

Wpływ nawożenia azotowego na plon nasion *Lolium perenne* w zależności od sposobu i terminu siewu

M. SZCZEPANEK, W. BORYS, Z. SKINDER, E. WILCZEWSKI

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Effect of nitrogen fertilization on seed yield of *Lolium perenne* depending on the sowing method and date

Abstract. In the first year of use, perennial ryegrass yielded highest if it was fertilized with the rate of 90 kg N ha⁻¹, in the second year, to obtain the maximum yield, the rate of 60 kg ha⁻¹ N was sufficient. In the second year, the seed yield was higher if ryegrass was sown in spring without cover crop than with barley grown for grain or if sown in autumn. Ryegrass yield increases occurred as a result of nitrogen fertilization at the rates up to 60 kg ha⁻¹ N; the financial value of the increases was 6 to 11-fold higher than the cost of the fertilizer, whereas increasing the nitrogen rate from 60 to 90 kg ha⁻¹ was of little effectiveness or completely non-profitable.

Key words: *Lolium perenne*, nitrogen fertilization, method of sowing, seed yield

1. Wstęp

Sposób zakładania plantacji nasiennych oraz nawożenie azotowe to jedne z ważniejszych czynników stymulujących wykorzystanie potencjału produkcji nasion życicy trwałej (GOLIŃSKI, 2002). Gatunek ten można wysiewać wiosną w siewie czystym lub jako wsiewkę w roślinę ochronną, która częściowo rekompensuje nakłady poniesione w roku siewu (GOLIŃSKI, 1996). ŻYŁKA i PROŃCZUK (1996; 1997) wskazują na możliwość opóźnienia siewu do początku września.

Jak podaje FALKOWSKI i wsp. (1986) życica trwała jest gatunkiem bardzo silnie reagującym na nawożenie azotowe. Szczególnie ważne jest nawożenie wiosenne, które życica trwała wykorzystuje w produkcji nasiennej w 61-65%, podczas gdy jesienne tylko w 44% (WILLIAMS i wsp., 2000). Badania MEIJERA i VREEKE'A (1988) wykazały, że przy wiosennej dawce azotu zbliżonej do optimum nawożenie jesienne nie miało wpływu na plon nasion. Wśród odmian życicy trwałej wykazano zróżnicowanie reakcji na dawki nawożenia azotowego (HAMPTON, 1983; GOLIŃSKI, 2001), zatem konieczne jest badanie różnych odmian, szczególnie tych o większym znaczeniu gospodarczym.

Według hipotezy badawczej zakładano, że poziom zaopatrzenia życicy trwałej w azot, w warunkach zróżnicowanych sposobów i terminów zakładania plantacji nasiennej wpływa na procesy fizjologiczne, a w konsekwencji na kształtowanie cech morfologicznych roślin decydujących o ich produktywności.

Celem badań była analiza efektów produkcyjnych wybranych sposobów siewu i dawek nawożenia azotowego w uprawie nasiennej odmiany trawnikowej Stadion życicy trwałej oraz ocena efektywności ekonomicznej stosowanych dawek azotu.

2. Materiał i metody

Przedmiotem badań była *Lolium perenne* L., którą przez dwa lata użytkowano na nasiona. Ścisłe doświadczenie polowe wykonano w Stacji Badawczej Wydziału Rolniczego ATR w Mochelku w dwóch seriach: jedną prowadzono od 1998 roku do 2000 roku, a drugą od 1999 roku do 2001 roku. Zastosowano układ split – plot, w trzech powtórzeniach a powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 14,2 m². Doświadczenie prowadzono na glebie płowej, należącej do kategorii agronomicznej gleb lekkich, kompleksu przydatności rolniczej żytniego dobrego, w której poziom próchniczny położony jest na glinie lekkiej, zalegającej poniżej jednego metra. Zawartość N ogólnego w glebie oznaczano w próbie zbiorczej (RUDNICKI, 1992) przed założeniem doświadczenia. Była ona niska i wynosiła 60 mg N w 100 g gleby, co według założeń przedstawionych przez GLIŃSKIEGO (1995) odpowiada masie azotu glebowego, dostępnego dla roślin mieszczącej się w ilości 18-36 kg ha⁻¹ N. Czynnikiem były: sposób/termin siewu (wiosenny czysty, wsiewka życicy w jęczmień uprawiany na zieloną masę, wsiewka życicy w jęczmień uprawiany na ziarno, jesienny czysty) oraz dawka nawożenia azotowego (0, 30, 60, i 90 kg ha⁻¹ N). Jęczmień uprawiany na ziarno wysiewano w ilości 100 kg ha⁻¹, natomiast na zielonkę 120 kg ha⁻¹. Odmianę trawnikową życicy trwałej Stadion wysiewano w ilości 10 kg ha⁻¹, wiosną w drugiej dekadzie kwietnia lub jesienią do 5 września, zgodnie z instrukcją uprawy (PRONCZUK i wsp., 1998). W latach pełnego użytkowania nawożenie azotowe stosowano wczesną wiosną, w czasie ruszenia vegetacji, w dawkach zgodnych z poziomami czynnika, łącznie z nawożeniem fosforowym (100 kg ha⁻¹ P₂O₅) i potasowym (120 kg ha⁻¹ K₂O), po czym wykonywano bronowanie pielęgnacyjne. Przed zbiorem nasion życicy trwałej w każdym powtórzeniu obiektu przeprowadzono pomiary liczby pędów generatywnych i vegetatywnych na parceli o powierzchni 0,5 m², a liczby kłosek w kłosie i nasion w kłosku na 10 losowo wybranych pędach. Zbiór nasion przeprowadzano dwuetapowo: koszenie w drugiej dekadzie lipca i po kilku dniach omłot. Po czterech miesiącach od zbioru oznaczano masę tysiąca nasion oraz ich wartość użytkową (energię i zdolność kiełkowania) wg PN-R-65950.

