury ładu odmiany Nimba kostrzewy czerwonej na dawki azotu od 20 do 60 kg·ha<sup>-1</sup> stosowane jesienią i od 40 do 80 kg·ha<sup>-1</sup> na wiosnę, dla plonów nasion na poziomie 8,48 dt·ha<sup>-1</sup> [Szczepanek 2010] była niewielka, a współdziałanie dawek w kształtowaniu tych cech nieistotne. Można przypuszczać, że zapotrzebowanie roślin na azot pokrywał nie tylko azot z nawozów mineralnych, ale w znacznym stopniu dostępne formy azotu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) pochodzącego z mineralizacji materii organicznej w trakcie wegetacji. Jak wykazał Nelson i in. [2006] mineralizacja netto w uprawie kostrzewy może dostarczać od 57 do 155 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Długość i liczba pedów generatywnych oraz wyleganie w zależności od poziomu nawożenia azotem, średnio z lat 2005–2006 dla pierwszego i 2006–2007 dla drugiego roku użytkowania  
 Table 1. Length and number of generative tillers and lodging depending on nitrogen rate, mean from 2005–2006 for the first and 2006–2007 for the second year of utilization

Dawka Rate (kg N·ha <sup>-1</sup> )	Długość pedów generatywnych (cm) Length of generative tillers (cm)		Liczba pedów generatywnych (szt.) Number of generative tillers (No)		Wyleganie – Lodging (9°)	
	I	II	I	II	I	II
Rok użytkowania – Year of utilization						
Jesienna – Autumn						
20	81,2	67,2	1895	2685	3,59	4,11 a
40	81,1	67,2	2043	2838	3,34	3,87 ab
60	80,1	67,4	1761	2825	3,35	3,70 b
Wiosenna – Spring						
40	79,8	64,9 B	2030	2543	3,88 A	4,88 A
60	81,0	67,1 AB	2020	2889	3,69 A	3,95 B
80	82,3	69,2 A	1671	2881	3,25 AB	3,66 BC
40+40	80,0	67,9 AB	1878	2818	2,89 B	3,07 C
Średnia – Mean	80,8	67,3	1900	2783	3,43	3,89

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – Means marked with the same letters do not differ significantly

Według Krifta i in. [2001] żywe korzenie kostrzewy czerwonej stymulują uwalnianie azotu z resztek roślinnych i tym samym ułatwiają swój wzrost.

Poziom jesienno nawożenia azotem nie miał wpływu na długość pędów generatywnych w pierwszym ani w drugim roku pełnego użytkowania (tab. 1). Ilość azotu stosowana wczesną wiosną istotnie różnicowała długość pędów produkcyjnych tylko w drugim roku. Po zastosowaniu  $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  pędy były krótsze niż po jednorazowej aplikacji  $80 \text{ kg}$ . W innych badaniach kostrzewy czerwonej [Kitczak i Czyż 2004] odmiana Nimba w drugim roku użytkowania miała pędy kwiatostanowe o  $5,7 \text{ cm}$  krótsze w obiekcie nienawożonym niż po zastosowaniu wiosną  $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Różnice długości pędów po aplikacji  $60$  i  $90 \text{ kg}$  a także  $90$  i  $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  wynosiły odpowiednio  $1,8$  i  $2,1 \text{ cm}$ .

