

Wojciech Budzyński, Krzysztof Jankowski
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Produkcji Roślinnej

Wpływ sposobu jesiennego nawożenia azotem na plonowanie i koszt uprawy rzepaku ozimego

Effects of autumn nitrogen fertilization on the yield and production cost of winter oilseed rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, jesiennie nawożenie azotem, koszty produkcji, indeks opłacalności

Key words: winter oilseed rape, autumn nitrogen application, cost of production, index of profitability

W doświadczeniu ścisłym porównano dolistne żywienie rzepaku ozimego roztworem mocznika w fazie 4–5 liści z dogłębowym, przedsiewnym nawożeniem mocznikiem, siarczanem amonu i roztworem saletrzano–mocznikowym. Największy przyrost świeżej i suchej masy rozet rzepaku ozimego powodowało wczesne (przedsiewne) nawożenie azotem w formie siarczanu amonu i roztworu saletrzano–mocznikowego (rsm). Ubytki zimowe roślin nawożonych przedsiewnie azotem na poziomie 40 kg/ha w formie stałej mocznika i siarczanu amonu były najmniejsze. Wodny roztwór mocznika zastosowany w fazie 4–5 liści obniżał zimotrwałość rzepaku, powodując jednocześnie mniejsze jego plonowanie. Średnio w latach badań najniżej plonował rzepak nawożony przedsiewnie rsm w dawce 40 kg N/ha lub roztworem mocznika w fazie 4–5 liści. Lepszy efekt plonotwórczy uzyskano stosując azot jesienią w formie stałej mocznika lub siarczanu amonu. Koszty uprawy 1 ha rzepaku ozimego były najmniejsze przy przedsiewnej aplikacji azotu w formie mocznika lub siarczanu amonu.

In the experiment the foliar nitrogen nutrition at the stage of 4–5 leaves was compared with soil nitrogen application before sowing as urea, ammonium sulphate or nitrate-urea solution. The fresh as well as dry matter of winter oilseed rape plants was favourably affected by early (before sowing) nitrogen application as ammonium sulphate and nitrate-urea solution. Winter losses were the lowest when nitrogen was applied at the rate of 40 kg/ha as urea and ammonium sulphate. Water urea solution applied at the stage of 4–5 leaves reduced rape winter hardiness what was reflected in lower yield. In the course of the studies the lowest yield was obtained for rapeseed fertilized with nitrate-urea solution at the rate of 40 N kg/ha or urea solution at the stage of 4–5 leaves. The better yield bearing effect was obtained when nitrogen was applied in the autumn as urea or ammonium sulphate. Production cost of winter oilseed rape was lowest when nitrogen was applied before sowing as urea or as ammonium sulphate.

Wstęp

Podział sumarycznej dawki azotu na przedzimową i wiosenną winien uwzględniać, z jednej strony potrzeby roślin na wykształcenie silnej rozety w okresie wegetacji jesiennej, z drugiej zaś — fakt wyższego plonotwórczego

działania azotu zastosowanego wiosną. Właściwy stan pokroju roślin przed zimą po przedplonach kłosowych rzepak uzyskuje najczęściej na dawkach 30–40 kg N/ha aplikowanych doglebowo, przedsewnie (Horodyski 1962, Dembiński 1975, 1983, Budzyński 1986, Muśnicki 1989, Budzyński i in. 1993). Wykazano także dobre działanie wodnego roztworu mocznika w fazie 4–5 liści w dawkach zmniejszonych do 10 kg N/ha (Kosecki 1995).

Celem niniejszych badań było porównanie plonotwórczego wpływu na rzepak ozimy różnych form nawozów — roztworu saletrzano–mocznikowego, siarczanu amonu, mocznika stałego oraz mocznika w roztworze wodnym, stosowanych przedsewnie doglebowo, bądź dolistnie w fazie 4–5 liści rozetowych.

