

*W. Budzyński, Cz. Muśnicki, A. Kotecki, T. Ojczyk
Akademie Rolnicze w Olsztynie, Poznaniu i Wrocławiu*

Wpływ poziomu i terminu jesiennego nawożenia azotem na pokrój roślin, zimowanie i plonowanie rzepaku

Wśród czynników agrotechnicznych różnicujących pokrój roślin przed zimą, azot klasyfikowany jest za terminem i gęstością siewu. Azot zwiększa masę i powierzchnię liści nie wpływając najczęściej na stopień ulistnienia, dynamikę opadania liści, zawartość suchej masy w częściach nadziemnych (Budzyński 1986, Horodyski 1962, Muśnicki 1989). Obfitość azotu powoduje natomiast wybujanie epikotylu, co jest niemal równoznaczne ze zwiększeniem ubytków zimowych roślin (Budzyński i in. 1985; Budzyński 1986; Horodyski 1962; Muśnicki, Jodłowski 1986; Muśnicki 1989; Pieczka 1969). Przy wysokich dawkach N jesienią, obniża się produktywność jego wykorzystanie na skutek strat, jakie powstają w okresie od listopada do marca (Horodyski 1962). Masywniejszy jesienny pokrój roślin rzepaku, nawożonego wyższą przedsięwną dawką azotu, nie skutkuje wiosną większą dynamiką wzrostu ani korzystniejszą wartością iloczynu głównych elementów warunkujących plon (Budzyński 1986, Muśnicki 1989); zwiększa się natomiast współczynnik zmienności plonu w latach (Muśnicki 1989). Plonotwórcza rola azotu stosowanego jesienią ma silny związek z warunkami siedliskowo-agrotechnicznymi. W badaniach czeskich (Vasák i in. 1985) najkorzystniej na plony wpływała dawka 11–30 kg N na ha; plon na dawce 0–10 kg był o 10% niższy, plon na dawce 45 kg N zmniejszył się aż o 15–20%. Wpływ dawki N był zależny od formy azotu (Voskerusa 1975). W badaniach angielskich (Harris 1980) plon rzepaku nawożonego przedsięwnie w dawkach 0, 20, 40, 55, 75 kg N na ha był różnicowany w stopniu mniejszym niż 5% kontroli. W badaniach polskich nie uzyskiwano istotnego różnicowania plonu pod wpływem różnych dawek nawożenia N (Budzyński i in. 1985; Budzyński 1986; Muśnicki, Jodłowski 1986; Muśnicki 1989), bądź uzyskiwano korzystny wpływ tylko w specyficznych warunkach klimatycznych (Horodyski 1962, Pieczka 1969). We wszystkich (krajowych) badaniach nad wpływem jesiennych dawek N na zimowanie i plonowanie rzepaku, azot stosowano przedsięwnie (jednokrotnie). Celem niniejszych badań było określenie wpływu azotu zastosowanego w różnych stadiach rozwoju przedzimowego na cechy warunkujące zimowanie i plonowanie rzepaku podwójnie ulepszanego.

Opis doświadczeń

W pracy przedstawiono niektóre wyniki uzyskane w 9 ścisłych doświadczeniach polowych, przeprowadzonych w RZD Pawłowice (AR Wrocław), ZD Przybroda (AR Poznań) i RZD Bałcyny (AR-T Olsztyn) w latach 1989/90, 1990/91 i 1991/92.

Doświadczenie zakładano metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach. Warunki glebowe i agrotechniczne przedstawia poniższa tabela:

Wyszczególnienie	Pawłowice wrocławskie	Przybroda poznańskie	Bałcyny olsztyńskie	
Typ gleby, kompleks przydatności rolniczej, klasa bonitacyjna gleby	brunatna 2, IIb	czarna ziemia 2, IIIa-b	płowa 2, IIIa	
Kwasowość gleby (KCl)	5,8-7,3	5,5-6,8	5,9-6,2	
Zawartość makroelementów mg/100 g gleby				
	P ₂ O ₅	13,0-25,0	11,9-25,1	8,2-14,0
	K ₂ O	17,6-29,6	15,5-18,8	15,0-20,0
	MgO	5,8-12,5	4,0-7,3	4,7-6,4
Przedplon	jęczmień jary (ziarno)	jęczmień ozimy (ziarno)	jęczmień+owies (na zieloną masę)	
Nawożenie:	P ₂ O ₅	120	80 - 90	120
	K ₂ O	180	160-180	160
	N (łącznie)	200	200	200
Siew	25-28.VIII	23-26.VIII	14-16.VIII	
Odmiana	Bolko	Bolko	Bolko	
Odchwaszczanie	chemiczne	chemiczne	chemiczne	
Niszczenie szkodników	2-4 krotnie chemiczne	2-4 krotnie chemiczne	2-4 krotnie chemiczne	
Ochrona przed chorobami	nie zwalczano	nie zwalczano	nie zwalczano	
Zbiór	jedno- i dwuetapowy	jednoetapowy	dwuetapowy	
Powierzchnia poletka	30 m ²		14,2-15,3 m ²	