W badaniach własnych kostrzewa czerwona w drugim roku pełnego użytkowania wykształcała pędy generatywne o  $13,5 \text{ cm}$  krótsze, ale ich zagęszczenie na jednostce powierzchni było o  $46\%$  większe niż w pierwszym. Nie wykazano istotnego wpływu dawki jesienno i wiosennego nawożenia azotem na liczbę pędów generatywnych w pierwszym ani w drugim roku użytkowania (tab. 2). Gislum i Boelt [1999] nie wykazali różnicy tej cechy kostrzewy czerwonej po zastosowaniu dawek azotu w zakresie  $60\text{--}90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , przy czym bez nawożenia pędów takich było istotnie najmniej. Brak reakcji liczby pędów produkcyjnych na dawki azotu stosowane w jesieni wskazuje na ograniczone wymagania pokarmowe dla tworzenia pędów zdolnych do jarowizacji. Duru i in. [2004] podają, że wierzchołkowy wzrost kostrzewy czerwonej jest mało wrażliwy na obecność składników odżywczych, co świadczy o dużej plastyczności tego gatunku. Wyleganie łanu kostrzewy czerwonej przed zbiorem nasion było silne. W obu latach pełnego użytkowania w wariantcie zielonej wiosennej dawki azotu ( $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w czasie ruszenia wegetacji i  $40 \text{ kg}$  na początku fazy strzelania w źdźbło) łan wylegał silniej niż po wczesnowiosennej aplikacji  $40$  i  $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W pierwszym roku nie było różnic po jednorazowym zastosowaniu wiosną  $40$ ,  $60$  i  $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ , natomiast w drugim roku w warunkach najniższej dawki azotu wyleganie było najmniejsze. Zwiększenie jesiennej dawki azotu z  $20$  do  $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  powodowało nasilenie wylegania w drugim roku użytkowania.

W pierwszym roku kwiatostany kostrzewy czerwonej miały o  $12\%$  więcej kłosek, ale o  $14\%$  mniej nasion w kłoskach w porównaniu z drugim rokiem użytkowania (tab. 2). Tak zróżnicowane morfologicznie wiechy wykształcały w obu latach podobną liczbę nasion. W pierwszym i drugim roku użytkowania nie wykazano istotnego wpływu poziomu wiosennego i jesienno nawożenia azotem na liczbę kłosek w wiechach i nasion w kłoskach. Wysokie, jednorazowe nawożenie  $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  wczesną wiosną zwiększało liczbę nasion w wiechach w porównaniu do dawek o  $20$  i  $40 \text{ kg}$  mniejszych. Złożył się na to wyraźny, choć statystycznie nieistotny wzrost liczby kłosek w kwiatostanie i nasion w kłosku. Podobne wyniki uzyskali Meijer i Vreeke [1988], którzy przy zwiększeniu dawki azotu stosowanego wiosną z  $30$  do  $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  nie wykazali różnicy w liczbie nasion z wiechy, ale po zastosowaniu  $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  była ona o  $6,5\%$  większa. To spowodowało zwiększenie masy nasion z wiechy bardziej niż różnice w masie tysiąca nasion.

Masa tysiąca ziaren była o  $7,6\%$  mniejsza w drugim roku użytkowania w porównaniu z pierwszym. Mogło to wynikać z większej liczby pędów generatywnych. Jak podają Fairey i Lefkovitch [1996], przy silnie zagęszczonych pędach w drugim roku pełnego użytkowania masa tysiąca nasion kostrzewy czerwonej była mniejsza na skutek dużej konkurencji między- i wewnątrzgatunkowej. W pierwszym i w drugim roku nie wykazano istotnego wpływu poziomu i podziału wiosennej dawki nawożenia azotem, natomiast ograniczenie jesiennej dawki azotu do  $20 \text{ kg}$  w porównaniu z  $60 \text{ kg}$  miało korzystny wpływ na omawianą cechę. W warunkach największej dawki jesiennej obserwowano nasilone wyleganie, co mogło spowodować gorsze wypełnienie nasion. Różnice w masie tysiąca nasion mimo, że statystycznie istotne były niewielkie (do  $4\%$ ), co może wskazywać na ograniczoną ich przydatność rolniczą.

