

Przemysław Barłóg, Witold Grzebisz
Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Chemii Rolnej

Dynamika wzrostu i pobierania makroskładników przez rzepak ozimy w zależności od rodzaju nawozu i podziału drugiej dawki azotu

Growth dynamics, yield and nutrients uptake by winter oilseed rape fertilized with three types of nitrogenous fertilizer and a method of the second nitrogen rate division

Słowa kluczowe: rzepak ozimy (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), nawozy azotowe, podział dawki azotu, dynamika wzrostu, zawartość makroskładników, pobranie makroskładników

Key words: winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), nitrogenous fertilizers, split N application, biomass growth, content of macronutrients, uptake of macronutrients

W dwuletnim doświadczeniu polowym badano wpływ sposobu podziału wiosennej dawki azotu na dynamikę wzrostu i pobierania składników pokarmowych przez rzepak ozimy. Czynnikiem I rzędu były formy azotu — nitrofoska (NPK 21-8-11), saletra wapniowo-amonowa (CAN 27) oraz saletra amonowa (SA); czynnikiem II rzędu był sposób rozdzielania wiosennej dawki azotu. Na pierwszym poziomie była ona podzielona na dwie części (80+80+0 kg N/ha), a na drugim na trzy części (80+50+30 kg N/ha). W układzie dwudzielnym azot stosowano przed ruszeniem wegetacji i trzy tygodnie po pierwszej dawce, a w drugim dodatkowo w fazie zielonego pąka. Na obiektach z NPK i CAN drugą dawkę azotu stosowano w formie saletry wapniowo-amonowej, a z SA w formie saletry amonowej, natomiast trzecią w postaci saletry wapniowej. Próbkę roślin pobierano w następujących fazach i stadiach rozwojowych: formowanie łodygi (40 wg Muśnickiego), pąkowanie (52–54), kwitnienie (63), formowanie nasion — stadium wczesnozielone (71), dojrzewanie — koniec dojrzałości technicznej (86). Badane czynniki nie różnicowały w sposób istotny dynamiki wzrostu rzepaku. Jednak w początkowych fazach rozwoju

The effect of three nitrogen fertilizers and the second N dose division on dynamics of biomass growth, yield of seeds, macronutrients content and their uptake by winter oilseed rape, variety Lirajet, in years 1998,1999 in a field experiment was investigated. The field experiment was arranged in a split-block design. Three types of nitrogenous fertilizers such as NPK (21-8-11), calcium ammonium-nitrate (CAN) and ammonium salpeter (SA) applied in the rate of 80 kg N/ha as the first N rate were the first order factor of the experimental design. The division of the second N dose amounting to 80 kg N/ha was the second order factor. The first N rate was applied before the vegetation beginning. The second dose of 80 kg/ha was applied three weeks later or it was splitted into two rates: 50 kg N/ha and 30 kg N/ha applied at the stage of budding. Plants were sampled at five stages, i.e. the main stem elongation (40 according to Muśnicki 1989), budding (52-54), anthesis (63), green pods (71) and technological maturity (86). The experimental factors did not influence the rate of canopy growth. However, it was observed that at young stages of rape growth nitrogen applied in the form of NPK and SA promoted biomass

zaobserwowano trend do zwiększania masy organów wegetatywnych pod wpływem stosowania azotu w dwóch dawkach w formie saletry amonowej i nitrofoski oraz w ostatniej fazie w trzech dawkach na obiektach z saletrą wapniowo-amonową i saletrą amonową. Plon nasion zależał od rodzaju nawozu i sposobu podziału dawki azotu. Największy plon uzyskano stosując saletrę amonową w dwóch, a nitrofoskę i saletrę wapniowo-amonową w trzech dawkach. W wyniku podziału dawki azotu na trzy części otrzymano istotny wzrost masy nasion na pędach głównych. W fazie pąkowania i kwitnienia rośliny nawożone azotem w dwóch dawkach charakteryzowały się większą zawartością azotu w liściach i pędach. Istotne różnice w pobraniu azotu, między badanymi wariantami, stwierdzono w fazie kwitnienia.

growth. The same was observed at late growth stages for calcium-ammonium salpeter applied in three rates. Yield of seeds depended on type and method of the second nitrogen rate division. The highest yield was harvested with applying ammonium salpeter in two rates and with applying NPK fertilizer as the first rate and splitting the next calcium-ammonium salpeter rate into two sub-rates. The second method of nitrogen application, i.e. in three rates, resulted in higher, increase of yield seed on the main shoots. At the stage of budding and flowering plants fertilized with nitrogen in two rates were characterized by higher content of nitrogen in leaves and shoots. Among studied treatments, significant differences in nitrogen uptake were found at flowering stage.