Doświadczenia obejmowały następujące zmienne: I — dawka azotu: 40 oraz 60 kg na ha, II — sposób i termin aplikacji azotu:

termin	sposób aplikacji N (% dawki)				
stadium 0.0	100	50	50	50	50
stadium 2.3-2.4	0	50	0	50	0
stadium 2.4-2.5	0	0	50	0	50
	dawka druga – forma stała mocznika			dawka druga – roztwór mocznika	
symbol obiektu	a	b	c	d	e

Nawożenie azotowe jesienią stosowano: przedsewnie (we wszystkich obiektach) w formie stałej mocznika; dawkę drugą w obiektach b oraz c — również w formie stałej mocznika, w obiektach d oraz e — w formie wodnego (15%) roztworu mocznika.

Nawożenie azotowe wiosną (dopełniające do sumarycznej dawki N — 200 kg/ha) stosowano w dwóch terminach: podczas wznowienia wegetacji (50%) oraz w pełni pąkowania (50% dawki), w formie saletry amonowej.

Analizę wariancji wykonano dwojako: wg modelu mieszanego z podwyższonym kryterium weryfikacji (każdy z czynników kontrolowanych testowany podwójnym współdziałaniem lat i miejscowości) — oznaczony w tabelach jako NIR_I oraz wg modelu mieszanego, w którym lata i miejscowości potraktowano jako czynnik losowy — oznaczony w tabelach jako NIR_{II} .

Omówienie wyników

Analiza statystyczna (wg podwyższonego kryterium weryfikacji czynników) dowodzi, iż na wyższej (60 kg) dawce azotu rzepak wykazywał małą, ale regularną (istotną) tendencję do silniejszego ulistnienia. Termin aplikacji i forma nawozu (stała lub roztwór) nie wpływały istotnie na liczbę wytworzonych liści (tabela 2). Jesienne opadanie liści było cechą silnie związaną z lokalizacją doświadczeń. Najmniejszą liczbę liści opadających notowano w Przybrodzie (19%), dwukrotnie większą — w Bałcynach. Zrzucanie liści nie wykazywało związku z układem warunków klimatycznych w latach i dawką azotu. W obiektach, w których opóźniono stosowanie drugiej części azotu w formie stałej (b oraz c), udział liści opadających wykazywał tendencję spadkową w stosunku do obiektu, w którym całą dawkę stosowano przedsewnie (a). W obiektach, w których drugą część azotu stosowano w roztworze — wcześniej (d) rzepak przyspieszał zrzucanie liści (tabela 3).

Związek między średnicą szyjki korzeniowej a dawką azotu ujawnił się tylko w interakcji z latami (tabela 4). Istotnie korzystnie na tę cechę wpływała dawka N w stosunkowo suchej jesieni 1991 roku.

Sucha masa rozety we wczesnym terminie pomiaru (stadium 2–3 liści) nie była różnicowana przez dawkę azotu (tabela 5). W stadium 3–4 liści sucha masa rozet była już istotnie większa przy wyższym poziomie nawożenia i to niezależnie od terminu stosowania i formy aplikowanego nawozu. W fazie 4–5 liści najwyższą suchą masę rozety stwierdzono w obiektach a, w których całą dawkę azotu zastosowano przedsewnie oraz w obiektach d, w których drugą część dawki aplikowano wcześniej — w roztworze. Skontrastowanie obiektu b i d pozwala stwierdzić, iż azot w roztworze działał szybciej. Wyniki pomiaru suchej masy rozet w terminie bezpośrednio przed zahamowaniem wegetacji dowodzą, iż już na dawce 40 kg N na ha masa ta przekro-