Metody i warunki badań

Ścisłe doświadczenie jednoczynnikowe realizowano w Bałcynach k. Ostródy w latach 1995–98. Doświadczenie założono w czterech powtórzeniach, w układzie losowanych bloków. Porównano plonotwórcze działanie azotu aplikowanego jesienią w różnej formie, dawce i terminie, wg poniższego schematu:

Termin aplikacji azotu <i>Date of nitrogen application</i>	Dawka i forma azotu (kg/ha) <i>Rate and nitrogen form (kg/ha)</i>				
Przed siewem — <i>Before sowing</i>	40 m	40 s	40 rsm	—	—
Faza 4–5 liści rozetowych <i>Phase 4–5 rosette leaves</i>	—	—	—	10 r	—
Wiosną — <i>Spring</i>	150	150	150	180	190
Sumaryczna dawka azotu (jesień + wiosna) <i>Total nitrogen dose (autumn + spring)</i>	190	190	190	190	190
Symbol obiektu — <i>Symbol of object</i>	A	B	C	D	E

m — mocznik (forma stała) — *urea (solid)*

r — wodny roztwór mocznika — *urea as water solution*

rsm — roztwór saletrzano–mocznikowy — *nitrate-urea solution*

s — siarczan amonowy — *ammonium sulphate*

Doświadczenie lokalizowano na glebie płowej typowej, średnio pylastej, klasy bonitacyjnej IIIa lub IIIb, kompleksu pszennego dobrego. Zawartość w glebie przyswajalnych form fosforu i potasu była wysoka, magnezu — średnia. Odczyn gleby był słabo kwaśny (pH od 5,3 do 6,1 w 1 M KCl).

Przedplonem była mieszanka zbożowa zbierana na zieloną masę, uprawiana po pszenicy jarej. Rzepak odmiany Lirajet wysiewano na początku III dekady sierpnia w ilości 110 zaprawionych (Oftanol T) nasion o pełnej wartości użytkowej

na 1 m² poletka o powierzchni 21,0 m². Bezpośrednio po siewie zastosowano Butisan 400 SC w dawce 3,0 dm³/ha. Przewidywano aplikowano 50 kg P₂O₅/ha w formie superfosfatu potrójnego oraz 90 kg K₂O/ha w 57% soli potasowej. Jesienią azot stosowano w dawce 10 lub 40 kg/ha, w terminie i formie zależnych od schematu doświadczenia. Azot w formie mocznika i siarczanu amonu (40 kg N/ha) stosowano dogłębowo wraz z nawozami fosforowo-potasowymi. Roztwór saletrzano-mocznikowy (40 kg N/ha) aplikowano w formie grubo-kroplistego oprysku po zastosowaniu nawożenia PK. Wodny roztwór mocznika (10 kg N/ha) stosowano w fazie 4–5 liści w stężeniu 8,7%. Wiosną dawkę azotu uzupełniono do poziomu 190 kg/ha — stosując ją w dwóch częściach: podstawowej (100 kg N/ha) stosowanej zaraz po ruszeniu wegetacji i uzupełniającej (50, 80 lub 90 kg N/ha) — w pełni pąkowania. W okresie wiosenno-letniego rozwoju rzepaku trzykrotnie zwalczano szkodniki (Fastac 10 EC w dawce 0,10 dm³/ha; Bulldock 025 EC — 0,25 dm³/ha; Sumi Alpha — 0,25 dm³/ha). Rzepak zbierano jednoetapowo w III dekadzie lipca.

Nakłady pracy ludzkiej, ciągników i maszyn, wydajność maszyn oraz zużycie paliwa do obliczeń kosztocłonności produkcji nasion rzepaku uzyskano z bezpośrednich pomiarów na polach produkcyjnych (przeliczając uzyskane wyniki na 1 ha). Do obliczenia kosztów eksploatacji sprzętu rolniczego wykorzystano metodykę opracowaną przez IBMER (Goć i Muzalewski 1997). Koszty siły roboczej liczone w relacji do dochodów ludności rolniczej. W ocenie ekonomicznej wykorzystano wskaźniki zdefiniowane w pracy Mierzejewskiej (1985). Koszty zostały wyliczone wg cen obowiązujących w czwartym kwartale 1999 roku. Cenę surowca przyjęto na poziomie 660 zł za tonę.