Efektywność przeciętną nawożenia azotem obliczono oddzielnie dla każdego przedziału dawek (0-30; 30-60 i 60-90 kg N) wg wzoru: $E_p = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1)$, w którym Y₂ oznacza plon uzyskany przy stosowaniu dawki X₂ (niższej o 30 kg od X₁), zaś Y₁ – plon uzyskany przy stosowaniu dawki X₁ (niższej o 30 kg od X₂). Opłacalność przeciętną obliczono wg wzoru: $O_p = E_p / r$, gdzie $r = P_{naw} / P_{prod}$ (FOTYMA, 2004), w którym P_{naw} oznacza cenę 1 kg azotu (2,20 PLN), zaś P_{prod} – cenę 1 kg nasion życicy trwałej (3,80 PLN), uzyskaną na podstawie informacji z kilku firm nasiennych w rejonie kujawsko-pomorskim. Za cenę azotu uznano cenę nawozu oraz koszt kredytu bankowego przeznaczony na jego zakup. Nie uwzględniono kosztów rozsiewania nawozów, które w przypadku stosowania całej dawki przedsiewnie, łącznie z nawozami fosforowymi

i potasowymi są zbliżone dla poszczególnych dawek. Wyniki poddano analizie statystycznej, a istotność różnic określano półprzedziałem ufności Tukeya, przy $\alpha = 0,05$. Zależności korelacyjne obliczano przy użyciu programu Statistica.

Analiza średnich w wieloleciu współczynników hydrotermicznych w rejonie prowadzenia doświadczenia wskazuje na niebezpieczeństwo wystąpienia niedoborów opadów w sierpniu oraz w niektórych latach w maju (Tabela 1). W okresie prowadzenia badań połowych najkorzystniejszy dla produkcji nasiennej życicy trwałej był 1999 roku z obfitymi opadami deszczu w pierwszych miesiącach wegetacji i umiarkowanymi w lipcu. Stosunkowo mniej korzystne były lata 1998 i 2001, w których odpowiednio kwiecień lub maj były miesiącami posuszonymi. Bardzo niekorzystny dla wzrostu i rozwoju roślin był 2000 roku z suchym kwietniem i czerwcem oraz posuszonym majem. We wszystkich

Tabela 1. Warunki pogodowe w rejonie badań
Table 1. Weather conditions of the experimental site

Miesiące – Months	Lata – Years				
	1998	1999	2000	2001	1949-2001
Suma opadów atmosferycznych – Total precipitation (mm)					
Kwiecień – April	21,1	62,1	14,6	42,4	27,3
Maj – May	46,4	45,5	24,6	34,9	39,5
Czerwiec – June	94,7	58,6	19,1	80,5	55,3
Lipiec – July	96,0	43,9	100,9	146,1	71,5
Sierpień – August	65,8	53,8	58,4	49,7	48,2
Wrzesień – September	72,7	19,7	57,8	122,6	41,8
Październik – October	57,8	24,7	7,4	19,6	30,7
Suma – Total	454,5	308,3	282,8	495,8	314,3
Średnia temperatura powietrza – Mean air temperature (°C)					
Kwiecień – April	9,3	8,6	11,0	7,0	7,3
Maj – May	13,8	12,2	14,5	13,1	12,7
Czerwiec – June	16,5	16,5	16,7	14,3	16,2
Lipiec – July	16,7	20,0	15,7	19,3	17,8
Sierpień – August	15,5	17,4	17,3	18,3	17,4
Wrzesień – September	12,7	15,6	11,7	11,2	13,1
Październik – October	7,1	7,7	5,3	10,0	8,3
Średnia – Mean	13,1	14,0	13,2	13,3	13,3
Współczynnik Sielianinowa – Sielianinov's coefficient					
Kwiecień – April	0,76	2,41	0,44	2,02	1,25
Maj – May	1,08	1,20	0,55	0,86	1,00
Czerwiec – June	1,91	1,18	0,38	1,88	1,14
Lipiec – July	1,85	0,71	2,07	2,44	1,30
Sierpień – August	1,37	1,00	1,09	0,88	0,89
Wrzesień – September	1,91	0,42	1,65	3,65	1,06
Październik – October	2,63	1,03	0,45	0,63	1,19
Średnia – Mean	1,64	1,14	0,95	1,76	1,12

latach badań, z wyjątkiem 1999 roku, w okresie od wiosennego wznowienia wegetacji do zbioru nasion życicy trwałej najwięcej deszczu spadło w lipcu, co miało niekorzystny wpływ na dojrzewanie i utrudniało zbiór.