Wstęp

Ustalenie dawki nawozów mineralnych wymaga w pierwszym rzędzie oszacowania potrzeb pokarmowych roślin, a dopiero później potrzeb nawozowych. Potrzeby pokarmowe wynikają przede wszystkim z wielkości wytworzonej biomasy oraz zawartości w niej składników mineralnych (Fotyma 1997, Mikšík i in. 1998). Spośród czynników agrotechnicznych nawożenie azotem w największym stopniu kształtuje produkcję biomasy przez rzepak ozimy (Muśnicki 1989). Wiosenna dawka azotu, w zależności od stanowiska i miejsca rzepaku w zmianowaniu, wynosi od 100 do 200 kg/ha (Wałkowski i Krzymański 1999). Plonotwórcze działanie azotu zależy nie tylko od wielkości dawki, ale także od odpowiedniego terminu zastosowania i sposobu rozdzielania nawozu (Priebe i Gruszczyński 1981, Jasińska i in. 1993). Nie bez znaczenia jest także chemiczny skład nawozu. Różnice w działaniu form i związków azotu mogą wynikać między innymi z odmiennego wpływu na pH rizosfery i szybkość pobierania składników pokarmowych (Thomson i in. 1993).

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu rodzaju nawozu oraz sposobu podziału wiosennej dawki azotu na dynamikę wzrostu i pobierania makroskładników przez rzepak ozimy.

Material i metody

Badania przeprowadzono w latach 1998–99 w Zakładzie Rolniczym Krzęsłice (województwo wielkopolskie — gmina Pobiedziska). Doświadczenie założono

w układzie zależnym, metodą split-blok, w czterech powtórzeniach na poletkach o powierzchni brutto 0,25 ha. Czynnikiem I rzędu były formy azotu — nitrofoska (NPK 21-8-11), saletra wapniowo-amonowa (CAN 27) oraz saletra amonowa (SA); czynnikiem II rzędu był sposób rozdzielania wiosennej dawki azotu. Na pierwszym poziomie była podzielona na dwie (80+80+0 kg N/ha), a na drugim na trzy części (80+50+30 kg N/ha). W układzie dwudzielnym azot stosowano przed ruszeniem vegetacji i trzy tygodnie po pierwszej dawce (w pełni rozwinięta rozeta liściowa), a w drugim dodatkowo jeszcze w fazie zielonego pąka na pędzie głównym. Na obiektach z NPK i CAN drugą dawkę azotu stosowano w formie saletry wapniowo-amonowej, a z SA w formie saletry amonowej, natomiast trzecią na wszystkich obiektach nawożonych w fazie pąkowania w postaci saletry wapniowej.

Gleba, na której założono doświadczenie, należy do kategorii gleb lekkich, kompleksu żyniego dobrego. Agrochemicznie charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem, wysoką zasobnością w przyswajalny potas i fosfor oraz średnią w magnez. Jesienią pole nawożono solą potasową (150 kg K₂O/ha) i fosforanem amonu (92 kg P₂O₅/ha). Nasiona rzepaku ozimego odmiany Lirajet wysiewano na początku III dekady sierpnia, w ilości 4,5 kg nasion/ha i w rozstawie 20 cm. Wiosenna obsada w roku 1998 i 1999 wynosiła odpowiednio 57 i 64 roślin/m².

Bezpośrednio po siewie stosowano Command (0,15 l/ha) i Teridox (2 l/ha), a w połowie października Agil (0,5 l/ha) i Cyperkil (0,1 l/ha). W kwietniu całą plantację dokarmiano Basfoliarem 36 extra (4 l/ha). Przebieg warunków pogodowych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1
Warunki meteorologiczne w Krzęślicach — *Meteorological conditions in Krzęślice*

Miesiące <i>Month</i>	1997/1998		1998/1999	
	Temperatura [°C]	Opady — <i>Rainfall</i> [mm]	Temperatura [°C]	Opady — <i>Rainfall</i> [mm]
VIII	17,4	57,0	16,8	51,9
IX	13,5	43,0	13,9	87,2
X	8,9	39,0	6,9	99,1
XI	3,5	40,0	0,1	67,2
XII	-0,2	38,0	0,0	49,0
I	-1,9	38,0	1,4	44,0
II	-0,5	28,0	-0,3	34,7
III	2,4	33,0	5,1	59,9
IV	8,0	39,0	9,8	51,6
V	13,6	55,0	13,9	58,5
VI	16,6	66,0	16,9	76,3
VII	17,9	69,0	20,7	60,4

