

AUGŠANAS REGULATORA LIETOŠANAS PIEREDZE ĀBEĻU STĀDĪJUMOS EXPERIENCE OF THE GROWTH REGULATOR USE IN APPLE PLANTATIONS

Inta Jakobija¹, Jānis Lepsis², Ilze Rudzīte³, Māris Kaļinka⁴, Māris Mednis⁵

¹LLU Augu aizsardzības zinātniskais institūts "Agrihorts", ²SIA "Daigone", Pūres DIS,

³ZS "Vilki", ⁴ZS "Ausekļi", ⁵ZS "Lapenieki"

inta.jakobija@llu.lv

Abstract. *It is well known that annual shoots of apple trees grow rapidly, especially after intensive crown formation. For a number of apple cultivars suitable for commercial cultivation, fruit buds are mainly on the periphery of the branches, which adversely affect the formation of the yield. In such a situation a plant growth regulator would reduce shoot growth and allow fruit buds to develop evenly throughout a shoot. The aim of the study was to examine the effect of the plant growth regulator Regalis Plus on the yield of apples and shoot growth. The trial was conducted in Latvia from 2018 to 2020 in five apple plantations using two variants: untreated and Regalis Plus. Treatments with Regalis Plus were applied once or twice during the growing season as follows: the first treatment at the end of the full flower and the second treatment after 3–5 weeks depending on the plantation. Ten apple trees of each variant were selected for assessment of the shoot growth. During the harvest, five randomly selected apple trees were harvested in each variant, standard and non-standard apples were sorted, and the number and weight of apples for each category were recorded. The statistical analysis of the data using ANOVA and Bonferroni test was performed. The treatment with Regalis Plus significantly reduced shoot length in most cases compared to the control and it could be concluded that the use of Regalis Plus in Latvian orchards has the potential to reduce the amount of labour required for crown formation. The study showed a positive effect of Regalis Plus on the proportion of standard fruits in the yield, but no significant differences were found between the variants.*

Key words: yield, Regalis Plus, vegetative growth.

Ievads

Vairākām komerciālai audzēšanai piemērotām ābeļu šķirnēm, kuru augļus raksturo laba kvalitāte, koka vainaga īpatnības neļauj iegūt pietiekami lielu un kvalitatīvu ražu. Raža galvenokārt ir zaru perifērijā, veidojas "kaili" zaru posmi bez augļzariem, piemēram, 'Saltanat', 'Aļesje', 'Bohēmija', 'Alva'. Ziedpumpuru vienmērīgu veidošanos problemātiskām ābeļu šķirnēm daļēji var veicināt ar jauno dzinumu pincētšanu, taču šī metode ir darbietilpīga un jāpaveic samērā īsā termiņā. Augļaudzētāji zina, cik darbietilpīga ir koku vainagu veidošana. Viengadīgie dzinumi strauji ataug, it īpaši pēc intensīvas vainaga atjaunošanas vecākos stādījumos. Lietojot augu augšanas regulatoru (turpmāk – AR), dzinumu augšana tiktu samazināta un pumpuri attīstītos vienmērīgi visa dzinuma garumā. Izmantojot dārza smidzinātājus, apstrādi varētu veikt ar salīdzinoši mazāku darba patēriņu.