Wyniki badań

Wzrost i rozwój rzepaku na tle warunków meteorologicznych

W okresie poprzedzającym siew nasion w 1995 roku notowano wysoką temperaturę średniodobową powietrza i jednocześnie bardzo niewielkie (37 mm) opady. Siew nasion w przesuszoną glebę spowodował, iż pełnię wschodów obserwowano dopiero po 18 dniach. Obfite opady deszczu (162,3 mm) wystąpiły we wrześniu (rys. 1). Spowodowały one silne ubicie gleby oraz spowolniły proces rozwoju rozet. Rzepak rosnący na polach o tak zróżnicowanych stosunkach wodno-powietrznych wytworzył w okresie jesiennej wegetacji rozety o niewielkiej liczbie liści i małej masie (tab. 1).

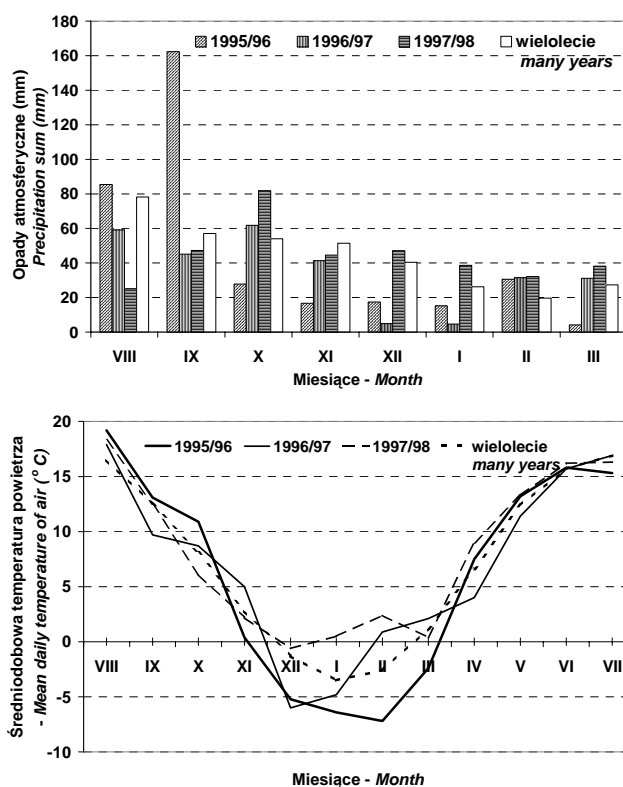
Tabela 1

Niektóre cechy morfologiczne roślin zimujących i przezimowanie rzepaku ozimego w latach badań — *Some morphological traits of plants during winter and winter survival of oilseed rape in years of the studies*

Wyszczególnienie — <i>Item</i>	Lata badań — <i>Years of the studies</i>			NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)
	1995/96	1996/97	1997/98	
Liczba liści wytworzonych (szt./roślinie) <i>No of leaves in rosette</i>	6,0	10,0	10,3	0,7
Liczba liści utrzymujących się w rozecie (szt.) <i>No of leaves in rosette</i>	5,3	7,5	7,3	0,8
Średnica szyjki korzeniowej (mm) <i>Diameter of root neck</i>	3,8	7,4	9,4	0,7
Wysokość wyniesienia stożka wzrostu (cm) <i>Elevation of shoot apex</i>	2,4	3,3	4,6	0,4
Świeża masa rozety (g) <i>Fresh matter of rosette</i>	6,0	23,4	46,9	4,5
Sucha masa rozety (g) <i>Dry matter of rosette</i>	0,66	3,14	6,73	0,76
Przezimowanie roślin (%) <i>Winter survival</i>	48,1	90,7	84,5	7,2

Negatywnie na proces hartowania roślin rzepaku w 1995 roku wpłynęło gwałtowne obniżenie temperatury na przełomie października i listopada (średniodobowa temperatura powietrza spadła z około 10 do minus 5°C). Rośliny rzepaku przed zimowym spoczynkiem wykształciły około 5 liści w rozecie, średnica szyjki korzeniowej nie przekraczała 4 mm, zaś nagromadzenie suchej masy wynosiło 0,7 g na rozetę (tab. 1). Średniodobowa temperatura powietrza przez cały okres zimowego spoczynku utrzymywała się poniżej zera (rys. 1). Niekorzystne warunki wilgotnościowo–termiczne w okresie jesienno–zimowym sprawiły, iż do wiosny pozostało około 48% roślin rzepaku (tab. 1).