3. Wyniki i dyskusja

W warunkach gleb lekkich, na których zlokalizowano doświadczenie polowe odmiana trawnikowa życicy trwałej Stadion wykształcała nie więcej niż 489 pędów generatywnych na m², tj. ponad 5 razy mniej niż we wcześniejszych badaniach przeprowadzonych na glebie średniej, kompleksu pszennego dobrego (SZCZEPANEK i SKINDER, 2004). Nawożenie azotowe działało stymulująco na tworzenie pędów generatywnych i wegetatywnych. Każde dodatkowe 30 kg ha⁻¹ N istotnie zwiększało liczbę pędów generatywnych w pierwszym i drugim roku pełnego użytkowania, jedynie w pierwszym roku różnica między obiektami nawożonymi dawką 30 i 60 kg ha⁻¹ N nie została udowodniona statystycznie (Tabela 2). Zwiększenie liczby pędów generatywnych pod wpływem wzrastających dawek nawożenia azotowego dla innych odmian diploidalnych życicy trwałej wykazywali także inni badacze (FALKOWSKI i wsp., 1986). W badaniach własnych w pierwszym roku zbioru nasion zastosowanie maksymalnej dawki 90 kg ha⁻¹ N istotnie zwiększało liczbę pędów wegetatywnych w porównaniu do pozostałych wariantów nawożenia, natomiast w drugim liczba takich pędów była większa jeśli stosowano dawkę 60 i 90 kg ha⁻¹ N niż w obiektach nienawożonych. Podobną zależność wykazali HAMPTON i wsp. (1983).

Tabela 2. Liczba pędów życicy trwałej w zależności od dawki azotu (szt. m⁻²)
Table 2. Number of tillers of perennial ryegrass depending on the nitrogen rate (no m⁻²)

Dawka azotu – Nitrogen rate (kg ha ⁻¹)	Rodzaj pędów – Type of tillers			
	generatywne – generative		wegetatywne – vegetative	
	Rok pełnego użytkowania -Year of full use			
	I	II	I	II
0	334 c	341 d	17,3 b	15,5 c
30	370 b	365 c	18,9 b	16,0 bc
60	377 b	379 b	18,3 b	17,9 a
90	414 a	425 a	20,5 a	17,5 ab
Średnia – Mean	374	378	18,8	16,7

a, b, ... – średnie oznaczone tą samą literą stanowią grupy jednorodne
a, b, ... – means followed by the same letter constitute a homogenous group

Według SCHÖBERLEINA (1987) pędy, które wykształciły przed zimą co najmniej 4 liście mogą stać się generatywnymi. HEBBLETHWAITE i wsp. (1980) podają, że również pędy powstałe wiosną w roku wytwarzania nasion mogą stać się płodnymi. W badaniach własnych w zasiewie jesiennym rośliny wykształciły w roku siewu 1-3 pędy boczne,

a w pierwszym roku zbioru liczba pędów generatywnych była nawet większa niż z zasiewu wiosennego z jęczmieniem jarym uprawianym na zieloną masę i na ziarno (Tabela 3). Tak liczne pędy generatywne w zasiewie jesiennym mogły być tworzone w warunkach intensywnego krzewienia, stymulowanego nawożeniem azotowym w początkowym okresie wegetacji. W drugim roku liczba pędów generatywnych życicy z zasiewu jesiennego była większa niż we wszystkich wariantach siewu wiosennego.

W badaniach własnych życica wytwarzała średnio 59,2 nasion w kłosie, co jest bliskie dolnej granicy wartości tej cechy podawanej dla odmiany Stadion przez ŻYŁKĘ i PROŃCZUKA (1996). Liczba ziarniaków w kłosie życicy trwałej była podobna w pierwszym i drugim roku użytkowania (Tabela 4). Reakcja życicy na poziom nawożenia N była jednakowa w obu latach zbioru – zwiększenie dawki o każde kolejne 30 kg ha⁻¹ azotem powodowało istotne zwiększenie liczby ziarniaków w kłosie. YOUNG i wsp. (1996) wykazali, że stosowanie wiosennego nawożenia N w zakresie 60-120 kg ha⁻¹ istotnie zwiększało liczbę nasion w kłosie w porównaniu do obiektów nienawożonych, ale tylko wtedy, gdy rośliny nie wylegały. W badaniach własnych w drugim roku pełnego użytkowania życica wykształciła więcej ziarniaków w kłosie, jeśli wysiewana była w siewie czystym wiosną lub jesienią w porównaniu do wysiewanej z jęczmieniem uprawianym na ziarno.