Tabela 2. Liczba kłosek w wiechach, nasion kłosku, nasion w wieszce i masa tysiąca nasion w zależności od poziomu nawożenia azotem, średnio z lat 2005–2006 dla pierwszego i 2006–2007 dla drugiego roku użytkowania  
 Table 2. Number of spikelets in panicle, seeds in spikelet, seeds in panicle and thousand seeds weight depending on nitrogen rate, mean from 2005–2006 for the first and 2006–2007 for the second year of utilization

Dawka Rate (kg N·ha <sup>-1</sup> )	Liczba kłosek (szt.) Number of spikelets (No)		Liczba nasion w kłosku (szt.) Number of seeds in spikelet (No)		Liczba nasion w wieszce (szt.) Number of seeds in panicle (No)		Masa tysiąca nasion (g) Thousand seeds weight (g)	
	Rok użytkowania – Year of utilization							
	I	II	I	II	I	II	I	II
<b>Jesienna – Autumn</b>								
20	15,4	14,2	2,08	2,39	32,4	34,0	1,22 a	1,12 a
40	15,1	13,7	2,03	2,58	34,5	36,2	1,19 ab	1,10 ab
60	15,2	13,0	2,20	2,40	36,5	31,6	1,17 b	1,08 b
<b>Wiosenna – Spring</b>								
40	14,6	13,0	1,93	2,30	28,2	30,0 B	1,20	1,12
60	15,1	13,4	2,13	2,23	32,6	29,6 B	1,19	1,10
80	15,8	14,3	2,13	2,79	34,0	40,7 A	1,20	1,09
40+40	15,3	13,8	2,24	2,50	34,5	35,3 AB	1,19	1,10
Średnia – Mean	15,2	13,6	2,11	2,46	32,3	33,9	1,19	1,10

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – Means marked with the same letters do not differ significantly

Reakcja podstawowych strukturalnych elementów plonowania (liczby pędów generatywnych, kłosek w kwiatostanie, nasion w kłosku i masy tysiąca nasion) a także plonu nasion [Szczepanek 2010] na zastosowane dawki azotu była stosunkowo słaba. Wcześniej także inni badacze [Young i in. 1999] wykazali brak lub niewielki wpływ wzrastających dawek nawożenia wiosennego na komponenty plonowania kostrzewy czerwonej nawożonej w jesieni 33 kg N·ha<sup>-1</sup>. To pozwala sądzić, że dawki azotu w uprawie tego gatunku mogą być ograniczone, szczególnie w warunkach gleb żyznych, w pierwszym roku pełnego użytkowania.

## WNIOSKI

1. W pierwszych dwóch latach pełnego użytkowania trawnikowej odmiany Nimba kostrzewy czerwonej liczba pędów generatywnych, kłosek w wieszce i nasion w kłosku nie wykazywały kierunkowych reakcji na dawki azotu od 20 do 60 kg·ha<sup>-1</sup> aplikowane w jesieni i od 40 do 80 kg·ha<sup>-1</sup> na wiosnę. Nieistotna była również interakcja nawożenia wiosennego i jesienno w kształtowaniu tych elementów architektury łanu podobnie jak długości pędów, liczby nasion w wiechach i wylegania.
2. W drugim roku użytkowania zwiększenie dawki azotu stosowanego w czasie ruszenia wegetacji z 40 do 80 kg·ha<sup>-1</sup> spowodowało zwiększenie długości pędów generatywnych i liczby nasion w wieszce.
3. W pierwszym i drugim roku użytkowania wiosenne nawożenie azotem w dwóch terminach: 40 kg N·ha<sup>-1</sup> na początku wegetacji oraz 40 kg w fazie strzelania w źdźbło spowodowało nasilenie wylegania w porównaniu do jednorazowej aplikacji 40 lub 60 kg N·ha<sup>-1</sup>. Na masę tysiąca nasion korzystny wpływ miało ograniczenie jesiennej dawki azotu z 60 do 20 kg·ha<sup>-1</sup>.