W drugim i trzecim cyklu badań warunki termiczne w okresie jesiennej wegetacji w nieznacznym stopniu odbiegały od średnich wieloletnich. Korzystniejsze warunki rozwoju jesiennego w tych latach znalazły odzwierciedlenie w wielkości wytworzonych rozet liściowych (tab. 1). Rzepak ozimy wytworzył w drugim i trzecim roku badań około 10 liści w rozecie, z których średnio 3 opadły w okresie jesiennej wegetacji. Rozkład temperatur w zimie był korzystny — jedynie w grudniu i styczniu utrzymywała się ujemna temperatura (rys. 1). Przezimowanie roślin w latach 1996/97 i 1997/98 wynosiło średnio 85–91% (tab. 1). Rośliny rzepaku w trzecim cyklu badań wytworzyły rozety o masywniejszym pokroju (większej masie, grubszej szyjce korzeniowej), jak również bardziej wybijały niż w drugim roku badań.



Rys. 1. Suma opadów oraz średniodobowa temperatura powietrza w latach badań na tle średniej z lat 1960–92 — *Precipitation sum and mean daily temperature of air in years of the studies on the background of mean values from the period 1960–92*

Tabela 2

Układ warunków wilgotnościowych w okresie wegetacji wiosennej
Weather conditions during spring growing period of winter oilseed rape

Lata badań <i>Years of the studies</i>	Miesiące — <i>Months</i>			
	IV	V	VI	VII
Zapotrzebowanie rzepaku na wodę w mm (wg Klatta) <i>Winter oilseed rape water demands (according to Klatt)</i>				
—	50	70	75	30
Opady (mm) — <i>Precipitation (mm)</i>				
1995/96	11	93	64	72
1996/97	23	99	72	188
1997/98	45	48	142	58

Suma opadów w okresie wiosennej wegetacji wynosiła od 240 (pierwszy cykl badań) do 320–380 mm (drugi i trzeci cykl badań). Wiosną 1996 i 1997 niedobory opadów wystąpiły w kwietniu (78–55%) i czerwcu (14–4%), w 1998 roku w kwietniu (11%) i maju (17%) (tab. 2).

Sposób jesiennego nawożenia a pokrój rozet i przezimowanie

Sposób jesiennego nawożenia nie różnicował istotnie liczby liści wytworzonych w rozecie. Należy jednak podkreślić, iż rośliny nawożone roztworem mocznika (10 kg N/ha) we wrześniu (faza 4–5 liści) oraz nie nawożone (kontrola) wytworzyły o 1 liść w rozecie mniej niż nawożone przedsiewnie na poziomie 40 kg N/ha. Średnica szyjki korzeniowej była największa w obiektach, gdzie przedsiewnie aplikowano azot w formie siarczanu amonu oraz roztworu saletrzano–mocznikowego. Mocznik stosowany przedsiewnie spowodował, iż rośliny rzepaku ozimego wytwarzały szyjki korzeniowe o mniejszej średnicy (o około 6–7%), podobnej do tej jaką posiadały rośliny nie nawożone azotem (kontrola). Były to jednak różnice nieistotne. Najcieńsze szyjki korzeniowe posiadał rzepak nawożony późno azotem (w fazie 4–5 liści) w formie wodnego roztworu mocznika. Azot stosowany przedsiewnie w dawce 40 kg N/ha (niezależnie od formy nawozu) wpływał najsilniej na wzrost elongacyjny łodygi. W roślinach rzepaku ozimego nawożonych azotem w formie wodnego roztworu mocznika (faza 4–5 liści) stożek wzrostu był umiejscowiony na tym samym poziomie co u roślin nienawożonych azotem (tab. 3).