Tabela 3. Liczba pędów życicy trwałej w zależności od sposobu siewu (szt. m⁻²)
Table 3. Number of tillers of perennial ryegrass depending on the sowing method (no m⁻²)

Sposób/termin siewu – Sowing method/date	Rodzaj pędów – Type of tillers			
	generatywne – generative		vegetatywne – vegetative	
	Rok pełnego użytkowania – Year of full use			
	I	II	I	II
A1	373 ab	375 b	19,5	16,5
A2	368 b	377 b	19,3	16,8
A3	359 b	354 c	18,0	16,7
A4	395 a	403 a	18,2	17,1
Średnia -Mean	374	377	18,7	16,7

A1 – czysty wiosenny, A2 – z jęczmieniem na zielonkę, A3 – z jęczmieniem na ziarno, A4 – jesienny

A1 – spring pure stand, A2 – with barley for green crop, A3 – with barley for grain, A4 – autumn
a, b,... objaśnienia jak w Tabeli 2 – for explanations see Table 2

W pierwszym i drugim roku pełnego użytkowania masa tysiąca nasion była podobna (Tabela 5), przy czym o ok. 43% większa w porównaniu do podawanej dla tej odmiany przez hodowców (PROŃCZUK i wsp., 1998). LARSEN i wsp. (2004) na podstawie 19 prób nasion handlowych życicy trwałej wykazali istotne zróżnicowanie nie tylko między odmianami, ale również pomiędzy próbami nasion w obrębie jednej odmiany. Zróżnicowanie to przypisują czynnikom produkcyjnym, takim jak typ gleby, warunkom pogodowym, stosowanej agrotechnice. Duża masa tysiąca nasion wykazana dla odmiany Stadion w badaniach własnych wynika ze stosunkowo niskiej obsady pędów generatywnych.

Tabela 4. Liczba nasion w kłosie życicy trwałej w zależności od dawki azotu i sposobu siewu (szt.)

Table 4. Number of seeds per spike of perennial ryegrass depending on nitrogen rate and sowing method (no.)

Czynnik – Factor	Rok pełnego użytkowania – Year of full use	
	I	II
Dawka N – Nitrogen rate (kg ha ⁻¹)		
0	49,5 d	51,2 d
30	54,0 c	54,3 c
60	62,3 b	61,5 b
90	72,1 a	68,6 a
Sposób/ termin siewu – Sowing method/date		
A1	60,1	59,6 a
A2	59,7	58,6 ab
A3	59,2	58,0 b
A4	58,9	59,4 a
Średnia	59,5	58,9

A1 – A4; a, b, ... – objaśnienia jak w Tabeli 2-3 – for explanations see Tables 2-3

Tabela 5. Masa tysiąca nasion życicy trwałej w zależności od dawki azotu i sposobu siewu (g)
Table 5. 1000 seed weight of perennial ryegrass depending on nitrogen rate and sowing method (g)

Czynnik – Factor	Rok pełnego użytkowania – Year of full use	
	I	II
Dawka N – Nitrogen rate (kg ha ⁻¹)		
0	1,63 b	1,53 b
30	1,69 a	1,61 a
60	1,64 b	1,68 a
90	1,63 b	1,62 a
Sposób/termin siewu – Sowing method/date		
A1	1,64	1,58
A2	1,66	1,63
A3	1,65	1,63
A4	1,65	1,61
Średnia	1,65	1,61

A1 – A4; a, b, ... – objaśnienia jak w Tabeli 2-3 – for explanations see Tables 2-3

We wcześniejszych badaniach (SZCZEPANEK i SKINDER, 2004) przy obsadzie pędów generatywnych 2474 szt. m⁻² masa tysiąca nasion wynosiła 1,08 g.

HAMPTON i wsp. (1983) w badaniach życicy trwałej w dwuletnim okresie pełnego użytkowania z reguły nie wykazywali wpływu wiosennego nawożenia azotem w zakresie 0-160 kg ha⁻¹ N na masę tysiąca nasion. W badaniach własnych w pierwszym roku

masa tysiąca nasion była największa w wariacie nawożenia $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, co prawdopodobnie ma związek z małą liczbą ziarniaków w kłosie. W drugim roku masa tysiąca nasion była większa w obiektach nawożonych azotem w porównaniu do nienawożonych. Wynika to zapewne z małej zawartości tego składnika w glebie w drugim roku w obiekcie w którym nie stosowano azotu mineralnego, przez co nawet przy najmniejszej stosowanej dawce był on bardzo efektywny.

Plon nasion odmiany Stadion życicy trwałej w warunkach glebowo-klimatycznych Mochelka był niski – nawet przy nawożeniu $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ nie przekraczał 566 kg ha^{-1} . W doświadczeniu ŻYŁKI i PROŃCZUKA (1997) ta sama odmiana plonowała na poziomie $905 - 1190 \text{ kg ha}^{-1}$ a we wcześniejszych badaniach własnych (SZCZEPANEK i SKINDER, 2004) przy nawożeniu azotowym 90 kg ha^{-1} w pierwszym i 120 kg ha^{-1} w drugim roku plon wynosił od $620-2000 \text{ kg ha}^{-1}$. Poziom plonowania życicy w niniejszej pracy jest wyraźnie mniejszy niż w w/w pracach, ale bliski średnim plonom uzyskiwanym w kraju (ANONIM, 2002). Jedną z przyczyn słabej wydajności były niekorzystne warunki pogodowe w dwóch z czterech lat badań, tj. deficyt wody od IV do VI w 2000 roku, a także zbyt intensywne opady w VII, które opóźniały i utrudniały zbiór w 2000 roku i 2001 roku. Negatywny wpływ niekorzystnych warunków hydrotermicznych w tych okresach na plonowanie życicy opisano także w innych pracach (HEBBLETHWAITE i wsp., 1980; SZCZEPANEK i SKINDER, 2004).

