



RESURSU TAUPOŠAS UN VIDĪ SAUDZĒJOŠAS TEHNOLOĢIJAS MEKLĒJUMI RAPŠA AUDZĒŠANĀ SEEKING OF THE RESOURCE-SAVING AND ENVIRONMENT-SPARING TECHNOLOGIES WITHIN RAPE GROWING

Lilija Borovko

LLU aģentūras Zemkopības zinātniskais institūts
Zemkopības inst. 7, Skrīveri, Aizkraukles raj., Latvija
e-pasts: borovko@inbox.lv

Abstract. *In order to obtain high, qualitative and economically profitable rape yield one needs wholesome and integrated manure, with the aim to ensure the plants' needs for nutritive components and to renovate the soil fertility as well. During 2005 - 2007 there was carried research on the increasing rates of potassic mineral fertilizers $K_0 - K_{160}$ against the background of nitrogen fertilizers N_{80} and N_{80+40} . Using nitrogen fertilizer $80-120 \text{ kg ha}^{-1}$ the obtained yield increase was remarkable indeed: $0.49-1.09 \text{ t ha}^{-1}$. Increased potassium rate $K_{80} - K_{160}$ ensured the yield growth up to $0.17-0.42 \text{ t ha}^{-1}$. The highest oil content $48.22-48.89\%$ was ensured by potassium rate K_{160} . Optimal and economically grounded manure rate is $N_{120}P_{60}K_{80} \text{ kg ha}^{-1}$ with the yield level 2.50 t ha^{-1} and the oil outcome 1086 kg ha^{-1} . In 2007 and 2008 there was carried research on the rates of stick matter AVENTROL (0.7 and 1.0 l ha^{-1}), and its impact on rapeseed yield and quality. In spring rape sowings the yield increase was $0.49-0.78 \text{ t ha}^{-1}$, but in winter rape sowings $-0.72-1.03 \text{ t ha}^{-1}$. The seed humidity, at harvest time, was diminished by $2-6 \%$. The content of oil in seeds increased by $0.52-1.49 \%$. The use of the preparation AVENTROL ensured the net income: $57,7 - 161,7 \text{ EUR ha}^{-1}$.*

Keywords: *mineral fertilizers, oil yield, rape, seed yield, stick matter.*

Ievads

Rapša audzēšana pēc intensīvām tehnoloģijām ir saistīta ar minerālmēslu un augu aizsardzības ķīmisko līdzekļu plašu izmantošanu, kuru nepārdomāta un nesabalansēta lietošana var kaitēt cilvēku veselībai un izraisīt apkārtējās vides piesārņošanu. Eiropas Savienības Nitrātu direktīvās (EEC/91/676) un Labas lauksaimniecības prakses (LLP) nosacījumos tiek norādīts, ka turpmāk ir jāsamazina saimnieciskās darbības negatīvā ietekme uz vidi un jānovērš dabas pamatresursu neracionāla izmantošana. Tas savukārt norāda uz to, ka ir nepieciešams izstrādāt vidi saudzējošu rapša audzēšanas tehnoloģiju, īpašu uzmanību pievēršot mēslošanas un augu aizsardzības līdzekļu pielietojamas samazināšanai. Rietumeiropā ir veikti pētījumi par slāpekļa minerālmēslu devu ietekmi uz rapša ražu un kvalitāti [1,2,3]. Iegūtie dati par kālija un slāpekļa mijiedarbības ietekmi uz vasaras rapša ražu un tās kvalitāti ir pretrunīgi [4,5,6,7]. Pēdējos gados arī Latvijā ir veikti pētījumi par minerālmēslu normu ietekmi uz vasaras rapša ražu un kvalitāti [8].