Tabela 3

Pokrój rozet rzepaku ozimego przed zahamowaniem wegetacji (średnio z 3 lat badań)
Morphological traits of plants just before growth stop (means from 3 years of the studies)

Wyszczególnienie — <i>Item</i>	Sposób nawożenia azotem* <i>Method of nitrogen application*</i>					NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)
	A	B	C	D	E	
Liczba liści wytworzonych (szt./roślinie) <i>No of leaves in rosette</i>	9,2	9,2	9,0	8,2	8,1	r.n.
Liczba liści utrzymujących się w rozecie (szt.) <i>No of leaves surviving in rosette</i>	6,8	7,1	7,2	6,0	6,3	r.n.
Średnica szyjki korzeniowej (mm) <i>Diameter of root neck</i>	6,7	7,2	7,5	6,2	6,8	0,6
Wysokość wyniesienia stożka wzrostu (cm) <i>Elevation of shoot apex</i>	3,5	3,7	3,6	3,2	3,2	0,3

* — opis w metodyce — *described in methods*

r.n. — różnice nieistotne — *no significant*

Wpływ sposobu jesiennego nawożenia azotem na masę rozet był silnie różnicowany warunkami wilgotnościowo–termicznymi (tab. 4). W warunkach niekorzystnych dla rozwoju rozet rzepaku ozimego (jesień 1995 roku) sposób nawożenia azotem nie wpłynął na ich masę. Stwierdzono jedynie tendencję, w tym roku badań, do wytwarzania większych rozet przez rzepak nawożony przedsięwnie azotem na poziomie 40 kg N/ha. W drugim roku badań najmniejsze rozety wykształcał rzepak nienawożony azotem jesienią. Masa rozet rzepaku zwiększyła się istotnie jedynie wtedy, gdy azot aplikowano przedsięwnie w formie roztworu saletrzano–mocznikowego. W trzecim roku badań mocznik aplikowany przedsięwnie (forma stała) lub pogłównie (wodny roztwór) wpływał niekorzystnie na masę rozet rzepaku ozimego (rośliny nawożone mocznikiem wytworzyły rozety o masie mniejszej o 40% od roślin nienawożonych). Średnio z trzech lat badań najkorzystniej na masę rozet wpłynęło wczesne (przedsięwnie) nawożenie azotem w formie siarczanu amonu i roztworu saletrzano–mocznikowego. Masa rozet rzepaku nawożonego przedsięwnie mocznikiem lub pogłównie roztworem mocznika była istotnie mniejsza o 32–50%. Zależności pomiędzy jesiennym nawożeniem azotem a gromadzeniem suchej masy przez rośliny rzepaku były podobne do tych, jakie obserwowano dla świeżej masy rozet.

Lata, w których prowadzono badania, charakteryzowały się skrajnie niekorzystnymi warunkami zimowania. W takich warunkach wymarzło 34% roślin nawożonych jesienią (we wrześniu) wodnym roztworem mocznika. Przezimowanie roślin w obiekcie kontrolnym (nie nawożonym jesienią azotem) było o 7% lepsze niż nawożonych wodnym roztworem mocznika. Przezimowanie roślin w obiektach nawożonych przedsięwnie roztworem saletrzano–mocznikowym oraz w obiektach bez nawożenia N było na tym samym poziomie (tab. 4). Dolistnie aplikowany mocznik wpływał niekorzystnie na hartowanie rzepaku, co spowodowało, w warunkach niesprzyjających zimowaniu, gorsze przezimowanie roślin. Negatywnego wpływu mocznika na hartowanie i zimowanie nie obserwowano w warunkach cieplej jesieni i łagodnych zim (Kosecki 1995).

Tabela 4

Świeża i sucha masa rozet (g) oraz przezimowanie (%) rzepaku ozimego
Rosette fresh and dry matter (g) and winter survival (%) of winter oilseed rape

Lata badań <i>Years of the studies</i>	Sposób nawożenia azotem* — <i>Method of nitrogen application*</i>				
	A	B	C	D	E
Świeża masa rozet (g) — <i>Fresh weight of rosette (g)</i>					
1995/96	7,5	6,1	8,4	4,2	4,1
1996/97	28,6	28,4	31,9	16,4	11,7
1997/98	31,1	64,9	59,7	28,8	50,2
Średnio — <i>Mean</i>	22,4	33,1	33,3	16,5	22,0
NIR ($\alpha = 0,05$): sposób nawożenia azotem – 10,3; lata \times sposób nawożenia azotem – 17,9 <i>LSD ($\alpha = 0.05$): method of nitrogen application – 10.3; years \times method of nitrogen application – 17.9</i>					
Sucha masa rozet (g) — <i>Dry matter of rosette (g)</i>					
1995/96	0,80	0,67	0,90	0,45	0,46
1996/97	3,62	3,57	4,10	2,51	1,92
1997/98	4,28	9,18	8,42	4,47	7,27
Średnio — <i>Mean</i>	2,90	4,47	4,47	2,48	3,22
NIR ($\alpha = 0,05$): sposób nawożenia azotem – 1,40; lata \times sposób nawożenia azotem – 2,42 <i>LSD ($\alpha = 0.05$): method of nitrogen application – 1.40; years \times method of nitrogen application – 2.42</i>					
Przezimowanie (%) — <i>Winter survival (%)</i>					
1995/96	61	56	44	31	48
1996/97	91	91	95	90	85
1997/98	87	90	83	77	85
Średnio — <i>Mean</i>	80	79	74	66	73
NIR ($\alpha = 0,05$): sposób nawożenia azotem – 5; lata \times sposób nawożenia azotem – r.n. <i>LSD ($\alpha = 0.05$): method of nitrogen application – 5; years \times method of nitrogen application – n.s.</i>					