Tabela 1. Dane meteorologiczne
Meteorological data

Pomiar Measurement	Lata badań Years of investigation	Pawłowice wrocławskie		Przybroda poznańskie		Bałcyny olsztyńskie	
Opady roczne [mm] Precipitation in year [mm]	1	363	(65)	428	(83)	548	(91)
	2	431	(78)	508	(98)	554	(92)
	3	436	(79)	365	(70)	473	(78)
	w	555	(100)	518	(100)	605	(100)
Opady jesienia* [mm] Precipitation in autumn [mm]	1	53	(49)	56	(54)	127	(89)
	2	98	(91)	109	(105)	160	(112)
	3	45	(42)	65	(62)	118	(82)
	w	108	(100)	104	(100)	143	(100)
Opady wiosną** [mm] Precipitation in spring [mm]	1	166	(83)	175	(97)	212	(109)
	2	149	(74)	215	(119)	158	(81)
	3	142	(71)	66	(36)	108	(55)
	w	201	(100)	181	(100)	195	(100)
Opady w % sumy opty. wiosną wg Klatta	1	75		78		96	
Precipitation in % of optimal sum in spring acc. to Klatt	2	68		96		72	
	3	64		29		49	
	w						
Śr. dobową temp. jesienia* [°C] Daily mean temperature of autumn	1	11,3		11,0		10,9	
	2	9,4		9,8		9,2	
	3	10,7		10,7		10,0	
	w	9,8		9,9		8,6	
Śr. dobową temp. najchłodniej. miesiąca zimy °C Daily mean temperature of the coolest month of winter	1	1,5	(XI)	1,3	(XII)	0,7	(XII)
	2	-4,0	(II)	-3,4	(II)	-3,7	(II)
	3	-1,8	(XII)	0,3	(XII)	-1,7	(I)
	w	-2,8	(I)	-1,9	(I)	-3,1	(I)
Śr. dobową temp. wiosną** [°C] Daily mean temperature of spring	1	13,7		13,8		13,8	
	2	12,6		13,0		12,5	
	3	14,4		16,0		14,1	
	w	13,5		13,1		12,1	

w — średnie wieloletnie; w nawiasach podano % wartości w stosunku do danych wieloletnich;

* — miesiące: IX, X, i pierwsza połowa XI;

** — miesiące: IV, V, VI i pierwsza połowa VII.

w — many-year averages; in parentheses are given % of values comparing to many-year data;

* — months: IX, X and the first half of XI;

** — months: IV, V, VI and the first half of VII.

Tabela 2. Liczba liści wytworzonych w rozecie przed zimą — średnie dla czynników
Number of leaves formed in rosette before winter — means for factors

Dawka N [kg/ha] Dose of N [kg/ha]	Sposób i termin aplikacji N*					Średnie Means
	a	b	c	d	e	
40	7,9	7,9	7,9	8,0	8,0	7,9
60	8,0	8,1	8,1	8,0	8,1	8,1
Średnie – Means	7,9	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0

NIR $I \alpha = 0,05$ dla dawki – 0,06; — LSD $I \alpha = 0,05$ for dose – 0,06,

* — opis w tekście — description in text.

Tabela 3. Opadanie liści przed zimą w % — średnie dla czynników
Shedding of leaves before winter in per cent — means for factors

Dawka N [kg/ha] Dose of N [kg/ha]	Sposób i termin aplikacji N*					Średnie Means
	a	b	c	d	e	
40	27,0	26,0	27,0	29,0	26,0	27,0
60	28,0	27,0	26,0	28,0	27,0	27,2
Średnie – Means	27,5	26,5	26,5	28,5	26,5	27,1

NIR $I \alpha = 0,05$ – r.n.; — LSD $I \alpha = 0,05$ – n.s.,

* — opis w tekście — description in text.

Tabela 4. Średnica szyjki korzeniowej w mm — średnie dla współdziałania lat x dawka
Diameter of root neck in mm — means for interaction years x dose

	1989/90		1990/91		1991/92	
Dawka N	40	60	40	60	40	60
Średnica szyjki korzeniowej	6,7	6,8	6,1	5,9	6,6	7,0

NIR $II \alpha = 0,05$ – 0,3; — LSD $II \alpha = 0,05$ – 0,3,

* — opis w tekście — description in text.

