

**RAPŠA SĒKĻU APSTRĀDES AR FOSFORU IETEKME
UZ DĪGŠANU, FOTOSINTĒZES PIGMENTU
DAUDZUMU UN RAŽU
PHOSPHOROUS SEED COATING AFFECT TO GERMINATION,
PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND YIELD OF RAPE**

V.STRAMKALE

Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs / Scientific centre of agriculture of Latgale
LLZC, Jaunviļāni, Rēzeknes raj.
Tālr.: + 371 4628140, + 371 9465004, e-pasts: aldisstr@apollo.lv

K.JUKĀMA, A.STALAŽS, M.VIKMANE, U.KONDRATOVIČS

Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte / Faculty of Biology, University of Latvia
Kronvalda bulvāris 4, Rīga, LV-1586
Tālr.: + 371 7034864, + 371 9364133, e-pasts: mara.vikmane@lu.lv

Abstract. Rape (*Brassica napus* L. var. *napus*) is long ago-known vegetable of Brassicaceae in agriculture. It is important and valuable oil, forage, green-fertiliser and nectar plant. The experience of last years shows that rape is suitable for growing in conditions of Latvia, but investigations about its cultivars and growing technologies are not wide enough.

The phosphorus-fertilizer adding in the rape plantations is of great importance for increasing of its productivity. With the aim to reduce the expenses the phosphorus treated rape seeds are made use.

In our investigations the velocity of seeds germination, germinating viability, germinating vigour, green pigments" quantity in seed-lobes and seeds" corp are studied. The conclusion is drawn that phosphorus treated seeds are of elevated physiological activity and elevated quantity of chlorophyll in seed-lobes, the seed-corp is increased for 3-70%. The velocity of the seeds" germination, germinating ability and germinating viability is increased too.

The making use of phosphorus treated seeds is of great effectiveness because it gives the possibility to prevent phosphorus-lack in plants and to increase physiological activity and productivity of plants.

Key words: spring rape, mineral nutrition, seed germination, pigments of green plastids, yield.

Ievads

Rapsis (*Brassica napus* L. var. *napus*) ir piemērots mērenā klimata joslai. Tas ir sens un nozīmīgs kāpostu dzimtas (*Brassicaceae*) kultūraugs. Rapsis ir audzējams relatīvi zemās temperatūrās, un tā attīstībai nepieciešams ievērojami mazāk siltuma nekā citiem eļļas augiem. Pieprasījums pēc rapša arvien pieaug, jo palielinās tā izmantošanas iespējas. No rapša sēklām iegūst augstvērtīgu pārtikas eļļu, bet tā spraukumi ir laba, olbaltumvielām bagāta lopbarība. Papildus rapsi izmanto zaļmēslojumam un kā nektāraugu. Latvijā uzsākta rapša eļļas izmantošana biodīzeļdegvielas ražošanā.

Pēdējo gadu pieredze rāda, ka rapsis ir piemērots audzēšanai Latvijā [1; 2; 3; 4; 5]. Rapša audzēšanas pamatnosacījumi nemainās, bet strauji mainās audzēšanas iespējas. Tās galvenokārt saistītas ar jaunu rapša šķirņu un audzēšanas tehnoloģiju ienākšanu Latvijā. Jaunās šķirnes ir ar iespējami augstāku ražību, tās ir prasīgākas pret audzēšanas apstākļiem, īpaši pret mēslojumu. Liela nozīme rapša ražības un tās kvalitātes paaugstināšanā ir fosfora mēslojumam. Fosfors augam ir ļoti nozīmīgs elements, jo tas ir tādu katrai dzīvai šūnai būtisku komponentu kā nukleīnskābju, fosfolipīdu un adenozintrifosfāta (ATP) sastāvā. Fosfors ir gan dezoksiribonukleīnskābes (DNS) kā ģenētiskās informācijas nesēja, gan ribonukleīnskābes (RNS) kā ģenētiskās informācijas realizētāja sastāvā. Nepārvērtējama ir fosfora savienojumu nozīme šūnu enerģētiskajā metabolismā. Fotosintēzes un elpošanas gaita saistīta ar ATP veidošanos. ATP, nododot fosfātu grupu citam savienojumam, to aktivē. Neorganiskajiem fosfātiem augu šūnā ir ļoti liela regulējoša loma. Neorganiskais fosfors kontrolē fermentatīvas reakcijas kā arī piedalās

metabolisma ceļu regulācijā, ietekmē fotosintēzes produktu pārvietošanos, cietes sintēzi un uzkrāšanos [6; 7; 8].