AR Regalis Plus ir šobrīd vienīgais Latvijā reģistrētais augu aizsardzības līdzeklis, kas paredzēts augšanas regulēšanai ābeļu un bumbieru stādījumos. Tas satur darbīgo vielu – kalcija proheksadionu. Kā liecina ieraksts augu aizsardzības līdzekļa marķējuma tekstā, Regalis Plus ir trīs iedarbības veidi – dzinumu augšanas samazināšana, etilēna līmeņa augā samazināšana (tādējādi samazinās auga reakcija uz dažādu apstākļu izraisītu stresu un augļaižmetņu nobīršana), auga izturības uzlabošanās pret slimību ierosinātājiem. Vienlaikus tam nepiemīt fungicīda un baktericīda īpašības. J. R. Evans ar kolēģiem (1999) ir atzinuši, ka augu dzinumu augšana samazinās, pateicoties giberelīnu (fitohormoni, kas atbildīgi par vertikālu pieaugumu) biosintēzes kavēšanai. Par veiksmīgu kalcija proheksadiona izmantošanu dzinumu augšanas samazināšanā liecina arī vairāku citu pētījumu rezultāti (Basak, Rademacher, 2000; Miller, 2007; Fachinello, Robinson, 2017). Pētījumos Lietuvas Dārzkopības institūtā šķirnei 'Janogold King' konstatēts, ka apstrāde ar Regalis Plus veicināja hlorofila uzkrāšanos lapās, palielināja ogļhidrātu saturu dažādās auga daļās un labvēlīgi ietekmēja dažādus ražas parametrus (Šabajeviene et al., 2008). Pētījumos ASV konstatēts, ka smidzinājums ar kalcija proheksadionu saturošu AR būtiski samazināja bakteriālās iedegas izplatību uz inokulētajiem ābeļu dzinumiem salīdzinājumā ar kontroli (Yoder, Miller, Byers, 1999).

Aptaujājot augļaudzētājus, varēja secināt, ka Latvijā augu augšanas regulatorus izmanto ļoti reti. Šī iemesla dēļ nav pieejama plaša informācija par praktisku pieredzi augu augšanas regulatoru lietošanā Latvijas augļu dārzos. Pētījuma mērķis bija praktiski pārbaudīt augu augšanas regulatora Regalis Plus ietekmi uz ābolu ražu un dzinumu augšanas samazināšanu ražojošos ābeļu stādījumos.

Materiāli un metodes

Pētījumus veica 2018.–2020. gada veģetācijas periodos. Izmēģinājumus iekārtoja piecās ābeļu audzēšanas saimniecībās dažādu šķirņu stādījumos (1. tab.). Šķirnes izvēli veica, pamatojoties uz augļaudzētāju iepriekšēju pieredzi par konstatētajām īpatnībām un grūtībām koku vainagu veidošanās procesā. Izmēģinājumiem bija divi varianti: smidzināts ar Regalis Plus un nesmidzināts jeb kontrole. Smidzinājumus ar Regalis Plus veica divas reizes sezonā – ābeļu pilnziēda etapā (AE 66–67) ar devu 1.5 kg ha^{-1} un atkārtoti augļaižmetņu attīstības sākumā (AE 72–73) 1 kg ha^{-1} . Izņēmums – ZS "Lapenieki" 2018. gadā veica vienu smidzinājumu Regalis Plus ziedēšanas sākumā (AE 61) 1.5 kg ha^{-1} , bet 2019. gadā ziedēšanas sākumā (AE 61) 0.75 kg ha^{-1} un ziedēšanas beigās (AE 69) 0.75 kg ha^{-1} . Katram variantam katrā šķirnes stādījumā izvēlējās vienu līdz divas ābeļu rindas atkarībā no stādījuma. Pārējos kopšanas un augu aizsardzības pasākumus veica vienādi pēc saimniecībā ierastās prakses gan kontrolē, gan izmēģinājuma variantā ar Regalis Plus.

Dzinumu garuma starpību konstatēšanai starp variantiem katrā variantā atzīmēja 10 ābeles uzskaišu veikšanai. Mērījumus veica dzinumu augšanas beigās uz katras ābeles nejauši izvēlētiem pieciem pirmā gada dzinumiem. Tika aprēķināta dzinumu garumu starpība starp kontroli un ar Regalis Plus smidzināto variantu, no kontrolē iegūtā vidējā dzinumu garuma atņemot ar Regalis Plus smidzinātajā variantā iegūto vidējo dzinumu garumu centimetros.

Ražas novākšanas laikā kontroles un smidzinātajā laukumā katrai šķirnei atsevišķi izvēlējās 5 kokus. Raža tika novākta atsevišķi no izvēlētajiem kokiem, ražu sadalīja divās grupās – standarta un nestandarta (pēc saimniecības praksē lietotiem individuāliem kritērijiem). Tika nosvērti un saskaitīti gan nestandarta, gan standarta āboli. Tika aprēķināts standarta ražas īpatsvars procentuāli no kopējās ražas.