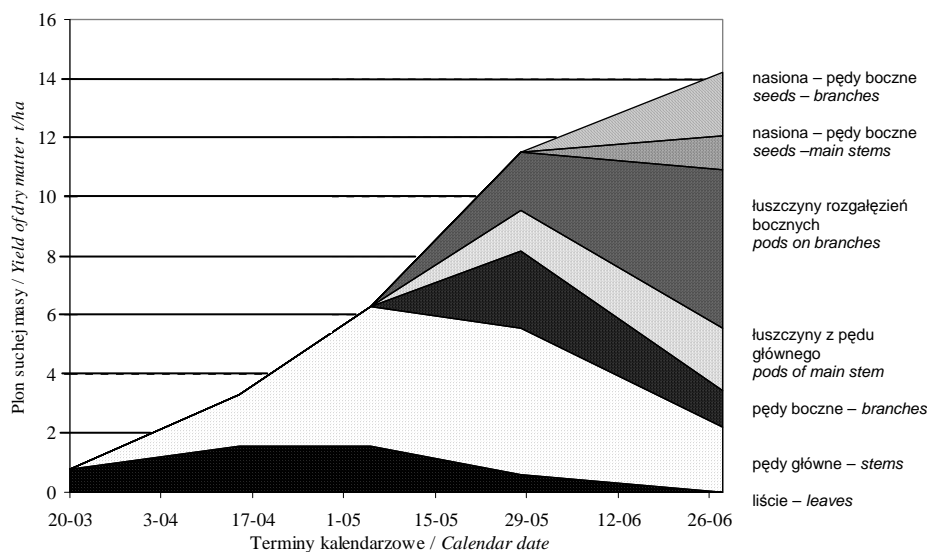
Próbki roślin pobierano z powierzchni 0,4–0,8 m² w następujących fazach i stadiach rozwojowych: formowanie łodygi (40 wg Muśnickiego), pąkowanie (52–54), kwitnienie (63), formowanie nasion — stadium wczesnozielone (71), dojrzewanie — koniec dojrzałości technicznej (86).

Zawartość azotu ogólnego oznaczono metodą Kjeldahla, fosfor kolorymetrycznie z wanadynianem amonu, potas, wapń i sód metodą fotometrii płomieniowej, a magnez AAS.

Porównania statystyczne zebranego materiału przeprowadzono wykorzystując metodę analizy wariancji.

Wyniki badań

Wzrost rzepaku ozimego charakteryzował się zarówno zmienną szybkością akumulacji suchej masy, jak również procentowym udziałem w biomacie poszczególnych organów. Największą produkcję biomasy (organy wegetatywne + generatywne) stwierdzono w stadium dojrzałości technicznej — 14,2 t sm./ha. Największą masę liści stwierdzono w fazie kwitnienia, a łodyg w stadium wczesnozielonym. W fazie dojrzałości technicznej największy udział w całkowitej biomacie stanowiły łuszczyzny pędów bocznych (37,7%). Plon nasion pędu głównego stanowił 8%, a pędów bocznych 15,6% całkowitej biomasy rośliny (rys. 1).



Rys. 1. Dynamika wzrostu biomasy rzepaku ozimego — Biomass growth dynamics of winter oilseed rape

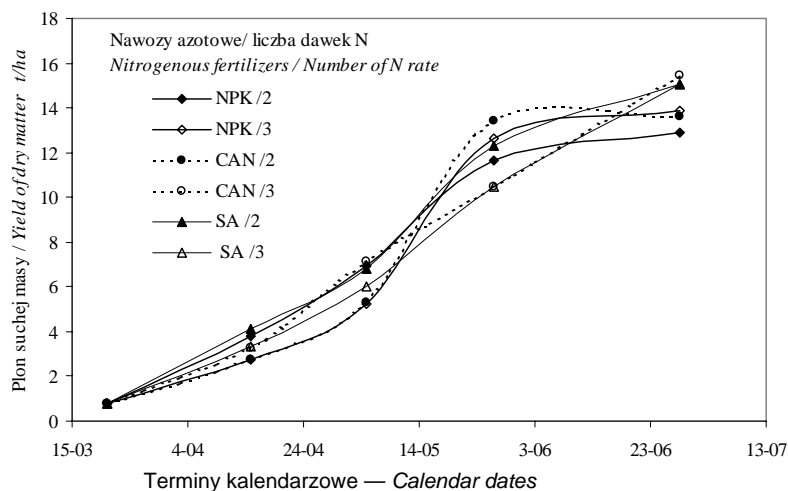
Między poszczególnymi latami badań nie stwierdzono istotnych różnic w wielkości końcowego plonu biomasy. Zaobserwowano natomiast, że w roku 1998 rzepak ozimy do fazy kwitnienia charakteryzował się szybszym tempem gromadzenia biomasy niż w roku 1999 (tab. 2).