Fosfors ir otrais makroelements pēc slāpekļa, kura visbiežāk trūkst augsnē. Kopējais fosfora daudzums augsnē var būt liels, bet svarīgs ir augiem uzņemamā un pieejamā fosfora daudzums. Fosfors augsnē ir gan organisko, gan minerālsavienojumu veidā. Augsnes organiskos savienojumus mineralizē augsnes mikroorganismi, veidojot fosfātus. Augsnes minerālie savienojumi ir ļoti daudzveidīgi, diemžēl lielākā daļa augsnes neorganiskā fosfora ir nešķīstošu savienojumu veidā, kas augiem ir grūti uzņemami. Šo apstākļu dēļ aramzemē kultūraugiem pieejamais fosfora daudzums ir nepietiekams un, lai iegūtu labu ražu, lieto minerālmēslus. Tomēr sezonā no ienestā fosfora mēslojuma ap 80% kļūst augiem nepieejams, jo absorbējas uz augsnes daļiņām, veido nešķīstošus sāļus vai mikroorganismu darbības rezultātā pārvēršas organiskos savienojumos [9]. Fosfora trūkums ierobežo mikroelementu uzņemšanu [7].

Tāpēc minerālmēslu izmantošanai rapša mēslošanā ir jābūt pēc iespējas racionālākai, jo mēslojuma izmaksas ir lielas, kā arī jāsamazina minerālmēslu pielietošanas negatīvās sekas vidē. Viena no tādām pieejām, kas atļauj samazināt minerālmēslu pielietošanu, ir speciāli ar fosforu apstrādātu sēklu izmantošana. Ar fosforu apstrādāto sēklu pielietošana ir videi draudzīga tehnoloģija, uzlabo minerālmēslu izmantošanu, nepiesārņojot vidi [10], jo saistvielu kapsulā fosfors ir augiem viegli uzņemamā formā [11, 12].

Darba mērķis: noskaidrot, kā sēklu apstrāde ar fosforu ietekmē rapša sēklu dīgšanu, zaļo plastīdu pigmentu daudzumu dīgļlapās, kā arī sēklu ražu.

Materiāli un metodes

Veģētācijas un lauka izmēģinājumos (2002. un 2003. g.) izmantota rapša šķirne „Mozart”. Tā ir augstražīga, vidēji agrīna vasaras 00 šķirne ar ļoti labiem kvalitātes rādītājiem, īpaši augstu eļļas saturu. „Mozart” ir izturīga pret krustziežu sauso puvi *Phoma lingam* un gaišplankumainību *Cylindrosporium concentricum*. Šķirnei ir augsta veldres izturība [4].

Eksperimentos izmantotas šķirnes „Mozart” sēklas, kuras apstrādātas ar pulverveida fosfora mēslojumu, kas nostiprināts pie sēklām ar saistvielu. Apstrādes metodes (iSeed™) patents pieder Somijas firmai “Kemira Grow How”, bet saistvielu sastāva patents – “Kemira Grow How” un “Fortum Oil and Gas”.

Pētījumos izmantotas gan sēklas, kas apstrādātas ar fosforu, gan sēklas, kas iegūtas audzējot augus no ar fosforu apstrādātām sēklām. Tādejādi skaidrojot, vai apstrādes ar fosforu ietekme izpaužas arī nākamajā paaudzē.

Veģētācijas izmēģinājumos sēklas diedzētas +20°C temperatūrā. Sēklas ievietotas starp filtrpapīra ripām Petri traukos un novietotas tumsā. Lai sēklas neiežūtu, katra Petri trauka filtrpapīra ripa ar filtrpapīra tiltiņu savienota ar destilēta ūdens trauku. Ūdens iztvaikošanu ierobežo Petri traukam uzlikts vāciņš, atstājot spraugu gaisa ventilācijai. Sēklu dīgšana noteikta ik pēc 12 stundām. Atkārtojumu skaits – 5. Katrā atkārtojumā 100 sēklas. Pēc dīgļlapu parādīšanās Petri traukus eksponē gaismā, lai noteiktu zaļo plastīdu pigmentus.

Veģētācijas izmēģinājumos noteica:

1. Rapšu sēklu dīgšanas ātrumu, dīgtspēju un dīgšanas enerģiju [13, 14]. Dīgtspēju izsaka procentos, normāli sadīgušo sēklu skaitu attiecinot pret kopējo dīgtspējas analīzē iekļauto sēklu skaitu. Sēklu dīgšanas enerģiju nosaka dīgtspējas analīzes laikā, uzskaitot normāli sadīgušās sēklas visintensīvāk dīgstošajā laikā (1/3 vai 1/2 no dīgšanas perioda). To aprēķina procentos, sadīgušo sēklu skaitu dalot ar vispār sadīgušo sēklu skaitu attiecīgajā variantā [13].

2. zaļo plastīdu pigmentu daudzumu dīgļlapās – spektrofotometriski kopējā pigmentu acetona izvilkumā, nosakot šķīdumu optisko blīvumu (D) gaismas viļņu garumos, kas atbilst hlorofila a, hlorofila b un karotinoīdu absorbcijas maksimumiem.