Lauksaimniekiem trūkst informācijas par Latvijai piemērotām resursus taupošām rapša audzēšanas tehnoloģijām, lai samazinātu negatīvu ietekmi uz vidi un vienlaikus nodrošinātu ekonomiski un ekoloģiski pamatotu kvalitatīvu produkcijas iznākumu. Svarīga rezerve rapša kopražas ieguvei ir ne tikai ražas palielināšana, bet arī ražas zudumu samazināšana novākšanas laikā. Svarīgs uzdevums ir panākt, lai sēklas pirms laika neizbirtu no pāksteņiem zemē. Ražas zaudējumi var sastādīt 20-30% un vairāk atkarībā no klimatiskajiem apstākļiem [9]. Mūsu mērķis bija izpētīt dabiskas līpvielas *Aventrol* pielietojamas iespējas pāksteņu aizsardzībai pret sēklu izbiršanu rapša sējumos.

Materiāli un metodes

Rapša audzēšanas tehnoloģijas pilnveidošanai Zemkopības zinātniskajā institūtā Skrīveros 2005.-2007.gadā veikti lauka izmēģinājumi, lai noskaidrotu slāpekļa un kālija mēslojuma devu ietekmi uz vasaras rapša hibrīda 'Terra' ražību un produkcijas kvalitāti. Izmēģinājums iekārtots velēnu vāji

podzolētā un vidēji iekultivētā mālsmilts augsnē. Augsnes reakcija $pH_{KCl} - 6,0-6,2$, $P_2O_5 - 262-318 \text{ mg kg}^{-1}$, $K_2O - 157-163 \text{ mg kg}^{-1}$, $Ca - 980-1320 \text{ mg kg}^{-1}$, $Mg - 144-168 \text{ mg kg}^{-1}$, organiskās vielas – 2,7-3,5% un kopslāpekļa saturs – 0,12-0,17%. Tika pētītas kālija minerālmēsļu pieaugošās normas K_0 , K_{80} , K_{120} , K_{160} uz diviem slāpekļa mēslojuma foniem N_{80} un N_{80+40} , kā arī paaugstināta kālija norma (K_{200}) N_{120} fonā. Fosfora mēslojuma norma visos variantos – $60 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$. Mēslojums iestrādāts augsnē pirms sējas. Slāpekļlis N_{40} papildmēslojumā dots rapša 2-3 lapu fāzē. Izmēģinājumā pielietoti minerālmēsli: amonija nitrāts, vienkāršais superfosfāts un kālija hlorīds. Izmēģinājums iekārtots rendomizēti 4 atkārtojumos. Viena lauciņa uzskaites platība – $22,5 \text{ m}^2$. 2007.-2008.gadā veikti lauka izmēģinājumi, lai noskaidrotu preparāta ‘Aventrol’ ietekmi uz ziemas rapša hibrīda ‘Banjo’ un vasaras rapša hibrīda ‘Terra’ sēkļu ražu un kvalitāti. Tika pārbaudītas divas devas – 0,7 un $1,0 \text{ l ha}^{-1}$, salīdzinot ar kontroli (bez apstrādes). Preparātu lietoja, kad lielākajai daļai augu pāksteņu krāsa sāka mainīties no tumši zaļas uz gaiši zaļu (3 nedēļas pirms ražas novākšanas).

Sēkļu ražas noteikšanai izmanto formulu:

$$x = \frac{a(100-B_1)}{100-B_2} \quad (1)$$

kur

x – sēkļu raža pie standarta (8 %) mitrums, $t \text{ ha}^{-1}$;

a – sēkļu raža pie novākšanas, $t \text{ ha}^{-1}$;

B_1 – faktiskais mitrums, %;

B_2 – standarta mitrums, %.

Sēkļu ķīmiskās analīzes nosaka pēc šādām metodēm:

- koptauki – ekstrahējot ar šķīdinātāju BR-2;
- kopproteīni – fotometriski.

Eļļas iznākumu no hektāra nosaka pēc formulas:

$$A = Y \times K \times \check{Z}, \quad (2)$$

kur

A – eļļas iznākums, kg ha^{-1} ;

Y – sēkļu raža, kg ha^{-1} ;

K – sausnas koeficients;

\check{Z} – tauku saturs, %.