* — opis w metodyce — *described in methods*

Elementy struktury plonu

Zwartość łanu rzepaku ozimego bezpośrednio przed zbiorem należy ocenić jako średnią (42–53 roślin/m²) (tab. 5). Sposób nawożenia azotem nie różnicował istotnie tego elementu struktury plonu, chociaż w obiektach gdzie jesienią stosowano azot w formie wodnego roztworu mocznika (faza 4–5 liści) obsada roślin przed zbiorem była mniejsza o 10–13% niż w pozostałych (tab. 5). Różnica

ta, szczególnie widoczna w pierwszym roku badań, była spowodowana głównie większymi ubytkami roślin w okresie zimowego spoczynku.

W pierwszym roku badań rośliny silnie uszkodzone w okresie zimowego spoczynku zawiązały średnio o 50–59% mniej łuszczyń niż w pozostałych latach (tab. 5). Sposób nawożenia azotem nie różnicował liczby zawiązanych łuszczyń na roślinie (tab. 6).

Tabela 5

Zróżnicowanie wartości elementów struktury plonu w sezonach wegetacyjnych
Variation of yield components of winter oilseed rape in growth periods

Wyszczególnienie — <i>Item</i>	Lata badań — <i>Years of the studies</i>			NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)
	1995/96	1996/97	1997/98	
Liczba roślin plonujących (szt./m ²) <i>No. of plants per sq. m</i>	42	53	44	6
Liczba łuszczyń na roślinie (szt.) <i>No. of pods per plant</i>	44	88	106	13
Liczba nasion w łuszczyń (szt.) <i>No. of seeds per pod</i>	25,7	25,5	25,7	r.n.
Masa 1000 nasion (g) <i>Weight of 1000 seeds</i>	4,97	4,70	4,53	0,17

Liczba nasion w łuszczyń (mało różnicowana przez czynnik klimatyczny — tab. 5) była istotnie modyfikowana sposobem jesiennego nawożenia azotem. Istotnie gorzej wypełnione łuszczyń posiadał rzepak nawożony przedsięwzięciem roztworem saletrzano–mocznikowym (tab. 6).

Najdorodniejsze nasiona wykształcił rzepak w 1996 roku (mała liczba łuszczyń na roślinie) (tab. 5). Średnio w latach badań rzepak ozimy nawożony jesienią roztworem mocznika (faza 4–5 liści) wykształcał nasiona o najmniejszej masie (tab. 6).

Tabela 6

Elementy struktury plonu rzepaku ozimego (średnio z 3 lat badań)
Yield components of winter oilseed rape (means from 3 years of the studies)

Wyszczególnienie — <i>Item</i>	Sposób nawożenia azotem* <i>Method of nitrogen application*</i>					NIR — <i>LSD</i> ($\alpha = 0,05$)
	A	B	C	D	E	
Liczba łuszczyń na roślinie (szt.) <i>No. of pods per plant</i>	79,3	81,6	80,7	82,6	73,5	r.n.
Liczba nasion w łuszczyń (szt.) <i>No. of seeds per pod</i>	25,8	26,3	24,1	25,6	26,4	1,3
Masa 1000 nasion (g) <i>Weight of 1000 seeds</i>	4,77	4,78	4,72	4,63	4,77	0,09

* — opis w metodyce — *described in methods*

Plonowanie rzepaku ozimego

Plonotwórczy efekt sposobu jesiennego nawożenia azotem był silnie różnicowany warunkami klimatycznymi (tab. 7).