Pigmentu koncentrāciju (C - $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) aprēķina pēc formulām [15]:

$$C_{\text{hla}} = 9,784 D_{662} - 0,990 D_{644}$$

$$C_{\text{h1b}} = 21,426 D_{644} - 4,650 D_{662}$$

$$C_{\text{k}} = 4,695 D_{440,5} - 0,268 C_{\text{a}} + C_{\text{b}}$$

Lauka izmēģinājumus (2003.g.) ierīko pēc randomizēto bloku metodes 4 atkārtojumos. Laučiņa kopējā platība $2\text{ m} \times 10\text{ m} = 20\text{ m}^2$. Uzskaites platība $1.6\text{ m} \times 10\text{ m} = 16\text{ m}^2$. Izolācija starp lauciņiem 0.4 m, starp atkārtojumiem 0.5 m. Izmēģinājumu kopējā platība 1259 m^2 . Augsnes tips: podzolēta glejaugsne. Organiskās vielas saturs augsnē – 38 g kg^{-1} , $\text{pH}_{\text{KCl}} - 7.3$, $\text{P} - 36.2\text{ mg kg}^{-1}$, $\text{K} - 75.6\text{ mg kg}^{-1}$. Priekšaugš – melnā papuve, pamatmēslojumā “*Kemira Grow How*” kompleksais minerālmēslojums 18:9:9, papildmēslojumā lietots amonija nitrāts (devas saskaņā ar metodiku).

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums (2003.g.). Maija otrajā un trešajā dekādē silts un mitrs. Pietiekošais mitruma daudzums labvēlīgi ietekmēja rapša sēklu dīgšanu. Jūnijs – sauss un karsts. Jūlijā – nokrišņu daudzums 1.4 reizes pārsniedza normu. Ražas novākšanas periodā, augusta trešajā dekādē, nokrišņu daudzums 4.2 reizes pārsniedza normu, kas negatīvi ietekmēja ražas novākšanu.

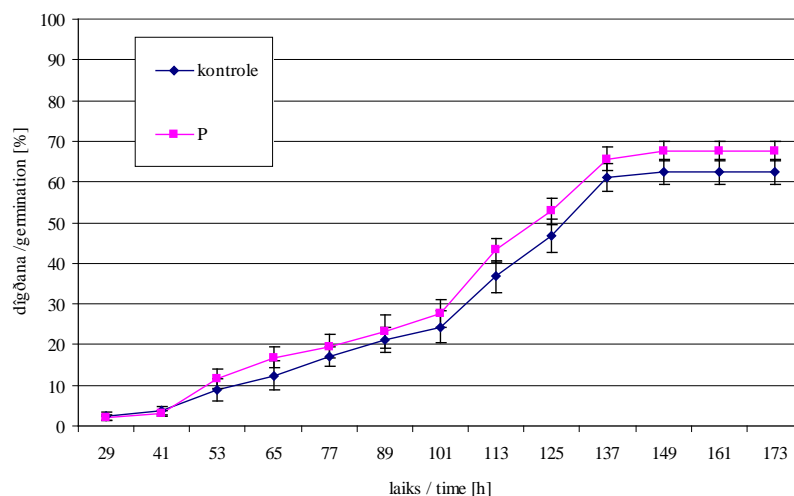
Lauka izmēģinājumos noteikta rapša sēklu raža. Rapsis novākts atbilstoši sēklu gatavībai ar kombainu *Sampo-130*. A/S Rēzeknes Dzirnavnīeks laboratorijā ar *Infratex 1241* noteikts kopējais eļļas saturs sēklās.

Datu matemātiskā apstrāde (vidējo aritmētisko, reprezentācijas kļūdas, robežstarpības aprēķini) un attēlu izveide veikta ar datorprogrammu *MS Excel*.

Rezultāti un to izvērtējums

Sēklu dīgšanas procesa norise ir saistīta ar sēklu kvalitāti [16; 13; 17]. Sēklu kvalitāti visbiežāk novērtē, nosakot to fizioloģiskās īpašības – dīgšanas ātrumu, dīgtspēju, dīgšanas enerģiju.

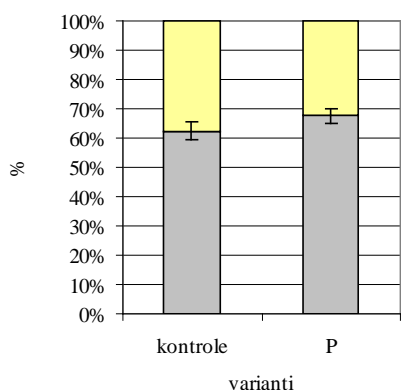
Ar fosforu apstrādātu sēklu dīgšana. Sēklu dīgšanas sākumā vienlīdz intensīvi dīgst gan kontroles varianta, gan ar fosforu apstrādātās sēklas. Jau sestajā stundā pēc sēklu sadīgšanas, ar fosforu apstrādātās sēklas, pēc dīgšanas ātruma, par 3 % pārsniedz kontroles varianta sēklas. Ar fosforu apstrādāto sēklu lielāku dīgšanas ātrumu konstatējam visā eksperimenta gaitā (1.attēls).