Sēkļu ražas datu matemātiskā apstrādē izmantota vienfaktora dispersijas analīzes metode ar *MS Excel ANOVA* programmu [10].

Rezultāti un diskusija

Kultūraugu ražas palielināšanai tradicionāli visā pasaulē īpašu vērību pievērš barības vielu režīma regulēšanas jautājumiem pie minimāla piesārņojuma riska līmeņa, kas nepieciešams ilgtspējīgas lauksaimniecības normatīvu un tehnoloģiju izstrādei.

Viens no svarīgākajiem vasaras rapša audzēšanas tehnoloģijas agrotehniskajiem parametriem ir slāpekļa mēslojuma devu noteikšana.

Izmēģinājumā veiktie pētījumi rāda, ka slāpekļa mēslojuma devas ietekmē rapša attīstību. Palielinot slāpekļa devu, palielinājās auga garums, pieauga veģetatīvā masa, veidojās jauni sānu zari, kuru ziedēšana un nevienmērīgā nogatavošanās ietekmēja veģetācijas periodu. Slāpekļa mēslojuma normas N_{80} un N_{120} (P_{60} fonā) nodrošināja būtisku rapša sēkļu ražas pieaugumu – 0,49 un $1,09 \text{ t ha}^{-1}$ ($RS_{0,05} = 0,12 \text{ t ha}^{-1}$) salīdzinājumā ar kontroli ($N_0P_0K_0$). Palielinot kālija normu no K_{80} līdz K_{160} ($N_{80}P_{60}$ fonā), iegūts ražas pieaugums $0,66-0,91 \text{ t ha}^{-1}$, bet $N_{120}P_{60}$ fonā – $1,23-1,33 \text{ t ha}^{-1}$, salīdzinot ar kontroli (1.tabula).

NPK mēslojuma ietekme uz vasaras rapša ražu un tās kvalitāti (2005-2007)

Varianti	Sēklu raža, $t ha^{-1}$	Ražas pieaugums, $t ha^{-1}$	Ražas pieaugums, $kg no 1 kg NPK$	Eļļas iznākums, $kg ha^{-1}$	Kop-proteīns, %	Koptauki, %
1. $N_0P_0K_0$	1,27	-	-	551	21,20	47,18
2. $N_{80}P_{60}K_0$	1,76	0,49	3,5	777	21,58	47,98
3. $N_{80}P_{60}K_{80}$	1,93	0,66	3,0	855	21,12	48,13
4. $N_{80}P_{60}K_{120}$	2,02	0,75	2,9	900	21,21	48,45
5. $N_{80}P_{60}K_{160}$	2,18	0,91	3,0	981	21,28	48,89
6. $N_{120}P_{60}K_0$	2,36	1,09	6,1	1017	23,12	46,82
7. $N_{120}P_{60}K_{80}$	2,50	1,23	4,7	1086	22,58	47,23
8. $N_{120}P_{60}K_{120}$	2,59	1,32	4,4	1139	22,79	47,80
9. $N_{120}P_{60}K_{160}$	2,60	1,33	3,9	1153	22,89	48,22
10. $N_{120}P_{60}K_{200}$	2,58	1,31	3,4	1127	22,75	47,46
RS _{0,05}	0,12			134,02		