W badaniach własnych plony nasion były niewiele mniejsze w drugim niż w pierwszym roku (Tabela 6), co zgodne jest z wynikami prezentowanymi dla tej odmiany z innych doświadczeń (SZCZEPANEK i SKINDER, 2004). Zwiększenie plonu w obiektach nawożonych w porównaniu do nienawożonych wynosiło aż 125% w pierwszym i 101% w drugim roku pełnego użytkowania, na co złożył się potwierdzony przez współczynniki korelacji wzrost liczby pędów generatywnych ($r = 0,45$) i nasion w kłosie ($r = 0,70$). W doświadczeniu YOUNGA i wsp. (1996) plony nasion życicy trwałej zwiększyły się pod wpływem nawożenia azotowego (dawki $60-120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$) o 38-43% w porównaniu do obiektów nienawożonych. W badaniach własnych w pierwszym roku największe plony uzyskano przy zastosowaniu dawki $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. W drugim roku zwiększenie dawki z 60 do $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ nie powodowało istotnego zwiększenia plonu. Zmniejszenie nawożenia o każde kolejne $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ poniżej 90 w pierwszym i $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ w drugim roku powodowało istotne obniżenie plonu nasion. HAMPTON i wsp. (1983) w badaniach prowadzonych w Anglii uzyskali przy zawartości w glebie 55 kg i dawce $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ plony nasion życicy od 899 do 2006 kg ha^{-1} w zależności od roku, przy czym nie wykazali wpływu zwiększenia dawki azotu powyżej 120 kg ha^{-1} na plon nasion badanych odmian. ACIGKOZ i KARAGOZ (1987) w suchych warunkach klimatu kontynentalnego Turcji (roczna suma opadów $339-512 \text{ mm}$) uzyskali w pierwszym roku pełnego użytkowania podobne plony nasion przy dawce 40 i 60 kg ha^{-1} (odpowiednio 718 i 708 kg ha^{-1}), natomiast w drugim roku zwiększenie dawki z 40 do $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ istotnie zwiększyło plony z 318 do 340 kg ha^{-1} . W badaniach własnych brak reakcji życicy w drugim roku użytkowania na najwyższą ze stosowanych dawek nawożenia azotowego wskazuje na to, że w tych warunkach to inne czynniki (głównie pogodowe) limitowały plon.

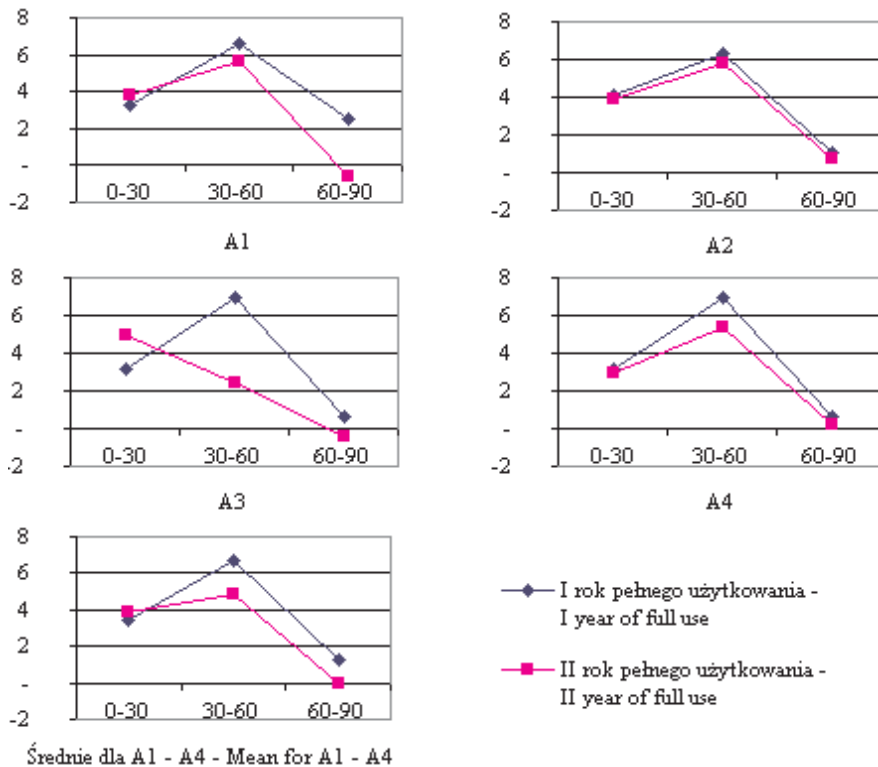
Tabela 6. Plon nasion życicy trwałej w zależności od dawki azotu i sposobu siewu (kg ha^{-1})
 Table 6. Seed yield of perennial ryegrass depending on the nitrogen rate and sowing method (kg ha^{-1})

Czynnik – Factor	Rok pełnego użytkowania – Year of full use	
	I	II
Dawka N – Nitrogen rate (kg ha^{-1})		
0	198 d	211 c
30	300 c	328 b
60	500 b	472 a
90	537 a	472 a
Sposób/termin siewu – Sowing method/date		
A1	386	422 a
A2	401	384 ab
A3	379	346 b
A4	369	332 b
Średnia	384	371