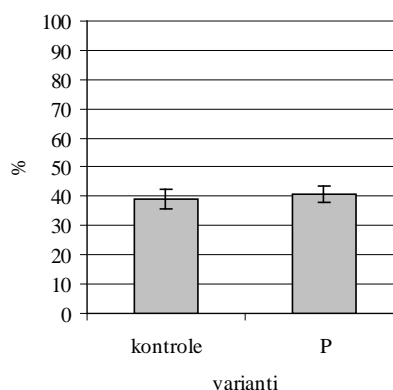
1.attēls. Rapša šķirnes „Mozart” sēklu dīgšana
Fig. 1. Germination of the rape „Mozart” seeds

Iespējams, ka mūsu eksperimentā, jau 35. stundā pēc ar fosforu apstrādāto sēklu sadīgšanas, fosfora anjoni ir nonākuši sēklās. Seko intensīva ūdens uzņemšana un sēklu dīgšana notiek straujāk. Literatūrā ir norādes, ka palielinoties osmotiski aktīvo vielu koncentrācijai augu dzīvajās šūnās, tās intensīvāk saista ūdeni [18; 6].

Sēklu dīgtspēju un dīgšanas enerģiju apstrāde ar fosforu nav būtiski ietekmējusi (2., 3.attēls).



2.attēls. Rapša šķirnes „Mozart” sēklu dīgtspēja
Fig. 2. Germination viability of the rape „Mozart” seeds

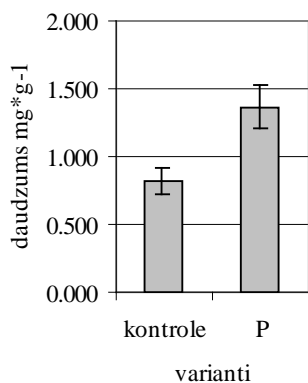


3.attēls. Rapša šķirnes „Mozart” sēklu dīgšanas enerģija
Fig. 3. Germination vigour of the rape „Mozart” seeds

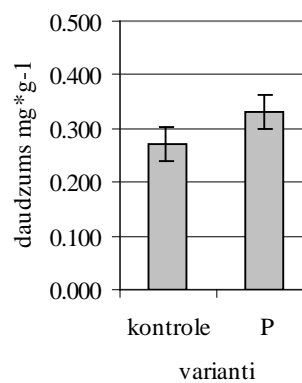
Kaut gan ar fosforu apstrādāto sēklu dīgtspēja ir par 6 %, dīgšanas enerģija par 2 % lielāka, nekā kontroles varianta sēklām, atšķirības ir kļūdu robežās.

Zaļo plastīdu pigmenti. Septītajā dienā, pēc sēklu sadīgšanas, ar fosforu apstrādāto sēklu dīgļlapās hlorofila a un hlorofila b summa ir par 43 % lielāka, nekā kontroles varianta sēklu dīgļlapās. Dīgļlapās palielinās arī karotinoīdu daudzums (4., 5 attēls).

Dažu autoru darbos ir norādes par pozitīvu korelāciju starp hlorofila daudzumu un fotosintēzes intensitāti [19; 20; 21]. Iespējams, ka fosfora apstrādes ietekmē dīgstos fotosintēze notiek intensīvāk un veidojas vairāk enerģētisko un plastisko vielu.

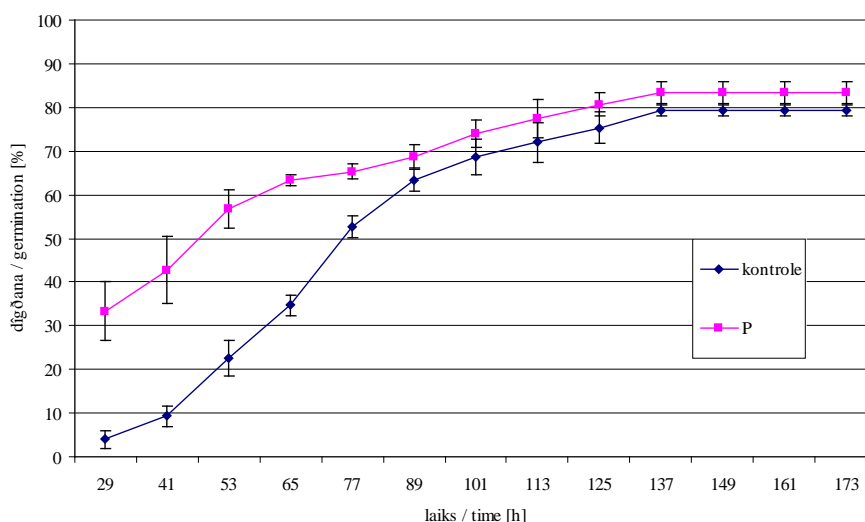


4.attēls. Rapša šķirnes „Mozart” sēklu apstrādes ar fosforu ietekme uz hlorofila a+b daudzumu dīgļlapās
Fig. 4. The total amount of chlorophylls a+b in flax cotyledons from the phosphorus treated rape „Mozart” seeds