Izmēģinājuma rezultāti rāda, ka kālija mēslojums būtiski palielināja vasaras rapša sēklu ražu un nodrošināja ražas pieaugumu $0,17-0,42 t ha^{-1}$. Vislielākā sēklu raža – $2,60 t ha^{-1}$ – un eļļas iznākums – $1153 kg ha^{-1}$ – iegūts variantā $N_{120}P_{60}K_{160}$. Optimāla un ekonomiski pamatota ir mēslojuma norma $N_{120}P_{60}K_{80} kg ha^{-1}$ pie ražas līmeņa $2,50 t ha^{-1}$ un eļļas iznākuma – $1086 kg ha^{-1}$. Pielietojot NPK mēslojumu, vasaras rapša sējumos koptauku saturs sēklās atkarībā no pielietotās mēslojuma devas bija $47,98-48,89\%$, salīdzinot ar kontroli – $47,18\%$. Uz slāpekļa un fosfora fona $N_{80}P_{60}$ un $N_{120}P_{60}$ augstāku koptauku saturu – $48,89\%$ un $48,22\%$ – nodrošināja K_{160} norma. Slāpekļa un fosfora mēslojuma $N_{80}P_{60}$ ietekmē eļļas iznākums palielinājās par $226 kg ha^{-1}$, bet $N_{120}P_{60}$ – par $466 kg ha^{-1}$, salīdzinot ar kontroli. Kālija mēslojums $80-160 kg ha^{-1}$ $N_{80}P_{60}$ fonā nodrošināja $78-204 kg ha^{-1}$ eļļas iznākuma pieaugumu, bet $N_{120}P_{60}$ fonā – $63-136 kg ha^{-1}$. Izmēģinājuma rezultāti rāda, ka lielāka efektivitāte kālija mēslojumam bija zemākā slāpekļa fonā.

2.tabula

Preparāta Aventrol pielietošanas ietekme uz vasaras rapša ražu un tās kvalitāti (2007-2008)

Varianti	Preparāta deva, $l ha^{-1}$	Sēklu raža, $t ha^{-1}$	Ražas pieaugums, $t ha^{-1}$	Eļļas iznākums, $kg ha^{-1}$	Kop-proteīns, %	Koptauki, %
Vasaras rapšis						
Kontrole	Bez apstrādes	2,43	-	992	22,64	44,38
Aventrol	0,7	2,92	0,49	1206	22,04	44,90
Aventrol	1,0	3,21	0,78	1384	21,21	45,87
RS _{0,05}		0,24				
Ziemas rapšis						
Kontrole	Bez apstrādes	3,60	-	1740	14,96	52,53
Aventrol	0,7	4,32	0,72	2112	14,83	53,15
Aventrol	1,0	4,63	1,03	2277	14,46	53,46
RS _{0,05}			0,21			

Izmēģinājumā iegūtie rezultāti rāda, ka līpvielas Aventrol pielietošana ar mērķi aizsargāt pāksteņus pret sēklu izbiršanu bija ļoti efektīva. Visaugstākā sēklu raža vasaras rapša hibrīda 'Terra' sējumos – $3,21 t ha^{-1}$ – iegūta, pielietojot $1,0 l ha^{-1}$ Aventrol devu. Sēklu ražas pieaugums sastādīja $0,78 t ha^{-1}$ jeb $32,1\%$, kas ir būtiski, salīdzinot ar kontroli (2.tabula).

Rapša sējumu apstrāde, pielietojot 0,7 l ha⁻¹ *Aventrol*, arī nodrošināja būtisku ražas pieaugumu – 0,49 t ha⁻¹ jeb 20,2%, salīdzinot ar kontroli. Sēklu mitrums ražas novākšanas laikā samazinājās par 4-6%. Pie apstrādes devas 0,7 l ha⁻¹ sēklu mitrums bija 16%, pie devas 1,0 l ha⁻¹ – 14,0%, kontroles variantā (bez apstrādes) – 20 %.

Ziemas rapša sējumos sēklu ražas pieaugums sastādīja 0,72-1,03 t ha⁻¹ atkarībā no preparāta devas. Sēklu mitrums ražas novākšanas laikā samazinājās par 2-4%. Preparāta *Aventrol* pielietošana nodrošināja vasaras rapša 1000 sēklu masas pieaugumu par 10% un ziemas rapša par 5-7%.