Tabela 5. Sucha masa w g rozety w różnych fazach rozwoju jesienią — średnie dla czynników
 Drt matter of rosette in different developmental stages in autumn — means for factors

Dawka N [kg/ha] Dose of N [kg/ha]	Sposób i termin aplikacji N* Method and time of N application*					Średnie Means	NIR _{Iα=0,05} LSD _{Iα=0,05}
	a	b	c	d	e		
W fazie 2–3 liści — In 2–3 leaves stage							
40	0,25	0,25	0,24	0,25	0,24	0,25	r.n.
60	0,26	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	n.s.
Średnie – Means	0,26	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	
W fazie 3–4 liści — In 3–4 leaves stage							
40	0,49	0,47	0,49	0,47	0,49	0,48	a – 0,02
60	0,55	0,49	0,50	0,53	0,49	0,51	b – r.n. – n.s.
Średnie – Means	0,52	0,48	0,49	0,50	0,49	0,49	a x b – r.n.
W fazie 4–5 liści — In 4–5 leaves stage							
40	0,95	0,86	0,84	0,89	0,88	0,89	a – 0,04
60	1,04	0,92	0,96	1,00	0,97	0,98	b – 0,07
Średnie – Means	0,99	0,89	0,90	0,94	0,92	0,93	a x b – r.n.
Bezpośrednio przed zahamowaniem wegetacji — Just before inhibition of vegetation							
40	3,31	3,10	2,91	3,12	3,11	3,11	a – 0,027
60	3,48	3,14	3,25	3,14	3,29	3,26	b – r.n. – n.s.
Średnie – Means	3,39	3,12	3,08	3,13	3,20	3,18	a x b – r.n.

* — opis w tekście — description in text,

a — dawka; b — sposób i termin aplikacji azotu; a x b — współdziałanie,

a — dose; b — method and time of N application; a x b — interaction.

Tabela 6. Wysokość roślin zimujących w mm — średnie dla czynników

Height of wintering plants in mm — means for factors

Dawka N [kg/ha] Dose of N [kg/ha]	Sposób i termin aplikacji N* Method and time of N application*					Średnie Means
	a	b	c	d	e	
40	41,5	41,3	39,5	40,7	34,1	39,4
60	43,2	43,3	43,2	43,5	40,6	42,8
Średnie – Means	42,3	42,3	41,3	42,1	39,2	41,4

NIR_{Iα=0,05} dla: dawki – 1,3; sposobu i terminu aplikacji azotu – 2,1;

LSD_{Iα=0,05} for: dose of N – 1.3; method and time of N application – 2.1;

* — opis w tekście — * – description in text.

Tabela 7. Zimowe ubytki roślin w % — średnie dla czynników
Winter killed plants in per cent — means for factors

Dawka N [kg/ha] Dose of N [kg/ha]	Sposób i termin aplikacji N*					Średnie Means
	a	b	c	d	e	
40	15,7	17,6	15,1	16,9	15,4	16,1
60	19,2	19,0	18,9	18,9	17,5	18,7
Średnie – Means	17,4	18,3	17,0	17,9	16,4	17,4

NIR I $\alpha = 0,05$ dla: dawki – 1,7; — LSD I $\alpha = 0,05$ for: dose – 1,7;

* — opis w tekście — description in text.

Tabela 8. Zimowe ubytki roślin w % — średnie dla współdziałania miejscowości x dawka
Winter killed plants in per cent — means for interaction locality x dose of N

	Pawłowice wrocławskie		Przybroda poznańskie		Bałcyny olsztyńskie	
	40	60	40	60	40	60
Dawka N	40	60	40	60	40	60
Ubytki roślin	10,1	11,7	9,3	8,7	28,9	35,7

NIR II $\alpha = 0,05$ dla: dawki – 4,6; — LSD II $\alpha = 0,05$ for: dose – 4,6;

* — opis w tekście — description in text.

Tabela 9. Zimowe ubytki roślin w % — średnie dla współdziałania miejscowości, sposobu i terminu aplikacji azotu

Winter killed plants in per cent — means for interaction locality method and time of N application

Miejscowość	Sposób i termin aplikacji N*				
	a	b	c	d	e
Pawłowice	10,0	12,2	11,3	11,2	9,7
Przybroda	8,3	8,8	8,7	9,3	10,0
Bałcyny	34,1	33,8	31,0	33,2	29,8

NIR II $\alpha = 0,05$ – 3,5; — LSD II $\alpha = 0,05$ – 3,5;

* — opis w tekście — description in text.