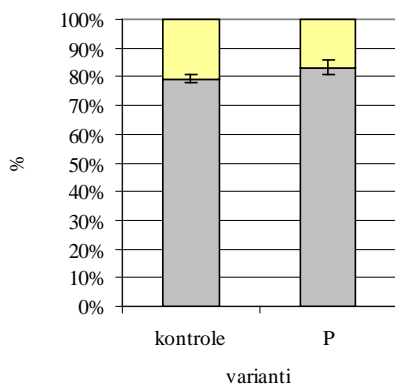
5.attēls. Rapša šķirnes „Mozart” sēklu apstrādes ar fosforu ietekme uz karotinoīdu daudzumu dīgļlapās
Fig. 5. The total amount of carotenoid in flax cotyledons from the phosphorus treated rape „Mozart” seeds

Sēklu apstrādes ar fosforu pēcietekme uz nākamās paaudzes sēklu dīgšanu. Otrajā paaudzē sēklām (2003. gada sēklu raža, kas iegūta audzējot augus no ar fosforu apstrādātām sēklām) ir ievērojami intensīvāka dīgšana, nekā kontroles varianta sēklām. Vislielākās atšķirības starp variantiem ir sēklu dīgšanas sākumā (6.attēls).

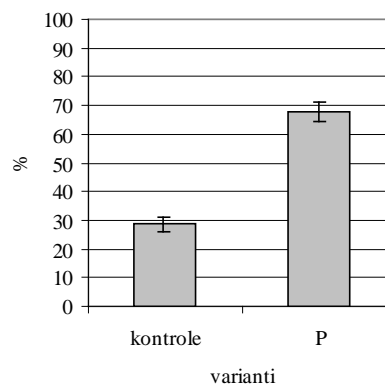


6.attēls. Rapša šķirnes „Mozart” 2. paaudzes sēklu dīgšana
 Fig. 6. Germination of the second generation rape „Mozart” seeds

Ar fosforu apstrādāto sēklu dīgtspēja otrajā paaudzē ir tikai nedaudz lielāka par kontroles varianta sēklu dīgtspēju, bet sēklu dīgšanas enerģija ir par 39 % lielāka nekā kontroles varianta sēklām (7., 8.attēls).



7.attēls. Rapša šķirnes „Mozart”
 2.paaudzes sēklu dīgtspēja
 Fig. 7. Germination viability of the second generation rape „Mozart” seeds

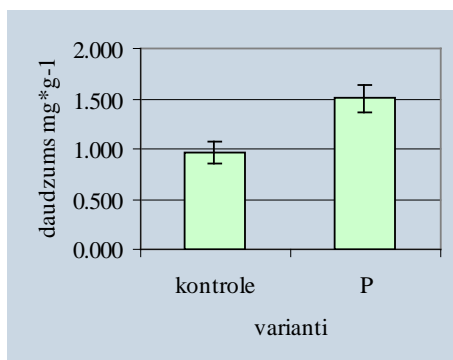


8.attēls. Rapša šķirnes „Mozart” 2.paaudzes
 sēklu dīgšanas enerģija
 Fig. 8. Germination vigour of the second generation rape „Mozart” seeds

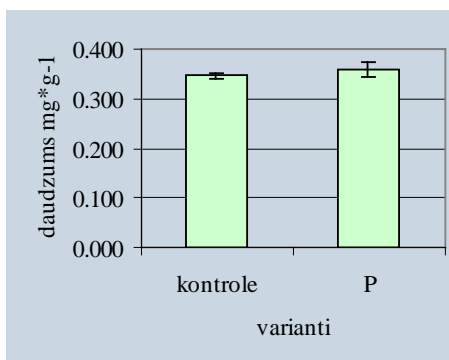
Lauksaimniecības zinātnu speciālisti norāda, ka paaugstināta dīgšanas enerģija, audzējot augus nelabvēlīgos vides apstākļos, var būtiski ietekmēt sēklu dīgšanu [2, 13], nodrošinot strauju augu augšanu agrajās attīstības stadijās, vienādu un izlīdzinātu attīstību ontogēnēzē. Tā rezultātā augi spēj daudz efektīvāk izmantot savu ražas potenciālu.

Apkopojot izmēģinājuma rezultātus par fosfora varianta 2.paaudzes sēklu dīgšanu, ir redzama fosfora apstrādes pozitīvā pēcietekme uz nākamās paaudzes sēklām.

Zaļo plastīdu pigmentu daudzums otrās paaudzes rapša dīgļlapās ir lielāks nekā kontroles variantam (9., 10.attēls).



9.attēls. Sēklu apstrādes ar fosforu pēcietekme uz hlorofila a+b daudzumu rapša šķirnes „Mozart” dīgļlapās
 Fig. 9. The total amount of chlorophylls a+b in flax cotyledons from the second generation rape „Mozart” seeds



10.attēls. Sēklu apstrādes ar fosforu pēcietekme uz karotinoīdu daudzumu rapša šķirnes „Mozart” dīgļlapās
 Fig. 10. The total amount of carotenoid in flax cotyledons from the second generation rape „Mozart” seeds

Kopējais hlorofila daudzums par 50 %, karotinoīdu daudzums par 2.9 % pārsniedz kontroles variantu, bet karotinoīdiem atšķirības ir kļūdu robežās.