1. tabula / Table 1

Pētījumā iekļautās saimniecības un ābeļu šķirnes
Farms and apple cultivars included in the study

Saimniecība/ <i>Farm</i>	Ābeļu šķirne / <i>Cultivar</i>		
	2018	2019	2020
ZS "Vilki"	'Antej'	'Antej'	'Antej'
	'Saltanat'	'Saltanat'	'Saltanat'
	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'
ZS "Lapenieki"	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'
Pūres DIS	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'
	'Aļesje'	'Aļesje'	'Aļesje'
	'Kovaļenovskoje'	'Kovaļenovskoje'	'Kovaļenovskoje'
	'Sinap Orlovskij'	'Sinap Orlovskij'	'Sinap Orlovskij'
SIA "Daigone"	'Aļesje'	'Aļesje'	'Aļesje'
	'Bohēmija'	'Bohēmija'	'Bohēmija'
	–	'Stars'	'Stars'
ZS "Ausekļi"	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'
	'Antej'	'Auksis'	'Auksis'

Starpību būtiskuma novērtēšanai (ar $\alpha = 0.95$) starp variantiem izmantoja viena faktora dispersijas analīzi (ANOVA) un Bonferroni testu faktora gradācijas klašu salīdzināšanai. Statistisko datu apstrādi veica, izmantojot programmas "R 4.0.4" un "RStudio".

Rezultāti un diskusijas

Atšķirības ražas kvantitatē starp kontroli un Regalis Plus variantu bija gan pozitīvas, gan negatīvas, taču tās vairumā gadījumu nebija būtiskas. 2018. gadā tikai vienā gadījumā būtiski lielāku ($p = 0.00264$) standarta ražu ieguva ar Regalis smidzinātajā variantā salīdzinājumā ar kontroli ZS "Vilki" šķirnes 'Zarja Alatau' stādījumā, attiecīgi 28.2 un 15.4 kg no augļu koka. Savukārt ZS "Ausekļi" tās pašas šķirnes stādījumā kontrolē ieguva 25 kg, bet smidzinātajā variantā tikai 20.4 kg no koka, bet starpība nebija būtiska ($p = 0.55$). Standarta raža no augļu koka kontrolē 2019. gadā variēja no 4 līdz 25 kg, bet smidzinātajā variantā no 5 līdz 19 kg atkarībā no stādījuma un šķirnes. Pozitīvu rezultātu ieguva tikai vienā gadījumā – SIA "Daigone" šķirnes 'Bohēmija' stādījumā, raža no augļu koka smidzinātajā variantā bija būtiski lielāka nekā kontrolē ($p = 0.0472$), attiecīgi 13.6 un 4.2 kg. Savukārt ZS "Ausekļi" šķirne 'Auksis' uzrādīja pretēju rezultātu, smidzinātajā variantā raža no augļu koka bija 14, bet kontrolē – 24.6 kg, atšķirība bija statistiski būtiska ($p = 0.0467$). Arī 2020. gada ražas rezultāti atšķirās starp saimniecībām un šķirnēm – kontrolē vidējā raža no koka svārstījās no 5 līdz 27 kg, bet smidzinātajā variantā no 5 līdz 26 kg no koka. Vairumā gadījumu kontrolē raža bija mazāka salīdzinājumā ar smidzināto variantu, taču būtiskas atšķirības nevienā gadījumā netika konstatētas.

Vidējais augļu svars kontrolē 2018. gadā variēja no 110 līdz 210 g, ar Regalis Plus smidzinātajā variantā – 110 līdz 119 g. Kontrolē 2019. gadā tas bija robežās no 100 līdz 220 g, bet smidzinātajā variantā no 110 līdz 240 g, savukārt 2020. gadā kontrolē vidējais augļa svars kontrolē sasniedza 80 līdz 160 g, bet smidzinātajā variantā 110 līdz 190 g. Būtiskas atšķirības starp variantiem saistībā ar augļu vidējo svaru visā pētījuma periodā netika konstatētas. Savukārt, analizējot standarta augļu īpatsvāru ražā, vairumā gadījumu konstatēja pozitīvu Regalis Plus ietekmi, lai gan bez būtiskām atšķirībām (2. tab.).