Tabela 2

Dynamika wzrostu biomasy rzepaku ozimego w zależności od roku badań [t/ha]
Biomass growth dynamics of winter oilseed rape according to years of trials [t/ha]

Rok Year	Faza rozwoju wg Muśnickiego / Development stage				
	40	52-54	63	71	86
1998	0,93	3,85	7,22	11,87	14,01
1999	0,46	2,80	5,29	11,18	14,32

Czynniki doświadczalne nie różnicowały w sposób istotny dynamiki wzrostu rzepaku. Jednak w początkowych fazach rozwoju rośliny zaobserwowano trend do zwiększania masy organów wegetatywnych pod wpływem nawożenia azotem w formie saletry amonowej i nitrofoski w dwóch dawkach oraz w ostatniej fazie w trzech dawkach na obiektach z saletrą wapniowo-amonową i saletrą amonową. Na obiektach nawożonych nitrofoską i saletrą wapniowo-amonową w dwóch dawkach maksymalną produkcję biomasy stwierdzono w stadium wczesno-zielonym, a z saletrą amonową i saletrą wapniowo-amonową stosowaną w trzech dawkach w końcowym stadium dojrzewania rzepaku (rys. 2).



Rys. 2. Wpływ nawozów azotowych i sposobu podziału dawki na dynamikę wzrostu biomasy rzepaku ozimego — *Effect of nitrogen fertilizers and method of nitrogen rate division on the dynamics of biomass growth of winter oilseed rape*

Na obiekcie z nitrofoską zaobserwowano dodatni wpływ trzykrotnego podziału dawki azotu na całkowity plon nasion. Podział dawki azotu na trzy części istotnie zwiększał masę nasion na pędach głównych, zwłaszcza w przypadku stosowania nitrofoski (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ nawozów azotowych i sposobu podziału dawki na plon nasion rzepaku ozimego
Effect of nitrogen fertilizers and method of nitrogen rate division on the yield of seeds of winter oilseed rape [t/ha]

Nasiona <i>Seeds</i>	Liczba dawek N <i>Number of N rate</i>	Nawozy azotowe — <i>Nitrogen fertilizers</i>			Średnia <i>Mean</i>
		NPK 21-8-11	CAN 27	SA	
Pędy główne <i>Main shoots</i>	2	0,75	1,04	1,17	0,98
	3	1,44	1,23	1,32	1,33 ^A
	średnia — <i>mean</i>	1,09	1,13	1,24	1,16
Pędy boczne <i>Second-order shoots</i>	2	1,96	2,01	2,44	2,14
	3	2,27	2,46	1,81	2,18
	średnia — <i>mean</i>	2,12	2,24	2,13	2,16
Ogółem <i>Total</i>	2	2,71	3,05	3,61	3,12
	3	3,71 ^A	3,69	3,13	3,51
	średnia — <i>mean</i>	3,21	3,37	3,37	3,32

^A — różnica istotna — *significant difference*

Zawartość makroelementów w poszczególnych organach roślin zależała przede wszystkim od fazy rozwoju rzepaku. W miarę rozwoju roślin zmniejszała się zawartość azotu, fosforu, potasu i magnezu w pędach głównych i bocznych, a w łuszczykach azotu, fosforu i magnezu. Zawartość wapnia zwiększała się w liściach, pędach i łuszczykach, sodu w pędach i łuszczykach, potasu w łuszczykach, a magnezu w liściach. Nasiona z łuszczyk pędów bocznych, w porównaniu do nasion z pędów głównych, różniły się tylko nieznacznie mniejszą zawartością fosforu (tab. 4). Czynniki doświadczalne, za wyjątkiem azotu, w niewielkim stopniu kształtowały zawartość badanych pierwiastków. W fazie pąkowania i kwitnienia rośliny nawożone azotem dwoma dawkami charakteryzowały się większą zawartością azotu w liściach, a w fazie kwitnienia w pędach, niż nawożone trzema dawkami. Nasiona rzepaku nawożonego nitrofoską i saletrą wapniowo-amonową z trzykrotnym podziałem dawki, w porównaniu do wariantów, w których azot stosowano w dwóch dawkach, odznaczały się większą zawartością azotu (tab. 5).