Apkopojot izmēģinājuma rezultātus - sēklu apstrādei ar fosforu ir pozitīva ietekme uz zaļo plastīdu pigmentu biosintēzi arī nākamajā paaudzē.

Rapša sēklu ražas analīze. Lauka izmēģinājumos, rapša šķirni „Mozart” nodrošinot ar dažādu slāpekļa, fosfora un kālija mēslojumu, labāk aug un attīstās augi, kuru izaudzēšanai izmantotas ar fosforu apstrādātas sēklas. Iegūto ražas datu analīze liecina, ka variantos, kur lietotas ar fosforu apstrādātas sēklas, iegūta par 3-70 % lielāka sēklu raža, salīdzinot ar kontroli. Lielākā šķirnes „Mozart” sēklu raža – 4.22 t ha⁻¹ iegūta no augiem, kuru audzēšanai izmantotas ar fosforu apstrādātas sēklas un lietojot minerālmēslojumu N 120 (N₄₅ 18:9:9 250 kg ha⁻¹ + N₇₅-220 kg ha⁻¹ amonija nitrāts + KCl). Fosfora ietekmē eļļas saturs rapša sēklās ir paaugstinājies par 0.2 līdz 1.3 %.

1. tabula / Table 1

Rapša šķirnes „Mozart” sēklu raža 2003. gadā (Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs)
The yield of rape „Mozart” in 2003 (in Scientific centre of agriculture of Latgale)

| Mēslojuma varianti / Variants of fertilizer | Raža / Yield | | Eļļas saturs sēklās Oil content in rape seeds |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----|--------------------------------------------------|
| | t ha ⁻¹ | % | |
| 1. kontrolē – bez mēslojuma (control – without fertilizer) | 2.37 | 100 | 46.0 |
| 2. kontrolē (control) + P sēklas (phosphorus treated seeds (iSeeds™)) | 2.43 | 103 | 47.3 |
| 3. N ₁₂₀ (N ₉₀ 18:9:9 – 500 kg ha ⁻¹ + N ₃₀ – 88 kg ha ⁻¹ amonija nitrāts (amoniūm nitrate)) | 3.04 | 128 | 46.2 |
| 4. N ₁₂₀ (N ₉₀ 18:9:9 – 500 kg ha ⁻¹ + N ₃₀ – 88 kg ha ⁻¹ amonija nitrāts (amoniūm nitrate) + P sēklas (phosphorus treated seeds)) | 3.33 | 143 | 47.3 |
| 5. N ₁₂₀ (N ₄₅ 18:9:9 – 250 kg ha ⁻¹ + N ₇₅ – 220 kg ha ⁻¹ amonija nitrāts (amoniūm nitrate) + KCl) | 3.84 | 162 | 46.9 |
| 6. N ₁₂₀ (N ₄₅ 18:9:9 – 250 kg ha ⁻¹ + N ₇₅ – 220 kg ha ⁻¹ amonija nitrāts (amoniūm nitrate) + KCl) + P sēklas (phosphorus treated seeds) | 4.22 | 170 | 47.0 |
| | γ _{0.05} =0.20 | | |

Literatūrā ir norādes [22], ka rapša sēklās esošie proteīni ir bagāti ar neizvietojamām aminoskābēm (lizīnu, metionīnu, cisteīnu), sēklas satur arī nepiesātinātas taukskābes (oleīnskābi, linolskābi, linolēnskābi), kas ir nepieciešamas dzīvnieku augšanai un labvēlīgi ietekmē to produktivitāti kā arī ir vērtīgs uzturvielzēklis cilvēkiem. Tāpēc sēklu apstrādes ar fosforu ietekme

uz rapša šķirnes „Mozart” sēklu ražu kā arī eļļas saturu sēklās uzskatāma par nozīmīgu. Izmēģinājumu rezultātu noviržu ticamības aprēķini pierāda, ka iegūtie rapša sēklu ražas pieaugumi visos variantos ir būtiski, izņemot 2. variantu – ar fosforu apstrādātas sēklas bez mēslojuma.

Tā kā fosforam ir būtiska loma visos augā notiekošajos fizioloģiski bioķīmiskajos procesos [18; 13; 6; 22; 4], arī mūsu pētījumos iegūtie rezultāti apstiprina fosfora būtiskumu. Fosfora izmantošana sēklu apstrādē nodrošinājusi labāku tā uzņemšanu un iesaistīšanu rapša metabolisma procesos, par ko liecina sēklu ražas un eļļas satura pieaugums sēklās augiem, kuri izaudzēti no ar fosforu apstrādātajām sēklām.