A1 – A4; a, b, ... – objaśnienia jak w Tabela 2-3 – for explanations see Tables 2-3

W badaniach własnych największą efektywność agronomiczną azotu stwierdzono w przedziale od 30 do 60 kg ha^{-1} (Ryc. 1). Była ona średnio o 36,4% wyższa niż w przedziale od 0 do 30 kg i o 89,7% wyższa niż w zakresie od 60 do 90 kg ha^{-1} N. Plonotwórcze działanie azotu było podobne dla życicy uprawianej w siewie czystym wiosennym i jesiennym, a także wsiewanej w jęczmień użytkowany na zieloną masę. Życica uprawiana jako wsiewka w jęczmień uprawiany na ziarno, w drugim roku użytkowania mniej efektywnie wykorzystywała azot w zakresie dawek 30-60 kg ha^{-1} . Było to związane z mniejszą niż w innych obiektach liczbą pędów generatywnych. Działanie plonotwórcze stosowanego azotu było różne w latach użytkowania. Efektywność agronomiczna w przedziale od 0 do 30 kg była w drugim roku użytkowania wyższa niż w pierwszym, natomiast w zakresie od 30 do 60 kg i od 60 do 90 kg azotu silniejsze działanie plonotwórcze stwierdzono w pierwszym roku.

W badaniach własnych w pierwszym roku użytkowania plon nasion z zasiewu jesiennego nie różnił się od plonu w zasiewie czystym wiosennym. Podobne wyniki uzyskali ŻYŁKA i PROŃCZUK (1997). Wysoki poziom plonowania w zasiewie jesiennym uzyskano dzięki podobnej jak w zasiewach wiosennych liczbie pędów generatywnych, nasion w kłoskach oraz masie tysiąca nasion. Uzyskane wyniki są niezgodne z tezą SCHÖBERLEINA (1987) o niższej plenności pędów powstałych wiosną w roku plonowania w porównaniu do wykształconych jesienią. Ponadto w drugim roku zbioru nasion korzystniejsze dla plonowania było wysiewanie życicy wiosną w siewie czystym niż z jęczmieniem uprawianym na ziarno i zasiew w terminie jesiennym. Wysoka produktywność życicy w zasiewie czystym wiosennym pozostaje w związku z dużą liczbą nasion w kłosie w tym wariantcie wysiewu. Współczynnik korelacji plonu nasion i liczby



Ryc. 1. Efektywność agronomiczna nawożenia życicy trwałej azotem (kg nasion kg N⁻¹)
 Fig. 1. Agronomic effectiveness of fertilizing perennial ryegrass with nitrogen
 (kg of seeds kg N⁻¹)

A1 – A4 – objaśnienia jak w Tabeli 3 – for explanations see Table 3

ziarniaków w kłosie był istotny i wyniósł $r = 0,71$. Podobną zależność ($r = 0,70$) wykazał YOUNG i wsp. (1996).

Energia kiełkowania wynosiła średnio 87,6%, a zdolność 89,8%, co spełnia ustawowe wymagania (Dz. U. Nr 108, poz. 118) dla materiału siewnego życicy trwałej. Wykazano nieco większą energię i zdolność kiełkowania w pierwszym w porównaniu z drugim rokiem pełnego użytkowania (odpowiednio o 1,8 i 1,2 punktów procentowych). W pierwszym roku energia kiełkowania życicy nawożonej 30 i 60 kg ha⁻¹ N była istotnie większa niż w pozostałych wariantach nawożenia (Tabela 7). Podobny efekt wykazano w analizie zdolności kiełkowania. Przy dawce 30 kg ha⁻¹ N wysoka energia i zdolność kiełkowania wynikały zapewne z dobrego wypełnienia ziarniaków określonego masą tysiąca nasion, co potwierdzają niezbyt duże, ale istotne współczynniki korelacji, odpowiednio $r = 0,27$ i $r = 0,32$. Zwiększenie zdolności kiełkowania przy wzroście masy tysiąca nasion wykazali także LARSEN i ANDREASEN (2004).

Tabela 7. Energia i zdolność kiełkowania życicy trwałej w zależności od dawki azotu i sposobu siewu (%)

Table 7. Germination energy and capacity of perennial ryegrass depending on the nitrogen rate and sowing method (%)

Czynnik – Factor	Energia kiełkowania Germination energy		Zdolność kiełkowania Germination capacity	
	Rok pełnego użytkowania – Year of full use			
	I	II	I	II
Dawka N – Nitrogen rate (kg ha ⁻¹)				
0	87,3 b	85,8	88,9 c	87,8
30	89,6 a	88,6	91,2 ab	91,5
60	89,7 a	87,0	92,0 a	89,5
90	87,5 b	85,4	89,6 cb	88,1
Sposób/termin siewu – Sowing method/date				
A1	87,8	86,8	89,8	89,1
A2	87,3	86,6	89,4	89,3
A3	90,5	87,2	92,3	89,8
A4	88,5	86,2	90,3	88,8
Średnia	88,5	86,7	90,4	89,2