W miarę rozwoju rzepaku ozimego zwiększała się masa pobranych makroskładników. Największą akumulację fosforu i potasu stwierdzono w stadium wczesnozielonym, natomiast pozostałych składników w stadium dojrzałości technicznej (rys. 3).

Tabela 4

Zawartość makroskładników w organach rzepaku ozimego w zależności od fazy rozwoju [% sm] — *Content of macroelements in organs of winter oilseed rape depending on development stage [% DM]*

Pierwiastek <i>Element</i>	Organ rośliny <i>Plant organ</i>	Faza rozwoju wg Muśnickiego — <i>Development stage</i>				
		40	52–54	63	71	86
P	liście — <i>leaves</i>	0,596	0,572	0,581	0,733	
	pędy A — <i>shoots A</i>		0,710	0,559	0,571	0,285
	pędy B — <i>shoots B</i>				0,484	0,337
	łuszczyzny A — <i>pods A</i>				0,865	0,342
	łuszczyzny B — <i>pods B</i>				0,885	0,425
	nasiona — <i>seeds A</i>					0,817
	nasiona — <i>seeds B</i>					0,775
K	liście — <i>leaves</i>	3,193	4,093	3,518	2,497	
	pędy A — <i>shoots A</i>		5,651	3,959	2,796	2,398
	pędy B — <i>shoots B</i>				2,064	1,599
	łuszczyzny A — <i>pods A</i>				1,549	2,075
	łuszczyzny B — <i>pods B</i>				1,625	1,968
	nasiona — <i>seeds A</i>					0,853
	nasiona — <i>seeds B</i>					0,837
Ca	liście — <i>leaves</i>	1,244	1,796	3,142	5,025	
	pędy A — <i>shoots A</i>		1,111	0,743	0,808	0,906
	pędy B — <i>shoots B</i>				0,545	0,991
	łuszczyzny A — <i>pods A</i>				1,186	2,412
	łuszczyzny B — <i>pods B</i>				1,235	2,277
	nasiona — <i>seeds A</i>					0,347
	nasiona — <i>seeds B</i>					0,343
Mg	liście — <i>leaves</i>	0,147	0,186	0,201	0,265	
	pędy A — <i>shoots A</i>		0,208	0,168	0,080	0,061
	pędy B — <i>shoots B</i>				0,093	0,091
	łuszczyzny A — <i>pods A</i>				0,203	0,111
	łuszczyzny B — <i>pods B</i>				0,209	0,111
	nasiona — <i>seeds A</i>					0,278
	nasiona — <i>seeds B</i>					0,273
Na	liście — <i>leaves</i>	0,166	0,157	0,147	0,152	
	pędy A — <i>shoots A</i>		0,105	0,165	0,223	0,302
	pędy B — <i>shoots B</i>				0,042	0,162
	łuszczyzny A — <i>pods A</i>				0,087	0,122
	łuszczyzny B — <i>pods B</i>				0,093	0,107
	nasiona — <i>seeds A</i>					0,014
	nasiona — <i>seeds B</i>					0,010

A — pędy główne — *main shoots*, B — pędy boczne — *second-order shoots*

Tabela 5

Zawartość azotu w organach rzepaku ozimego w zależności od fazy rozwoju oraz nawożenia [% sm] — *Content of nitrogen in organs of winter oilseed rape depending on development stage and fertilization [% DM]*