Secinājumi

1. Ar fosforu apstrādāto vasaras rapša šķirnes „Mozart” sēklu dīgšanas raksturojums ir šāds:
 - pēc apstrādes ar fosforu palielinās sēklu dīgšana;
 - dīgspējas un dīgšanas enerģijas izmaiņas nav būtiskas;
 - fosfora ietekmē kopējais hlороfila daudzums dīgļlapās palielinās;
2. Rapša sēklu raža, kas iegūta, izmantojot ar fosforu apstrādātas sēklas un lietojot dažādu slāpekļa, fosfora un kālija minerālmēslojumu, ir palielinājusies par 3-70 %, bet eļļas saturs sēklās – par 0,2 –1.3 %;
3. Sēklu apstrāde ar fosforu pozitīvi ietekmē nākamās paaudzes sēklu fizioloģisko darbību:
 - palielinās sēklu dīgšana, dīgspēja un dīgšanas enerģija;
 - lielāks ir zaļo plastīdu pigmentu daudzums dīgļlapās;
4. Ar fosforu apstrādāto rapša sēklu izmantošana ir efektīva: palielinās sēklu fizioloģiskā aktivitāte un sēklu raža, tiek uzlabota fosfora izmantošana un notiek vides saudzēšana.

Summary

The experience within the last years demonstrate that rape (*Brassica napus* var. *napus*) is suitable for growing in Latvian climate, however, investigations regarding its sorts and growing technologies are rather insufficient.

Rape is grown in relatively low temperatures and it requires considerably less warmth than other oil plants in their growth. The demand for rape increases simultaneously with widening usage possibilities of the plant. Rape seeds are important and valuable oil source. Rape is qualitative forage full of proteins. Besides that, it is used as green-fertiliser and as nectar plant. In Latvia rape oil usage has been started in bio fuel production.

It is important starting from the seeds” germination up to their maturity. The plants use the phosphorus that is in the seeds rapidly; later they absorb it from the environment. In most cases the phosphorus that is found in the soil is difficult to use by the plants, as it creates insoluble compounds. In order to have a great yield, the necessity for phosphorus is ensured by using mineral nutrition. However, in the season about 80% from phosphorus-fertiliser used for the plants become unavailable. In order to decrease the expenses for mineral nutrition as well as to avoid pollution, the seeds treated with phosphorus powdered nutrition are introduced instead. The nutrition is fixed to the seeds with the help of binding agent. The patent for this treatment method (iSeedTM) belongs to Finnish company "Kemira Grow How" but the patent for the binding agent belongs to "Kemira Grow How" and "Fortum Oil and Gas".

Rape „Mozart” was used in vegetation and field tests (in 2002 and 2003). It is highly productive, medium summer 00 sort with excellent quality indicators and specifically high oil contents. The „Mozart” is rather resistant to different plant diseases. It shows high lodging consistence.

Vegetation tests were carried out in the Department of Plant Physiology, The faculty of Biology, the University of Latvia but the field-tests in the Science Centre of Agriculture of Latvia.

During the tests the phosphorus treated seeds were used as well as the ones originating from the plants that were grown from the seeds treated with phosphorus. This helped to determine whether the phosphorus treatment is visible also during the next generation.

During the vegetation tests the seeds were germinated at + 20°C in the Petri dish. The length of experiment depended on the germination speed. Germination of the seeds was set up every 3 hours. The number of repetitions – 5. The number of seeds in every repetition – 100. As soon as seed lobes appeared, the Petri dish was displayed in light in order to state pigments of green plastids. We investigated germination dynamics, germination power and energy of rape seeds.

The field tests were organised according to the method of random blocks with 4 repetitions. The total field space was 2 m × 10 m = 20 m². The total space of the test was 1259 m². The soil – humus podsol gley soil. The contents of organic substances in the soil – 38 g kg⁻¹, pH_{KCl} - 7,3, P₂O₅ - 85 mg kg⁻¹, K₂O₅ - 63 mg kg⁻¹. Pre-plant - bare fallow. Basic fertiliser - "Kemira Grow How" complex mineral nutrition 18:9:9, plant-feeder – ammonium nitrate (dosage according to methodology). The field tests demonstrated the yield of rape seeds. Rape was cropped according to the seed ripening phase by seed combine harvester *Sampo-130*. The total oil contents in the seeds was determined by *Infratex 1241* in the laboratory of Rēzeknes Dzirnavnieks.

The results show that when the seeds are treated with phosphorus their physiological activity increases as well as the amount of chlorophyll in the seed lobes.

The field tests demonstrate that when the rape „Mozart” was fertilised with different nitrogen, phosphorus and kalium fertiliser, the plants germ and grow better if the seeds were treated with phosphorus. The yield analyses testify that the yield of the rape seeds increased by 3 - 70 %, when the seeds were treated with phosphorus and nitrogen, phosphorus and kalium fertiliser comparing to the control test. The greatest yield of the rape seeds „Mozart” - 4,22 t ha⁻¹ was obtained from the plants that were grown from the phosphorus treated seeds and using mineral nutrition N 120 (N₄₅ 18:9:9 -250 kg ha⁻¹ + N₇₅ - 220 kg ha⁻¹ amonija nitrāts + KCl). The phosphorus has influenced the contents of oil in the rape seeds; it has increased by 0.2 to 1.3%.