2. tabula / Table 2

Standarta raža % no kopražas 2018.–2020. gadā atkarībā no šķirnes, saimniecības un varianta

Standard yield % of the total depending on cultivar, farm and variant in 2018–2020

Saimniecība/ Farm	Ābeļu šķirne / Cultivar	Gads/Year					
		2018		2019		2020	
		kontrolē/ untreated	Regalis	kontrolē/ untreated	Regalis	kontrolē/ untreated	Regalis
ZS "Vilki"	'Antej'	62.59	85.7	63.72	61.34	84.69	87.18
	'Saltanat'	72.36	79.07	73.53	78.75	86.28	79.54
	'Zarja Alatau'	74.75	84.69	72.36	80.58	78.40	83.79
ZS "Lapenieki"	'Zarja Alatau'	62.59	85.7	78.75	88.43	97.49	92.36
Pūres DIS	'Zarja Alatau'	88.58	87.89	70.36	72.18	72.42	74.11
	'Aļesje'	90.69	90.49	70.03	68.46	82.95	84.28
	'Sinap Orlovskij'	86.02	78.07	70.62	71.68	74.51	75.26
SIA "Daigone"	'Aļesje'	-	-	93.05	93.93	95.22	96.26
	'Bohēmija'	-	-	95.64	96.13	96.62	97.65
	'Stars'	-	-	-	-	93.60	94.07
ZS "Ausekļi"	'Zarja Alatau'	93.63	93.21	-	-	-	-
	'Antej'	93.63	93.21	-	-	-	-
	'Auksis'	-	-	55.80	52.50	71.21	73.45

Visos ar Regalis Plus apstrādātajos variantos visās šķirnēs, saimniecībās un visos pētījuma gados konstatēja būtiski mazāku jauno dzinumu pieaugumu salīdzinājumā ar kontroli, izņemot 2019. gadu ZS "Lapenieki" šķirnei 'Zarja Alatau' (3. tab.), lai gan dzinumi kontrolē bija par 10 cm garāki nekā smidzinātajā variantā, atšķirība bija kļūdas robežās.

Dzinumu garumu pieaugums kontrolē un smidzinātajā variantā bija atšķirīgs arī starp ābeļu šķirnēm. Līdzīgus secinājumus, ka dažādām šķirnēm var būt atšķirīgi rezultāti dzinumu augšanas samazināšanā, guvuši arī Basak un Rademacher (2000), kuri pētījuši Regalis ietekmi uz ābeļu šķirnēm 'Lobo', 'Janagold' un 'Gloster'. Lielāko dzinumu garuma starpību kontroles un izmēģinājuma variantā 2018. gadā konstatēja ZS "Vilki" ābeļu šķirnes 'Antej' stādījumā (kontrolē par 27.2 cm garāki jaunie dzinumi nekā smidzinātajā variantā). Savukārt mazāko Regalis Plus ietekmi (kontrolē par 5.84 cm

garāki jaunie dzinumi) novēroja šajā pašā saimniecībā šķirnei 'Zarja Alatau'. Vislabākos rezultātus 2019. gadā parādīja šķirnes 'Sinap Orlovskij', 'Zarja Alatau' un 'Aļesje' Pūres DIS, kā arī 'Stars' un 'Bohēmija' SIA "Daigone" stādījumos, savukārt mazāko dzinumu garuma starpību konstatēja ZS "Ausekļi" 'Zarja Alatau' stādījumā (3. tab.). Pēdējā pētījuma gadā šķirnes 'Saltanat' stādījumā, vidējais dzinumu garums kontrolē bija par 55.9 cm lielāks nekā ar Regalis Plus apstrādātajā variantā, kas bija labākais rezultāts visā pētījuma periodā.