Tabela 7

Plon nasion rzepaku ozimego (dt z ha) — *Yield of winter oilseed rape (dt per ha)*

Lata badań <i>Years of the studies</i>	Sposób nawożenia azotem* <i>Method of nitrogen application*</i>					Średnio <i>Mean</i>
	A	B	C	D	E	
1995/96	23,0	26,5	19,2	14,6	21,9	21,0
1996/97	53,1	50,6	49,5	48,3	48,1	49,9
1997/98	46,9	47,2	45,9	50,8	49,9	48,1
Średnio — <i>Mean</i>	41,0	41,4	38,2	37,9	39,9	
NIR ($\alpha = 0,05$): lata – 4,4; sposób nawożenia azotem – 1,6; lata \times sposób nawożenia azotem – 2,8 LSD ($\alpha = 0,05$): years – 4,4; method of nitrogen application – 1,6; years \times method of nitrogen application – 2,8						

* — opis w metodyce — *described in methods*

W warunkach nie sprzyjających zimowaniu rzepaku (pierwszy cykl badań), późne jesiennie nawożenie roztworem mocznika obniżało plonowanie roślin, głównie poprzez negatywny wpływ na zimowanie roślin i zwartość łanu. Najkorzystniejszy dla plonowania rzepaku ozimego, w tym roku badań, okazał się taki podział dawki, gdzie 40 kg N/ha stosowano przedsięwzięcie w formie siarczanu amonu lub mocznika. Efekt przedsięwzięcia azotu w formie roztworu saletrano–mocznikowego był mniejszy. W drugim roku badań najkorzystniejszym dla plonu sposobem aplikacji było przedsięwzięcie zastosowanie mocznika. W trzecim roku badań plonowanie rzepaku było silniej uzależnione od wiosennej dawki azotu niż od sposobu jesiennego nawożenia. Najwyżej plonował rzepak w obiektach, gdzie jesiennie nawożenie ograniczono lub z niego zrezygnowano, przenosząc całą planowaną dawkę na wiosnę (tab. 7).

Średnio w trzech latach najniżej plonował rzepak nawożony przedsięwzięcie rsm w dawce 40 kg N/ha lub roztworem mocznika w fazie 4–5 liści. Lepszy efekt plonotwórczy azotu uzyskano stosując go jesienią w formie mocznika lub siarczanu amonu, ewentualnie rezygnując z nawożenia jesiennego — na rzecz zwiększenia dawki wiosennej (tab. 7).

Koszt jesiennego nawożenia azotem

Koszty nawożenia przedsięwzięcia były najwyższe przy aplikacji 40 kg N/ha w formie rsm. Nawożenie przedsięwzięcie mocznikiem, siarczanem amonu lub wodnym roztworem mocznika w fazie 4–5 liści rozetowych było o około 4–9% tańsze (tab. 8).

Tabela 8

Koszty jesiennego (NPK) i wiosennego (N) nawożenia rzepaku ozimego
Cost of autumn (NPK) and spring (N) fertilization of winter oilseed rape

Wyszczególnienie — <i>Item</i>	Sposób nawożenia azotem* <i>Method of nitrogen application*</i>				
	A	B	C	D	E
Nawożenie jesiennie (NPK) — <i>Autumn fertilization (NPK)</i>					
Nawozy (zł/ha) — <i>Fertilizer (PLN/ha)</i>	237	223	228	202	191
Zabieg nawożenia (zł/ha) <i>Measures of fertilization (PLN/ha)</i>	43	43	65	65	43
Nawożenie wiosenne (N) — <i>Spring fertilization (N)</i>					
Nawozy (zł/ha) — <i>Fertilizer (PLN/ha)</i>	189	189	189	227	238
Zabieg nawożenia (zł/ha) <i>Measures of fertilization (PLN/ha)</i>	69	69	69	76	76
Razem (zł/ha) — <i>Total (PLN/ha)</i>	538	524	551	570	548

* — opis w metodyce — *described in methods*

Łączne (jesienne i wiosenne) nakłady pieniężne poniesione na nawożenie rzepaku były największe przy jesiennym zastosowaniu azotu (10 kg N/ha) w formie roztworu mocznika i wiosennym nawożeniu na poziomie 180 kg N/ha.