Treatment with phosphorus also influences physiological activity of the seeds in the next generation: germination speed, germination power and energy increases, the amount of pigments of green plastids in seed lobes is greater.

As phosphorus plays an essential role in all physiologically biochemical processes of the plant, the results of the tests confirm the importance of phosphorus. Phosphorus usage in the seed treatment has ensured its better absorption and involvement in the rape metabolism processes. It demonstrates increase in the yield of seeds and oil contents in the seeds of the plants that were grown from the phosphorus treated seeds.

The usage of phosphorus treated rape seeds is effective: physiological activity of the seeds increases as well as the yield of the seeds. Besides phosphorus usage is improved and accordingly, it contributes to better nature protection.

Literatūra

1. Gudriniece E., Stramkale V., Seržane R., Strēle M., Ļebedevs A., Leitens R. (2000) Latvijā audzēto augu eļļu pētījumi. RTU zinātniskie raksti – Mežzinātne un lietīšķā ķīmija, 101-105 lpp.
2. Ruža E. (2001) Rapsis un ripsis /Augkopība: rokasgrāmata, Jelgava 185-199 lpp.
3. Borovko L., Žvarta A. (2002) Productivity and quality of spring rape varieties under condition of Vidzeme area. – Int. sci. conf. "Safe and economical agricultural technologies", Priekuļi, 25.-26.07.2002., pp. 21-24.
4. Oļukalns A., Ruža E. (2003) Vasaras rapsis. – Rīga, 1-23 lpp.
5. Stramkale V. (2003) Dažādu rapša un rīpša šķirņu salīdzināšana un audzēšanas tehnoloģijas piemērotība Austrumlatvijas reģionam/Lauka izmēģinājumi un demonstrējumi 2002, Ozoļnieki, LLKC, 56 lpp.
6. Marschner H. (1999) Mineral Nutrition of Higher Plants. - Academic Press, 889 p.
7. Gilroy S., Jones D. L. (2000) Through from to function: root hair development and nutrient uptake. Trends in Plant Science, 5 (2), pp. 56-60.
8. Abel S., Ticconi C. A., Delatorre C. A. (2002) Phosphate sensing in higher plants. Physiologia Plantarum, 115, pp. 1-8.
9. Vance C. P. (2001) Update on the state of nitrogen and phosphorus nitrogen. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resource. Plant Physiology, 137, pp. 390-397.
10. Gravalos E., Garcia A., Cuerda G. C. (2000) Seminis Vegetable – seeds monograph. - Inst. for regional Development, Spain, 26 p.

11. Rebařka F.-P., Bationo A., Marschner H. (1993) Phosphorus seed coating increases phosphorus uptake, early growth and yield of pearl millet (*Pennisetum glaucum* R. Br.) grown on an acid sandy soil in Niger, West Africa. *Fert. Res.* 35: 151-160
12. Ros C., Bell R. W., White P. F. (2000) Phosphorous seed coating and soaking for improving seedling growth of *Pryza sativa* (rice) cv. IR66. *Seed Sci. Technol.* 28: 391-401
13. Hartmann T. H., Kester E. D., Davies T. F., Geneve L. R. (2002) *Plant propagation*. - Prentice Hall, 880 p.
14. Ruža A. (2001) Sēklas materiāls /Augkopība: rokasgrāmata, Jelgava 279-283 lpp.
15. Vikmane M. (2002) Laboratorijas darbi augu fizioloģijā. - LU Bioloģijas fakultāte, 85 lpp.
16. Davies P.J. (1995) The plant hormone concept: concentration, sensitivity and transport/ In: *Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*, 2nd edition – Kluwer Academic Publ. - Dordrecht, Boston, London, pp. 13-38.
17. Horvath D. P., Chao W. S., Anderson J. V. (2002) Molecular analysis of signals controlling dormancy and growth in underground adventitious buds of leafy spurge. *J. Plant Physiol.*, 128, pp. 1438-1446.
18. Ткачук Е. С., Кузьменко Л. М., Нижко В. Ф., Гуральчук Ж. З., Кармадонов Ю. К. (1991) Регуляция минерального питания и продуктивность растений, Киев, Наук. думка, 172 с.
19. Мокроносов А. Т. (1981) Онтогенетический аспект фотосинтеза. - Москва, 196. с.
20. Brenner M. L., Cheikh N. (1995) The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling /In: *Plant Hormones - Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*, 2nd edition - Kluwer Academic Publ. - Dordrecht, Boston, London, pp. 649 – 656.
21. Malkin R., Niyogi K. (2000) Photosynthesis /In: *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, Rockwille MD, pp. 575-577.
22. Strēle M., Gudriniece E., Seržane R. (1999) Rapšu eļļas ražošana un izmantošana. *Ražība*, Nr. 4, 1-3 lpp.