Līpvielas *Aventrol* pielietošana ietekmēja rapša sēklu ķīmisko sastāvu. Kopproteīna saturs vasaras rapša sēklās samazinājās par 0,6-1,43%, bet koptauku saturs palielinājās par 0,52-1,49%. Ziemas rapša sēklās kopproteīna saturs samazinājās par 0,13-0,5%, bet koptauku saturs palielinājās par 0,62-0,93%. Vislielākais eļļas iznākums – 1384 un 2277 kg ha⁻¹ – vasaras un ziemas rapša sējumos iegūts tur, kur apstrādes deva bija 1,0 l ha⁻¹.

Lauka izmēģinājumi rāda, ka preparāta *Aventrol* pielietošana, lai samazinātu ražas zaudējumus, ir ekonomiski efektīva (3.tabula).

3.tabula

Preparāta *Aventrol* lietošanas ekonomiskā efektivitāte rapša sējumos

<i>Prerapāta deva, l ha⁻¹</i>	<i>Ražas pieaugums, t ha⁻¹</i>	<i>Bruto peļņa, EUR</i>	<i>Izdevumi uz 1 ha, EUR</i>	<i>Neto ieņēmumi, EUR</i>	<i>Rentabilitāte, %</i>
Vasaras rapsis					
0,7	0,49	122,5	64,8	57,7	47,10
1,0	0,78	195,0	80,6	114,4	58,67
Ziemas rapsis					
0,7	0,72	180,0	83,0	97,0	53,89
1,0	1,03	257,5	95,8	161,7	62,80

Izmaksas:

- *Aventrol* - 23,0 EUR l⁻¹;
- preparāta izsmidzināšana – 10,0 EUR ha⁻¹;
- sēklu kaltēšana - 9,0 EUR / t⁻¹ %;
- sēklu tīrīšana – 7,0 EUR t ha⁻¹;
- sēklu iepirkuma cena – 250,0 EUR t⁻¹.

Ekonomiskie aprēķini rāda, ka preparāta *Aventrol* pielietošana vasaras rapša sējumos deva ieņēmumus 57,7-114,4 EUR ha⁻¹, un ziemas rapša sējumos – 97,0-161,7 EUR ha⁻¹. Visaugstākā rentabilitāte – 58,67-62,80% – iegūta, pielietojot līpvielas *Aventrol* devu – 1,0 l ha⁻¹.

Secinājumi

Slāpekļa mēslojums 80-120 kg ha⁻¹ būtiski ietekmēja vasaras rapša sēklu ražu un nodrošināja sēklu ražas pieaugumu 0,49-1,09 t ha⁻¹. Kālija normas paaugstināšana K₈₀ - K₁₆₀ nodrošināja ražas pieaugumu 0,24–0,42 t ha⁻¹. Augstāko koptauku saturu – 48,22-48,89% – nodrošināja K₁₆₀ norma. Optimāla un ekonomiski pamatota mēslojuma norma ir N₁₂₀P₆₀K₈₀ kg ha⁻¹ pie ražas līmeņa 2,50 t ha⁻¹ un eļļas iznākuma 1086 kg ha⁻¹.

Līpvielas *Aventrol* lietošana sējumos rapša nogatavošanas laikā nodrošināja ražas pieaugumu 0,49-1,03 t ha⁻¹ un deva tīro ieņēmumu 57,7-161,7 EUR ha⁻¹. *Aventrol* pielietošana pozitīvi ietekmēja koptauku uzkrāšanos sēklās. Vislielāko eļļas iznākumu – 1384-2277 kg ha⁻¹ – vasaras un ziemas rapša sējumos nodrošināja deva 1 l ha⁻¹.