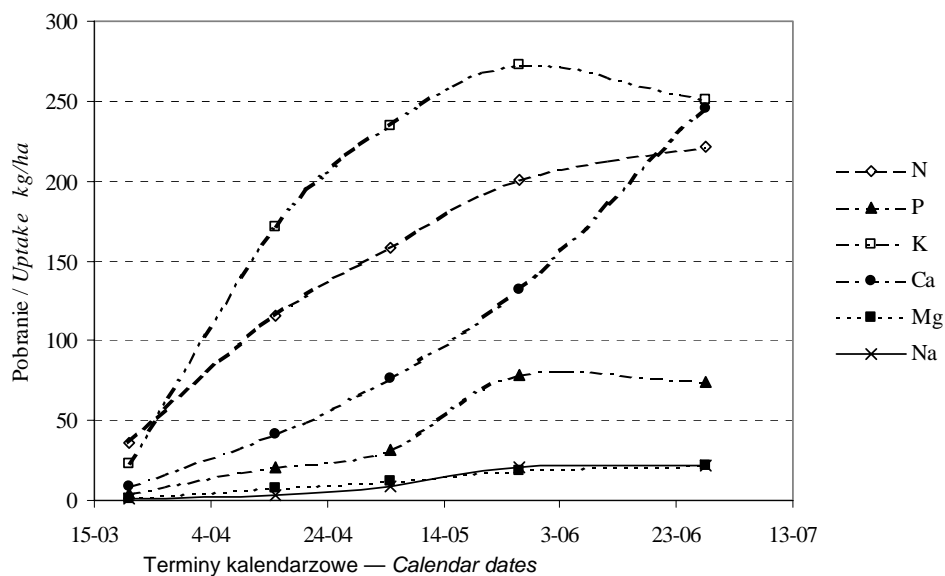
Organ rośliny <i>Plant organ</i>	Faza <i>Stage</i>	Nawozy N — <i>N fertilizers</i>						Średnia <i>Mean</i>
		NPK 21-8-11		CAN 27		SA		
		2*	3	2	3	2	3	
Liście <i>Leaves</i>	40	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02
	52–54	4,20	4,00	4,53	4,28	4,23	3,98	4,20
	63	4,30	3,88	4,21	4,10	4,28	4,17	4,15
	71	2,12	2,04	2,08	2,13	2,13	2,19	2,11
	52–54	3,43	3,41	3,73	3,45	3,71	3,99	3,62
Pędy A <i>Shoots A</i>	63	2,43	2,14	2,36	2,35	2,56	2,44	2,38
	71	1,01	1,18	1,16	1,02	0,99	1,11	1,08
	86	0,64	0,74	0,53	0,61	0,68	0,73	0,65
Pędy B <i>Shoots B</i>	71	1,34	1,46	1,79	1,43	1,79	1,65	1,68
	86	0,74	0,74	0,75	0,77	0,78	0,88	0,78
Łuszczyzny A <i>Pods A</i>	71	2,34	2,39	2,27	2,31	2,23	2,27	2,30
	86	0,84	0,85	0,82	0,90	0,94	0,84	0,86
Łuszczyzny B <i>Pods B</i>	71	2,55	2,65	2,56	2,56	2,46	2,47	2,54
	86	1,20	1,08	1,02	1,06	1,31	1,06	1,12
Nasiona A <i>Seeds A</i>	86	2,91	3,26	2,87	3,04	3,11	2,85	3,01
Nasiona B <i>Seeds B</i>	86	2,91	3,11	2,92	3,16	3,08	3,14	3,05

* — liczba dawek N — *number of N rate*

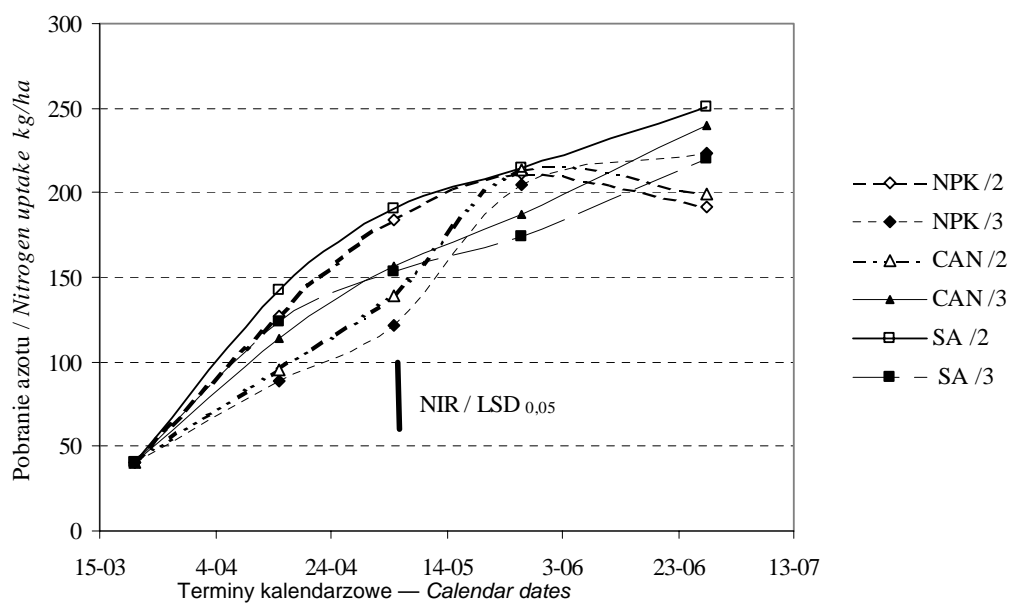
A — pędy główne — *main shoots*, B — pędy boczne — *second-order shoots*

Rośliny rzepaku na obiektach z dwukrotnym podziałem dawki azotu, w porównaniu do obiektów z trzykrotnym podziałem, pobierały do fazy wczesnozielonej więcej azotu. W ostatnim terminie na obiektach z nitrofoską i saletrą wapniowo-amonową z dwukrotnym podziałem dawki zaobserwowano zmniejszenie o 6% ilości pobranego azotu. Tylko na obiekcie z saletrą amonową od początku do końca wegetacji rośliny nawożone azotem w dwóch częściach pobierały więcej azotu, niż nawożone w trzech częściach (rys. 4).