## PIŚMIENNICTWO

- Boelt B. 1999. The effect of tiller size in autumn on the percentage of reproductive tillers in amenity types of *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L. and *Lolium perenne* L. Proc. 4<sup>th</sup> Inter. Herbage Seed Conf., Perugia, Italy, 23–27 May 1999: 53–57.
- Deleuran L., Boelt B. 1997. Effect of sowing rate on seed production of amenity cultivars of red fescue (*Festuca rubra* L.). J. Appl. Seed Prod. 15: 23–28.
- Duru M., Cruz P., Magda D. 2004. Using plant traits to compare sward structure and composition of grass species across environmental gradients. Appl. Veg. Sci. 7: 11–18.
- Fairey N., Lefkovich L. 1996. Crop density and seed production of creeping red fescue (*Festuca rubra* L. var. *rubra*). II. Reproductive components and seed characteristics. Can. J. Plant Sci. 76: 299–306.
- Gislum R., Boelt B. 1999. The effect of autumn nitrogen application in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and red fescue (*Festuca rubra* L.) grown for seed. Proceed. 4<sup>th</sup> Inter. Herbage Seed Conf., Perugia, Italy, 23–27 May 1999: 96–101.
- International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association (ISTA), Polska wersja wydania 2008. IHAR Radzików, 10: 1–2.
- Kiteczak T., Czyż H. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plon nasion dwóch odmian *Festuca rubra*. Ann. UMCS, Sec. E 59: 1437–1443.
- Krifa T., Gioacchini P., Kuikman P., Berendse F. 2001. Effect of high and low fertility plant species and dead root decomposition and nitrogen mineralization. Soil Biol. Bioch. 33: 2115–2124.
- Martyniak D. 2005. Wpływ ilości wysiewanych nasion na obsadę roślin i plonowanie odmian gazonowych kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) w uprawie na nasiona. Biul. IHAR 237/238: 259–267.

- Meijer W., Vreeke S. 1988. Nitrogen fertilization of grass seed crops as related to soil mineral nutrition. *Neth. J. Agric. Sci.* 36: 375–385.
- Nelson M., Griffith S., Steiner J. 2006. Tillage effects on nitrogen dynamics and grass seed crop production in western Oregon, USA. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 825–831.
- Oleksiak T. 2008. Rynek nasion roślin rolniczych. *Hod. Rośl. Nas.* 3: 12–21.
- Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORIN) 2010. Plantacje przyjęte do oceny wg odmian (<http://www.piorin.gov>).
- Sawicki B. 1999. Studies upon morphological and biological traits of *Festuca rubra*, subsp. *flax* (Poaceae). *Acta Agrobot.* 52(1–2): 43–48.
- Szczepanek M. 2010. Effect of rate of nitrogen fertilization on state of nutrition, photosynthesis rate and yielding of lawn cultivar of red fescue (*Festuca rubra* ssp. *commutata*) grown for seeds. *Proceed. 7<sup>th</sup> Inter. Herbage Seed Conf.*, Dallas, Texas, USA, 11–13 April 2010: 217–221.
- Young W., Chilcote D., Youngberg H. 1999. Spring-applied nitrogen and productivity of cool-season grass seed crops. *Agron. J.* 91: 339–343.

M. SZCZEPANEK

#### STAND ARCHITECTURE OF THE RED FESCUE GROWN FOR SEEDS UNDER CONDITIONS OF DIFFERENTIAL NITROGEN FERTILIZATION

##### Summary

The aim of this study was to analyse the stand architecture of red fescue grown for seeds in conditions of different nitrogen fertilization. In autumn 20, 40 or 60 kg N·ha<sup>-1</sup> was applied, whereas in spring 40, 60 or 80 kg N·ha<sup>-1</sup> as a single rate or split (40 kg at the start of growing period and 40 kg at the beginning of shooting). There was no response of the number of generative tillers, spikelets in panicle and seeds in spikelet to nitrogen fertilization rates. The interaction between fertilization applied at both dates and forming these components of stand architecture as well as the shoot length, the number of seeds in panicle and lodging was not significant. The decrease in nitrogen rate in autumn from 60 to 20 kg·ha<sup>-1</sup> has a positive influence on the thousand seed weight of red fescue in the first and second year of yielding. The enhance of nitrogen rate applied at the start of growing in the second year of production from 40 to 80 kg·ha<sup>-1</sup> brought about an increase in the length of generative shoots and the number of seeds in panicle. The lodging was higher after application of 40 kg N·ha<sup>-1</sup> at the beginning of growing period and 40 kg at the shooting stage than after a single rate of 40 or 60 kg in early spring.