Tabela 10. Plon nasion w dt/ha — średnie dla czynników
Seed yield dt/ha — means for factors

Dawka N [kg/ha] Dose of N [kg/ha]	Sposób i termin aplikacji N* Method and time of N application*					Średnie Means
	a	b	c	d	e	
40	45,37	45,04	44,63	45,64	45,39	45,21
60	44,65	45,02	45,05	45,29	44,95	44,99
Średnie – Means	45,01	45,03	44,84	45,47	45,17	45,10

NIR II $\alpha = 0,05$ r.n. — LSD II $\alpha = 0,05$ n.s.; * — opis w tekście — description in text.

Tabela 11. Plon nasion w dt/ha — średnie dla współdziałania lat, miejscowości x dawka
Seed yield dt/ha — means for interaction years x locality x dose

Lata Years	Pawłowice wrocławskie		Przybroda poznaińskie		Bałcyny olsztyńskie	
	40	60	40	60	40	60
	1989/90	39,88	40,28	40,44	41,36	54,90
1990/91	38,50	37,84	49,48	50,26	52,66	52,70
1991/92	31,42	31,34	39,20	38,80	60,46	56,60

NIR II $\alpha = 0,05$ – 1,39 — LSD II $\alpha = 0,05$ – 1,39; * — opis w tekście — description in text.

czyła dwukrotnie wartość 1,5 g podawaną jako krytyczną. Zwiększenie dawki azotu z 40 do 60 kg N spowodowało tylko 5% przyrost suchej masy rozet (statystycznie istotny). Forma i termin aplikacji N nie różnicowały istotnie w tej fazie wartości liczbowych omawianej cechy. Wyniki pozwalają jednak stwierdzić, iż opóźniony azot (e) działał korzystniej (szybciej) niż mocznik zastosowany w formie stałej (c).

Wysokość wyniesienia pąka wierzchołkowego przed zimą była (regularnie) największa w warunkach Bałcyn (zdecydowanie największe sumy opadów w okresie jesieni — tabela 1), a najmniejsza w Pawłowicach (najniższe sumy opadów w okresie jesieni). Zróżnicowanie wysokości roślin rozpoczynających spoczynek na obiektach z dawką N 40 i 60 kg było małe, aczkolwiek regularne i statystycznie istotne (tabela 6). Azot zastosowany w całości przedsięwzięciu (a) oraz w dwóch częściach — przedsięwzięciu i w fazie 3–4 liści (niezależnie od formy nawożenia) — nie różnicował istotnie stopnia wybujałości roślin. Późne nawożenie azotem (4–5 liści) zmniejszało wysokość roślin zimujących, przy czym roztwór mocznika okazał się dla tej cechy korzystniejszy (mniejsze wyniesienie stożka wzrostu).

Stopień wymarzania roślin był bardzo zróżnicowany pomiędzy miejscowościami, w których lokalizowano doświadczenia (Pawłowice — 10,8%, Przybroda — 9,0%, Bałcyny 32,4% ubytków), w mniejszym stopniu między latami badań.

Na dawce wyższej (60 kg) przemarzało średnio o 2,6% roślin więcej niż na dawce 40 kg N na ha (tabela 7). Wyraźne (6,8%) zróżnicowanie między dawkami wystąpiło w Bałcynach (tabela 8). W średnich wartościach z 9 doświadczeń (tabela 7) nie stwierdzono istotnego związku pomiędzy terminem i formą N a przemarzaniem roślin. Średnie dla interakcji miejscowości x sposób i termin aplikacji N dowodzą, że późne stosowanie azotu w roztworze (e) zmniejszyło nawet procent ubytków roślin w stosunku do obiektów, w których całą dawkę aplikowano przedsięwzię (a).

Analiza statystyczna — wg podwyższonego kryterium weryfikacji — wykazała, że zróżnicowanie poziomu i terminu nawożenia rzepaku jesienią nie miało wpływu na wysokość plonu nasion (tabela 10). Średni plon nasion na wyższej jesiennej dawce azotu był o 4,3% niższy (nieistotnie). W analizie współdziałań wykazano, iż spośród 9 doświadczeń, tylko w jednym (tabela 11) uzyskano istotnie wyższy plon na dawce 40 kg N (Bałcyny, 1991/92).