3. tabula / Table 3

Dzinumu garums kontrolē vairāk nekā ar Regalis Plus smidzinātajā variantā, cm
Shoot length in the untreated variant more than in the treated with Regalis Plus, in cm

Saimniecība/ <i>Farm</i>	Ābeļu šķirne / <i>Cultivar</i>	Gads/Year		
		2018	2019	2020
ZS "Vilki"	'Antej'	27.2 a	18.42 b	27.1 a
	'Saltanat'	15.86 a	24.02 a	55.9 b
	'Zarja Alatau'	5.84 a	21.06 b	8.92 a
ZS "Lapenieki"	'Zarja Alatau'	18.76 a	10.02 a	16.1 a
Pūres DIS	'Zarja Alatau'	16.88 a	34.1 b	16.5 a
	'Aļesje'	13.2 a	30.5 b	17.2 a
	'Kovaļenovskoje'	8.98 a	26.1 b	19.6 b
	'Sinap Orlovskij'	18.32 a	39.5 b	34.2 b
SIA "Daigone"	'Aļesje'	10.88 a	18.5 b	20.4 b
	'Bohēmija'	14.94 a	35.2 b	12.5 a
	'Stars'	-	36.3 a	38.1 a
ZS "Ausekļi"	'Zarja Alatau'	7.7 a	7.78 a	17.24 b
	'Antej'	11.48	-	-
	'Auksis'	-	11.6 a	20.8 b

Dažādi burti (a, b) pie rezultāta norāda uz statistiski būtisku atšķirību ar $\alpha = 0.95$ starp šķirnēm atkarībā no pētījuma gadiem.

Different letters (a, b) next to the result indicate a statistically significant difference with $\alpha=0.95$ among cultivars depending on the study year.

Katrs pētījuma gads bija būtisks Regalis Plus efektivitāti ietekmējošais faktors ($p = 0.0291$) dzinumu augšanas samazināšanā (3. tab.). Šajā gadījumā gads kā faktors ietver sevī ne tikai meteoroloģiskos apstākļus, bet arī ražas lieluma un stādījuma kopšanas atšķirības, piemēram, koku vainaga veidošanas īpatnības esošajā vai iepriekšējā sezonā.

Piemēram, ievērojamo dzinumu garuma starpību starp variantiem 2020. gadā šķirnei 'Saltanat' (ZS "Vilki") var skaidrot ar intensīvu vainaga veidošanu pavasarī abos izmēģinājuma variantos, kas veicināja pastiprinātu viengadīgo dzinumu ataugšanu. Pūrē un SIA "Daigone" mazāka Regalis Plus ietekme visām šķirnēm bija 2018. gadā, to daļēji var izskaidrot ar meteoroloģisko apstākļu ietekmi – maijā un jūnijā bija maz nokrišņu, kas kavēja dzinumu augšanu, tostarp arī kontroles variantā. Savukārt 2019. gadā veģetācijas sākumā nokrišņu bija vairāk, dzinumi auga spēcīgāk, un Regalis Plus efektivitāte bija lielāka vairumā stādījumu salīdzinājumā ar 2018. gada sezonu. Kā atzīst SIA "Daigone" saimnieks, grūti izskaidrot, kāpēc šķirnei 'Bohēmija' Regalis Plus efektivitāte samazinājās 2020. gadā. ZS "Ausekļi" uzskata, ka, pateicoties iepriekšējās sezonās veiktajiem smidzinājumiem ar Regalis Plus, 2020. gadā varēja iztikt bez vainagu veidošanas pasākumiem gan šķirnei 'Auksis', gan 'Zarja Alatau'.

Interesants fakts, ka ZS "Lapenieki" smidzināšanas stratēģija ar Regalis Plus gadu gaitā bija atšķirīga, taču būtiskas atšķirības starp rezultātiem netika konstatētas. Tātad atšķirības starp vienu Regalis Plus smidzinājumu ar vidējo devu (1.5 kg ha^{-1}) pirmajā, diviem smidzinājumiem ar mazāko devu (0.75 kg ha^{-1}) otrajā un diviem smidzinājumiem tāpat kā pārējās saimniecībās trešajā gadā nebija būtiskas. Savukārt pētījumos ASV 1995. gadā konstatēts, ka kalcija proheksadiona smidzinājumi ar devu 125 un 250 mg L^{-1} , veikti vienu reizi sezonā un dalītā apstrādē ar mazāko devu, būtiski samazināja ābeļu dzinumu garumu. Taču divreizēja apstrāde ar mazāko un viena apstrāde ar lielāko devu bija būtiski efektīvāka nekā viens smidzinājums ar mazāko devu (Yoder, Miller, Byers, 1999). J. R. Evans ar kolēģiem (1999) secinājuši, ka kalcija proheksadionu saturoša AR lietošanas efektivitāte ir augstāka, ja