W fazie dojrzewania ilość pobranego magnezu na obiektach nawożonych saletrą amonową i wapniowo-amonową była istotnie większa niż na obiektach nawożonych nitrofoską. Nawozy te zwiększały również pobranie wapnia i sodu. Na obiektach z saletrami stosowanie azotu w trzech dawkach zmniejszało, w porównaniu do pozostałych wariantów, pobranie fosforu i potasu. W rezultacie największe pobranie fosforu i potasu uzyskano na obiekcie z nitrofoską (tab. 6).



Rys. 3. Dynamika pobierania makroelementów przez rzepak ozimy — *Dynamics of macronutrients uptake by winter oilseed rape*



Rys. 4. Wpływ nawozów azotowych i sposobu podziału dawki na dynamikę pobierania azotu przez rzepak ozimy — *Effect of nitrogen fertilizers and method of nitrogen rate division on the dynamics of nitrogen uptake by winter oilseed rape*

Tabela 6

Maksymalne pobranie P, K, Ca, Mg i Na przez rzepak ozimy w zależności od nawozu azotowego i sposobu podziału dawki — *Maximal uptake of P, K, Ca, Mg and Na by winter oilseed rape depending on nitrogen fertilizer and method of nitrogen rate division* [kg/ha]

Pierwiastek <i>Element</i>	Liczba dawek N <i>Number of N rate</i>	Nawozy azotowe — <i>Nitrogen fertilizers</i>			Średnia <i>Mean</i>
		NPK 21-8-11	CAN 27	SA	
P	2	85,6	85,9	82,0	84,5
	3	82,4	69,5	69,9	73,5
	Średnia — <i>Mean</i>	83,8	77,2	75,9	79,0
K	2	292	289	300	294
	3	278	234	241	251
	Średnia — <i>Mean</i>	285	262	271	273
Ca	2	231	234	260	242
	3	226	274	246	249
	Średnia — <i>Mean</i>	228	254	253	246
Mg	2	17,0	19,5	21,8	19,4
	3	20,7	20,9	20,3	20,6
	Średnia — <i>Mean</i>	18,8	20,2 ^A	21,0 ^A	20,0
Na	2	19,6	24,2	24,4	22,7
	3	21,4	22,4	25,0	22,9
	Średnia — <i>Mean</i>	20,5	23,3	24,7	22,8

^A — różnica istotna — *significant difference*

Dyskusja

W badaniach Leacha i in. (1999) rzepak ozimy wytworzył, w zależności od obsady roślin, od 12,5 do 17,5 t sm./ha. Otrzymane wyniki mieszczą się w podanym zakresie. Według Muśnickiego (1989) czynniki agrotechniczne w małym stopniu kształtują dynamikę wzrostu rzepaku. Potwierdzają to również badania własne. Dotychczasowe prace naukowe nie wykazują, w przeciętnych warunkach glebowych, celowości zwiększania ponad dwie, liczby wiosennych dawek azotu (Priebe i Gruszczyński 1981, Jasińska i in. 1993). W przeprowadzonym doświadczeniu wykazano, że podział wiosennej dawki na trzy części może działać dodatnio na plon nasion przy stosowaniu nitrofosek w I dawce.

Przeprowadzone badania wykazały, że plon nasion rzepaku w znacznym stopniu zależy od doboru nawozów azotowych stosowanych w pierwszej dawce i podziału drugiej dawki. Istotnie większe plony uzyskano stosując azot w pierwszej dawce w formie nitrofoski lub saletry wapniowo-amonowej i dzieląc drugą dawkę na dwie mniejsze. Większy efekt plonotwórczy azotu zawartego w tych nawozach tłumaczy dodatkowe wprowadzenie do gleby P i K w nitrofosce lub Ca

w saletrze wapniowo-amonowej. Saletra amonowa pozwalała uzyskać zbliżony poziom plonu nasion, gdy była zastosowana w dwóch dawkach po 80 kg N/ha każda. Lepsze plonotwórcze działanie tego wariantu nawożenia można wytłumaczyć większym pobraniem magnezu, wapnia, sodu, a zwłaszcza azotu. W tym konkretnym przypadku o wyborze nawozu azotowego i sposobie podziału dawki N powinien zdecydować rachunek ekonomiczny przemawiający na korzyść saletry amonowej.