Wnioski

1. Zwiększenie jesiennej dawki azotu z 40 do 60 kg na 1 ha wpływało na lepsze ulistnienie i zwiększenie suchej masy rozet, powodowało jednak wydłużenie epikotyli roślin rozpoczynających spoczynek zimowy i zwiększało ubytki roślin podczas zimy.
2. Podział jesiennej dawki 40 i 60 kg azotu na dwie części — przedsięwzię i pogłówną, stosowaną w stałej formie mocznika, w fazie 3–4 liści — nie różnicował istotnie cech pokroju roślin i ich zimowania w stosunku do dawek zastosowanych w całości przedsięwzię. Opóźnienie drugiej części dawki do fazy 4–5 liści zmniejszało wybujanie roślin bez wpływu na pozostałe cechy pokroju i zimowanie.
3. Podział jesiennej dawki 40 i 60 kg N na dwie części — przedsięwzię i pogłówną stosowaną w formie roztworu mocznika w fazie 3–4 oraz 4–5 liści, wpływał korzystniej od formy stałej mocznika na suchą masę rozet nie zwiększając wybujania, przyspieszał opadanie liści, nie wpływał ujemnie na wymarzenie roślin.
4. Termin i forma aplikowanego jesienią azotu w łącznych dawkach 40 i 60 kg na ha nie wpływały istotnie różnicująco na plon nasion rzepaku ozimego.

Literatura

- Budzyński W., Majkowski K., Horodyski A., Jasińska Z., Muśnicka B., Snarski A. 1985. Wpływ terminu siewu i przedsięwzięj dawki azotu na zimotrwałość i plonowanie odmian rzepaku ozimego. *Biul. IHAR* 156: 113-129.

- Budzyński W. 1986. Studium nad wpływem niektórych czynników agrotechnicznych na zimowanie i plonowanie odmian podwójnie uszlachetnionego rzepaku ozimego. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., Agricultura* 41 B: 1-56.
- Harris P. B. 1980. The effect of autumn and spring applications of nitrogen on the yield of winter oilseed rape on a chalk soil in Southern England. *Expl. Husb.* 36: 20-26.
- Horodyski A. 1962. Przebieg pobierania azotu przez rzepak ozimy w zależności od wysokich dawek nawozów azotowych i pory ich stosowania. *Pam. puł.* 9: 83-142.
- Muśnicki Cz., Jodłowski M. 1986. Wpływ nawożenia azotowego na plonowanie różnych typów odmian rzepaku ozimego. ZP IHAR. Wyniki badań nad rzepakiem. 146-153.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmienionych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. *Rocz. AR w Poznaniu. Rozp. nauk.* 191: 1-142.
- Pieczka B. 1969. O stosowaniu nawozów azotowych pod rzepak ozimy po strączkowych i po kłosowych w przedplonie. *Rocz. Nauk. Roln. A,* 96 (1): 137-150.
- Vasak J., Zukałova H., Fabry A., Kostankova J. 1985. Zdroje ztrat a rezerv pri pestovani ozime repky. *Rostl. Vyroba* 31 (LVIII) 7: 721-731.
- Voskerusa J. 1975. Prispevek k vyuzive ozime repky – vyuziti mocoviny pri hnojeni ozime repky. *Rostl. Vyroba* 21 (XLVIII) 9: 929-935.

Influence of the level and term of autumn nitrogen fertilization on the external conformation, wintering and yield of oilseed rape

The effects of nitrogen doses (40 and 60 kg/ha) on plant characteristics related to wintering and yield were studied in double-low rape. The fertilizer, in a solid form, or as an aqueous solution of urea, was applied at various stages of plant development (before sowing, at the 3–4 leaves stage, 4–5 leaves stage). The analyses were based on 9 field trials conducted in various provinces of Poland (3 field trials in each: Wrocław, Poznań and Olsztyn districts).

Raising the nitrogen dose from 40 to 60 kg/ha had a positive effect on leaf rosettes, however it caused epicotyle elongation in wintering plants. This in turn lead to increased plant losses during winter.

Deviding the autumn nitrogen treatment (40 or 60 kg/ha) into preplant fertilization and top dressing with solid urea (at the 3–4 leaves stage) had not any significant effect on plant external conformation and wintering, as compared to the same doses of nitrogen applied totally in preplant fertilization treatment.

Providing nitrogen as urea solution had a positive effect on plant external conformation. The yield of winter rape seeds was not significantly affected by either the term or the form of autumn nitrogen fertilization.