Koszty bezpośrednie uprawy 1 ha rzepaku ozimego wynosiły od 1600 do 1630 zł/ha (tab. 9). Produkcja 1 dt nasion była najtańsza przy przedsięwzięciu stosowaniu mocznika lub siarczanu amonu (w dawce 40 kg N/ha) i wiosennym nawożeniu na poziomie 150 kg N/ha. Wartość wskaźnika opłacalności była również korzystniejsza przy tych sposobach nawożenia rzepaku ozimego (tab. 9).

Tabela 9

Wskaźniki oceny ekonomicznej różnych sposobów nawożenia rzepaku ozimego azotem
Indices of economical evaluation of nitrogen fertilization of winter oilseed rape

Wyszczególnienie — <i>Item</i>	Sposób nawożenia azotem* <i>Method of nitrogen application*</i>				
	A	B	C	D	E
Koszt uprawy 1 ha (zł)** <i>Cost of production of 1 ha (PLN)**</i>	1 598	1 584	1 612	1 631	1 609
Koszt produkcji 1 dt nasion (zł) <i>Cost of production 1 dt seeds (PLN)</i>	41,7	40,9	45,1	46,0	43,1
Koszt uprawy w wolumenie nasion (dt/ha) <i>Cost of production expressed as yield weight</i>	24,2	24,0	24,4	24,7	24,4
Wskaźnik opłacalności <i>Index of profitability</i>	1,58	1,61	1,46	1,43	1,53

* — opis w metodyce — *described in methods* ** — koszty bezpośrednie — *direct costs*

Wnioski

1. Na pokrój rozet i przezimowanie rzepaku najkorzystniej wpływało wczesne (przedsiewne) nawożenie azotem w formie siarczanu amonu i roztworu saletrzano–mocznikowego. Późna dolistna aplikacja roztworu mocznika zmniejszała zimotrwałość roślin.
2. W warunkach niesprzyjających zimowaniu najniżej plonował rzepak nawożony przedsiewnie roztworem saletrzano–mocznikowym w dawce 40 kg N/ha lub roztworem mocznika w fazie 4–5 liści. Plonotwórczy efekt azotu zastosowanego w formie stałej mocznika lub siarczanu amonu był lepszy.
3. Koszt nawożenia azotem rzepaku na poziomie 190 kg/ha wynosił 520–570 zł/ha. Jednostkowy koszt produkcji 1 dt nasion rzepaku ozimego był najmniejszy przy przedsiewnej aplikacji azotu w formie mocznika lub siarczanu amonu.

Literatura

- Budzyński W. 1986. Studium nad wpływem niektórych czynników agrotechnicznych na zimowanie i plonowanie odmian podwójnie uszlachetnionego rzepaku ozimego. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt., Agricult.*, 41, suppl. B: 1-56.
- Budzyński W., Muśnicki Cz., Kotecki A., Ojczyk T. 1993. Wpływ poziomu i terminu jesiennego nawożenia azotem na pokrój roślin, zimowanie i plonowanie rzepaku. *Post. Nauk Rol.*, 6: 41-51.
- Dembiński F. 1975. *Rośliny oleiste*. PWRiL, Warszawa.
- Dembiński F. 1983. *Jak uprawiać rzepak i rzepik*. PWRiL, Warszawa.
- Goć E., Muzalewski A. 1997. *Koszty eksploatacji maszyn*. IBMER, Warszawa.
- Horodyski A. 1962. Przebieg pobierania azotu przez rzepak ozimy w zależności od wysokości dawek nawozów azotowych i pory ich zastosowania. *Pam. Puł.*, 8: 83-143.
- Kosecki A. 1995. Studium nad wpływem nawożenia azotowego na zimowanie, plonowanie i jakość nasion rzepaku ozimego. ART Olsztyn (praca doktorska).
- Mierzejewska W. 1985. Metody badawcze i miary oceny ekonomicznej efektywności chemicznych zabiegów ochrony roślin. *Post. Nauk. Rol.*, 5: 77-90.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. nauk.*, 191: 1-154.