Otrzymane w badaniach własnych zawartości pierwiastków były na poziomie porównywalnym z prezentowanymi w literaturze naukowej (Seidler i in. 1993, Banaszekiewicz 1998). Brak znaczących różnic w zawartości makroskładników między nawozem wieloskładnikowym (nitrofoską) a pozostałymi wynikał prawdopodobnie z wysokiej zasobności gleby w ich przyswajalne formy.

Rzepak ozimy pobiera, w przeciętnych warunkach, na wyprodukowanie 1 tony nasion 60–65 kg azotu, natomiast na stanowisku urodzajnym 70–80 kg (Mikšić i in. 1998). W badaniach własnych rzepak ozimy pobierał na wytworzenie 1 tony nasion w zależności od wariantu od 60 do 78 kg azotu. Na obiektach z nitrofoską i saletrą wapniowo-amonową normatyw pobrania azotu był mniejszy przy trzykrotnym nawożeniu azotem (63 kg), niż przy dwukrotnym (74 kg). Pobranie azotu w nasionach wynosiło średnio 100,6 kg N i było nieznacznie mniejsze w porównaniu do otrzymanego przez Sielinga i in. (1998) — od 107 do 131 kg N. Rzepak ozimy pobierał na wytworzenie 1 tony nasion około 24 kg fosforu, 82 kg potasu, 74 kg wapnia i 6,2 kg magnezu.

Wnioski

1. Rodzaj nawozu oraz sposób podziału wiosennej dawki azotu, wynoszącej 160 kg N/ha, nie wpływał istotnie na dynamikę wzrostu biomasy rzepaku ozimego.
2. Plon nasion zależał od rodzaju nawozu i sposobu podziału dawki azotu. Największy plon uzyskano stosując saletrę amonową w dwóch, a nitrofoskę i saletrę wapniowo-amonową w trzech dawkach. O wyborze nawozu azotowego i sposobu podziału dawki azotu powinien zdecydować rachunek ekonomiczny przemawiający na korzyść saletry amonowej.
3. Wpływ sposobu podziału dawki i rodzaju nawozu azotowego na pobranie makroskładników określała faza rozwojowa rzepaku ozimego. Największe różnice w pobraniu azotu stwierdzono w fazie kwitnienia.

Literatura

- Banaszkiewicz T. 1998. Zawartość składników mineralnych w nasionach trzech krajowych odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste XIX (2)*: 555-568.
- Fotyma E. 1997. Wyznaczanie dawek nawozów azotowych na podstawie analizy gleby i roślin. *Zeszyty Edukacyjne, Wyd. IMUZ 4*: 49-56.
- Jasińska Z., Malarz W., Budzyński W., Tobiła P. 1993. Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie rzepaku ozimego. *Post. Nauk Roln. 6*: 33-40.
- Leach J.E., Stevenson H.J., Rainbow A.J., Mullen L.A. 1999. Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agric. Science 132*: 173-180.
- Mikšík V., Balik J., Vašák J. 1998. Określanie dawki podstawowej nawożenia azotowego rzepaku ozimego (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) na podstawie pobieranej ilości tego składnika. *Rośliny Oleiste XIX (2)*: 501-506.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach środowiskowo-agrotechnicznych. *Roczn. Nauk. AR Poznań, Rozpr. Nauk. 191*: 3-154.
- Priebe M., Gruszczyński S. 1981. Wpływ podziału wiosennej dawki azotu na plony i wyleganie rzepaku. *Nowe Rolnictwo 2*: 10-13.
- Seidler M., Majewska M. 1993. Wybór części wskaźnikowej rośliny dla określenia stanu zaopatrzenia w podstawowe składniki mineralne na przykładzie rzepaku ozimego odmiany Bolko. *Postępy Nauk Roln. 6*: 25-32.
- Sieling K., Schröder H., Hanus H. 1998. Mineral and slurry nitrogen effects on yield, N uptake, and apparent N-use efficiency of oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agric. Science 130*: 165-172.
- Thomson C.J., Marschner H., Romheld V. 1993. Effect of nitrogen fertilizer on pH of the bulk soil and rhizosphere, and on the growth, phosphorus, micronutrient uptake of bean. *J. of Plant Nutrition 16 (3)*: 93-506.
- Wałkowski T., Krzymański J. 1999. Rzepak ozimy. *Wyd. IHAR Poznań*.