A1 – A4; a, b,... – objaśnienia jak w Tabela 2-3 – for explanations see Tables 2-3

Tabela 8. Oplacalność przeciętna nawożenia życicy trwałej azotem (stosunek wartości dodatkowo wyprodukowanego plonu nasion w zł do kosztu dodatkowych nakładów na nawożenie azotem w zł)

Table 8. Average profitability of fertilizing perennial ryegrass with nitrogen (ratio of value of additionally produced seed yield in PLN to cost of additional inputs for nitrogen fertilization in PLN)

Rok użytkowania Year of full use	Sposób/termin siewu Sowing method/date	Dawka N – Nitrogen rate (kg ha ⁻¹)		
		0-30	30-60	60-90
I	A1	5,69	11,32	4,37
	A2	7,01	10,92	1,78
	A3	5,40	12,01	1,03
	A4	5,40	11,90	1,15
	Średnia – Mean	5,88	11,54	2,08
II	A1	6,49	9,71	-0,98
	A2	6,78	10,06	1,26
	A3	8,56	4,20	-0,80
	A4	5,11	9,25	0,34
	Średnia – Mean	6,74	8,30	-0,04

A1 – A4 – objaśnienia jak w Tabeli 3 – for explanations, see Table 3

Nawożenie azotowe życicy trwałej uprawianej na nasiona było bardzo opłacalne w przedziale od 0 do 30 i od 30 do 60 kg ha⁻¹ (Tabela 8). Największą efektywność ekonomiczną stwierdzono w zakresie od 30 do 60 kg ha⁻¹ N. Była ona wyższa niż w przedziale od 0 do 30 kg o 96,2% w pierwszym roku użytkowania i o 23,1% w drugim roku. Zwiększenie dawki azotu z 60 do 90 kg ha⁻¹ było w pierwszym roku użytkowania mało opłacalne, zaś w drugim przynosiło stratę. W badaniach GOLINSKIEGO (2001) wykazano zadowalającą efektywność ekonomiczną przy zwiększeniu nawożenia z 60 do 90, a niekiedy nawet z 90 do 120 kg ha⁻¹ N. Efektywność agronomiczna i opłacalność nawożenia są bezpośrednio zależne od poziomu plonowania. Niesprzyjające warunki wzrostu i rozwoju roślin i wynikające z nich niskie plony nasion uzyskane w badaniach własnych przyczyniły się do słabej efektywności azotu w przedziale dawek 60-90 kg ha⁻¹.

4. Wnioski

- Nawożenie azotowe silniej niż sposoby i terminy siewu determinowało plon nasion życicy trwałej. Większy wpływ stwierdzono w pierwszym roku pełnego użytkowania, w którym każde dodatkowe 30 kg N, w zakresie od 0 do 90 kg ha⁻¹ istotnie zwiększało plon nasion; w drugim roku taką zależność wykazano tylko do poziomu nawożenia 60 kg ha⁻¹ N.
- Reakcje roślin na sposoby i terminy siewu udowodniono jedynie w drugim roku pełnego użytkowania, w którym z życicy trwałej wysiewanej w siewie czystym jesienią jak również wiosną z jęczmieniem uprawianym na ziarno uzyskano niższe plony nasion niż z zasiewu wiosennego bez rośliny ochronnej.
- Zwiększenie wydajności życicy trwałej wynikało głównie ze zwiększenia liczby nasion w kłosie oraz w mniejszym stopniu liczby pędów generatywnych.
- Życica trwała reagowała na nawożenie azotowe w dawkach do 60 kg ha⁻¹ N zwyżkami plonu, których wartość finansowa od 6 do 11 razy przewyższała koszt tego nawożenia. Zwiększenie dawki azotu z 60 do 90 kg ha⁻¹ było mało efektywne w pierwszym roku pełnego użytkowania, zaś w drugim nieopłacalne.

Literatura

- ACIKGOZ E., KARAGOZ A., 1987. Effect of row spacing, seeding rate and N-fertilization on seed yield of perennial ryegrass under dryland conditions. Proceedings of the International Seed Conference, Tunc, 1-6.
- ANONIM, 2002. Informator Nasienny, GIIN Warszawa, 7-137.
- FALKOWSKI M., OLSZEWSKA L., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S., 1986. Reakcja odmian życicy trwałej (*Lolium perenne*) na azot i wodę. Biuletyn Oceny Odmian, 11, 103-111.
- FOTYMA E., 2004. Efektywność i opłacalność nawożenia. W: Chemia rolna; Podstawy teoretyczne i praktyczne (red. Mercik S.), SGGW Warszawa, 237-241.
- GLIŃSKI J., 1995. Chemiczne i fizykochemiczne właściwości gleb. W: Gleboznawstwo (red. Dobrzański B. i Zawadzki S.), PWRiL Warszawa, 157-209.