tas lietots, kad jaunie dzinumi sasnieguši 5–10 cm – salīdzinājumā ar lietojumu, kad dzinumi pārsniedz 10 cm.

Secinājumi

1. Regalis Plus ietekmē būtiski samazinājās viengadīgo dzinumu pieaugums. Gados, kad meteoroloģisko apstākļu ietekmes dēļ vai pēc vainagu veidošanas bija vērojama straujāka dzinumu augšana, palielinājās arī Regalis Plus ietekme uz dzinumu augšanas bremsēšanu.
2. Iespējams secināt, ka ar Regalis smidzinātajos variantos būs nepieciešams mazāks darba patēriņš vainagu veidošanā, tādējādi samazinot šim pasākumam nepieciešamās izmaksas. Attiecīgi nepieciešami turpmāki pētījumi, lai veiktu augu augšanas regulatoru lietošanas ekonomisko izvērtējumu Latvijas augļu dārzos.
3. Pētījumā tika konstatēts, ka ābeļu šķirnēm ir atšķirīgs jutīgums pret Regalis Plus iedarbību. Vislabākie rezultāti dzinumu augšanas samazināšanā tika iegūti šķirnēm 'Saltanat', 'Sinap Orlovskij', 'Antej' un 'Stars'. Savukārt, salīdzinot iegūtos rezultātus šķirnei 'Zarja Alatau', varēja secināt, ka tās jutīgums pret Regalis Plus atšķirās dažādos augšanas apstākļos.
4. Pētījuma laikā novēroja pozitīvu Regalis Plus ietekmi uz standarta augļu īpatsvaru ražā, taču būtiskas atšķirības starp variantiem netika konstatētas. Vērā ņemams ražas pieaugums Regalis Plus ietekmē panākts tikai šķirnei 'Bohēmija', savukārt šķirnei 'Zarja Alatau' Regalis Plus ietekme uz ražu variēja atkarībā no saimniecības.

Pētījumu veica ELFLA, struktūrvienības LAD 11, projekta Nr. 18-00-A01620-000008 "Augšanas regulatora lietošana ābelēm" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Basak A., Rademacher W. (2000). Growth regulation of pome and stone fruit trees by use of prohexanedione-CA. *Acta Horticulturae*, Vol. 514(514), p. 41–50.
2. Evans J. R., Evans R. R., Regusci C. L., Rademacher W. (1999). Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, prohexadione-calcium. *HortScience*, Vol. 34, p. 1200–1201.
3. Fachinello J. C., Robinson T. L. (2017). Root pruning and prohexadione-calcium affect shoot growth of mature vertical axis apple trees. *Acta Horticulturae*, Vol. 1177, p. 15–218.
4. Miller S. S. (2007). Prohexadione-calcium inhibits shoot growth but reduces the efficacy of gibberellin A4 + A7 in suppressing "Stayman" apple cracking. *HortTechnology*, Vol. 17(4), p. 523–531.
5. Šabajeviene G., Uselis N., Kviklienė N., Samuoliene G., Sasnauskas A., Duchovskis P. (2008). Effect of growth regulators on apple tree cv. "Jonagold King" photosynthesis and yield parameters. *Sodininkystė Ir Daržininkystė*, Vol. 27(4), p. 23–32.
6. Yoder K. S., Miller S. S., Byers R. E. (1999). Suppression of fireblight in apple shoots by prohexadione-calcium following experimental and natural inoculation. *HortScience*, Vol. 34, p. 1202–1204.