Summary

The field trials were aimed at both determining the role played by nitrogen and potassium fertilizers in the increase of the spring oilseed rape seed yields and seed quality, and finding

optimal nitrogen and potassium nutrition for the purpose of use of oilseed rape biological potential. Field trials was carried out on soddy - podzolic sandy clay pH- 6.0, organic matter content 27 g kg⁻¹ (method of Turin), P₂O₅ content (high) 262 mg kg⁻¹, K₂O content (medium) 157 mg kg⁻¹ (DL method). Prior to sowing the spring oilseed rape `Terra`. The effect of growing rates of potassium fertilizer (K₀; K₈₀; K₁₂₀; K₁₆₀) upon the yield and quality of spring rape was tested at two nitrogen levels (N₈₀ and N₈₀₊₄₀).

The results of 2005-2007 show that nitrogen and potassium fertilizers on background P₆₀ provided the seed yield 1,93 - 2,60 t ha⁻¹. Introduction of nitrogen 80-120 kg ha⁻¹ resulted the yield increase 0,49-1,09 t ha⁻¹. The increase of seed yields is significant in comparison with the control (N₀P₀K₀). On nitrogen and phosphorus background N₈₀P₆₀, when increasing the norms of potassium from K₈₀ to K₁₆₀ there was obtained essential yield increase – 0,66-0,91 t ha⁻¹ in comparison with control, but in comparison with the treatment N₈₀P₆₀K₀ the highest yield increase – 0,42 t ha⁻¹ was ensured by the K₁₆₀ norm. On the background of N₁₂₀P₆₀ the changes within the variants were not essential, but in comparison with control there was obtained the yield increase - 1,23-1,33 t ha⁻¹.

Applying NK fertilizer within spring rape sowings the oil content within seed depending on the applied fertilizer norm was 46,82-48,89 % and protein content – 21,12-23,12 %. On the backgrounds of nitrogen and phosphorus N₈₀P₆₀ and N₁₂₀P₆₀ higher oil content 48,89% and 48,22% was ensured by K₁₆₀ norm.

The results of three-year field trials show that the introduction of nitrogen and potassium fertilizers at the rate from N₈₀K₈₀₋₁₆₀ to N₁₂₀K₈₀₋₁₆₀ kg ha⁻¹ considerably increases the harvest of spring oilseed rape. The better treatment was N₁₂₀P₆₀K₁₆₀, what ensured average yield - 2,60 t ha⁻¹ and yields of oil – 1153 kg ha⁻¹.

Literatūra

1. Feger G., Orlovius K. Wichtige Nahrstoffe fur den Raps. Ratgeber fur die Landwirtschaft 10, 1995. 19 p.
2. Fruchtenicht K., Heyn J., at al. Pflanzenernahrung und Dungung. In: Faustzahlen fur Landwirtschaft und Gartenbau. Hydro Agri Duhnen GmbH. Landwirtschaftsverlag Munster-Hiltrup. 12 Aufl., 1993. 254-275.p.
3. Sturm H., Bucher A., at al. Gezielter dungen. Integriert wirtschaftlich, umweltgerecht 3. uberarb. Aufl. Frankfurt: DLG-Verlag, Verlags-Union Agrar, 1994. 471 p.
4. Schroder G. Raps hat hohe Anspruche. Neue Landwirtschaft., 7, 1992. 43-45.p.
5. Шпаар Д., и др. Рапс. Минск, 1999. 204 с.
6. Шпаар Д., и др. Яровые масличные культуры. Минск, 1999. 283 с.
7. Савенков В.П. Роль минеральных удобрений в повышении урожайности и качества семян ярового рапса. В кн. Артемова И.В. Научное обеспечение отрасли рапсососяния и пути реализации биологического потенциала рапса. Липецк, 2000. 110-113.с.
8. Borovko L. Minerālmēslu, augšanas regulatoru un fungicīdu maisījumu ietekme uz vasaras rapša `Olga` ražu un tās kvalitāti. Zemkopības zinātnei – 60. Skrīveri, 2006. 191.-201.lpp.
9. Пилюк Я. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания). Минск, 2007. 239 с.
10. Arhipova I., Bāliņa S. Statistika ekonomikā. Datorzinību Centrs, 2003. 349 lpp.