- GOLIŃSKI P., 1996. Analiza kosztów i opłacalności produkcji nasion traw w wybranych gospodarstwach Wielkopolski. Biuletyn IHAR, 199, 49-69.
- GOLIŃSKI P., 2001. Efektywność nawożenia azotem w produkcji nasion *Lolium perenne* L., Roczniki AR Poznań, Rozprawy Naukowe, 321, 5-103.
- GOLIŃSKI P., 2002. Możliwości zwiększenia wydajności plantacji nasiennych *Lolium perenne*. Łąkarstwo w Polsce, 5, 65-74.
- HAMPTON J., CLEMENCE T., HEBBLETHWAITE P., 1983. Nitrogen studies in *Lolium perenne* grown for seed. Response of amenity types and influence of growth regulator. Grass and Forage Science, 38, 4, 97-105.
- HEBBLETHWAITE P. D., WRIGHT D., NOBLE A., 1980. Some physiological aspects of seed yield in *Lolium perenne* L. (perennial ryegrass). W: Seed production (red. P. D. Hebblethwaite), Butterworths, London-Boston, 71-90.
- LARSEN S., ANDREASEN C., 2004. Light and heavy turfgrass seed differ in germination percentage and mean germination thermal time. Crop Science, 44, 1710-1720.
- LARSEN S., ANDREASEN C., KRISTOFFERSEN P., 2004. The variation in seed weight within and among cultivars of slender creeping red fescue (*Festuca rubra* ssp. *litoralis*), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) and its importance for the composition of seeds mixtures. Seed Science Technology, 32, 135-147.
- MEIJER W., VREEKE S., 1988. Nitrogen fertilization of grass seed crops as related to soil mineral nitrogen. Netherland Journal of Agricultural Science, 36, 375-385.
- PROŃCZUK S., PROŃCZUK M., CZEMBOR E., 1998. Życica trwała 'Stadion' – instrukcja uprawy. IHAR Radzików, 1-6.
- RUDNICKI F., 1992. Doświadczalictwo rolnicze. ATR Bydgoszcz, 61-78.
- SCHÖBERLEIN W., 1987. Correlations between the phase of development of some perennial grass species in autumn and seed yield characteristics in the following year. Proceedings of the International Seed Conference, Tübingen, 1-9.
- SZCZEPANEK M., SKINDER Z., 2004. Effect of sowing method, date and row spacing on the yielding of 'Stadion' perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivated for seed. EJPAU, Agronomy, 7, 2.
- WILLIAMS P., ROWARTH J., TREGURTHA R., 2000. Recovery of 15 N-labelled fertilizer by perennial ryegrass seed crop and a subsequent wheat crop. Nutrient Cycles in Agroecosystems, 56, 117-123.
- YOUNG W., YOUNGBERG H., CHILOTE D., 1996. Spring nitrogen rate and timing influence on seed components of perennial ryegrass. Agronomy Journal, 88, 947-951.
- ŻYŁKA D., PROŃCZUK S., 1996. Wpływ jesiennego terminu siewu życicy trwałej na plon nasion. Biuletyn IHAR, 199, 109-114.
- ŻYŁKA D., PROŃCZUK S., 1997. Wpływ terminu i sposobu siewu życicy trwałej na plon nasion. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 451, 279-286.

Effect of nitrogen fertilization on seed yield of *Lolium perenne* depending on the sowing method and date

M. SZCZEPANEK, Z. SKINDER, W. BORYS, E. WILCZEWSKI

Department of Crop Sciences, Technical-Agricultural University of Bydgoszcz

Summary

The aim of the present research was to analyze the production effects of selected sowing methods and dates and nitrogen fertilization rates when growing perennial ryegrass lawn cultivar, Stadion, and to evaluate the economic effectiveness of the applied nitrogen rates. An exact field experiment was carried out in two series, each of them including one year of sowing and two years of full use. Perennial ryegrass was sown in spring in pure stand or as the undersown grass with spring barley grown for green crop and with spring barley grown for grain as well as in autumn in the first days of September. In spring, in the years of full use, nitrogen fertilization was used at the rates of 0, 30, 60, and 90 kg ha⁻¹ N. It was demonstrated that nitrogen fertilization determined the yield of perennial ryegrass more than the sowing methods and dates. A greater effect was observed in the first year of full use in which every additional 30 kg N, ranging from 0 to 90 kg ha⁻¹, increased the seed yield significantly; in the second year such a relationship was noted only up to the fertilization rate of 60 kg ha⁻¹ N. Reactions of plants to the sowing methods and dates were significant only in the second year of full use in which perennial ryegrass sown in pure stand in autumn and in spring with barley grown for grain produced lower seed yields than when sown in spring without cover crop. Increasing the perennial ryegrass productivity was mainly due to the increasing number of seeds per spike and, less considerably, the number of generative tillers. Perennial ryegrass yield increased due to nitrogen fertilization at the rates up to 60 kg ha⁻¹ N. The financial value of the increases was 6 to 11-fold higher than the cost of the fertilizer, whereas increasing the nitrogen rate from 60 to 90 kg ha⁻¹ was of little effectiveness in the first year of full use, while in the second one – completely non-profitable.

Recenzent – Reviewer: *Ewa Fotyma*

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Dr Małgorzata Szczepanek

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Techniczno-Rolnicza im. J. J. Śniadeckich w Bydgoszczy

ul. Kordeckiego 20/C, 85-225 Bydgoszcz

tel. (052) 3749-465, fax (052) 3749-441

e-mail: szczepan@atr.bydgoszcz.pl