

Dārzkopības institūts: Agrotehnisko pētījumu un šķirņu izvērtēšanas nodaļa	Apūdeņošanas tehnoloģija	Izstrādāja: E. Rubauskis 13.11.2020.
	Optimālu apstākļu nodrošināšana ābelēm, ūdens vajadzību kompensējot ar apūdeņošanu	Apstiprina: E. Kaufmane 15.11.2020.
Tehnoloģija izstrādāta Dārzkopības institūtā Dobelē, veicot pētījumu ZM projekta Nr.: 70515/S2P "Integrētai un bioloģiskai audzēšanai piemērotu ābeļu, plūmju un ķiršu šķirņu un potcelmu pārbaude dažādos reģionos un to audzēšanas tehnoloģiju izstrāde" ietvaros		
Mērķis: Nodrošināt ābelēm optimālu pieejamo ūdens daudzumu, kas kompensē summāru iztvaikošanu (ET _c) un iegūt iespējami lielāku kvalitatīvu augļu ražu.		

Teorētiskais pamatojums:

Publikācijas:

- Rubauskis E., Berlands V., Jansons V. 2022. Total evapotranspiration of apple trees with drip irrigation in high density orchard. Acta Hort. 1335, 153-162, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1335.18> ;
- Rubauskis E., Jansons V., Berlands V. 2022. Efficiency of irrigation and fertigation in a mature apple orchard: a Latvia experience. Acta Hort. 1335, 507-514, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1335.63>
- Rubauskis E. 2019. Ūdens un ne tikai. Profesionālā Dārzkopība Nr.2 (9), 4 – 10. lpp.
- Rubauskis E. 2020. Dārzu apūdeņošana - agrāk un tagad. Agrotops Nr.7., 63 - 65. lpp
- Auglīkopība (atb. red. L. Ikase). 2015. Dobeļe: LVAI: 544 lpp.

Kultūrauga summāro iztvaikošanu (evapotranspirāciju) aprēķina¹: $ET_c = K_c \times ET_o$

Izmantojams, ja pieejama informācija no meteoroloģiskajām stacijām, kur dotais rādītājs (ET_o) tiek ģenerēts automātiski vai izmantojot tam specifiskus aprēķinus. Meteoroloģiskie apstākļi, kas pamatā ietekmē summāro iztvaikošanu (ET_o) ir saules radiācija, gaisa temperatūra, gaisa mitrums un vēja ātrums.

Summārā iztvaikošana (evapotranspiration) ir tas ūdens daudzums, kas iztvaiko no augu un augsnes virsmas, kā arī ūdens daudzums, kas transpirē caur augu atvārsnītēm. Lai attiecinātu konkrētam kultūraugam summāro iztvaikošanu, tā tiek koriģēta izmantojot kultūrspecifisku koeficientu (K_c). Standarta summārā iztvaikošana (ET_o) ir tāds daudzums, kas iztvaiko no brīvas ūdens virsmas (noteikšanai izmanto speciālas ierīces un tiek pielietota Penmana metode) vai tiek attiecināts uz apmēram 30 cm augsta zālāja summāro iztvaikošanu un transpirācijā patērēto ūdens daudzumu.

Ne visas meteoroloģiskās stacijās aplēš datus par summāro iztvaikošanu informāciju, tā nav brīvi pieejama arī Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrā. Lai aprēķinātu vajadzīgo ūdens daudzumu, var tikt izmantots "Ābeļu summārās iztvaikošanas bioklimatiskais koeficients" (a), mm /°C. Zinot vidējo gaisa temperatūru dienā vai dekādē, aprēķināms vajadzīgais ūdens daudzums attiecīgā periodā. Bioklimatiskā koeficienta aprēķinus veicis Dr.ing., Vilnis Berlands izmantojot ilggadīgu pētījumu datus, kas iegūti Dobelē, Dārzkopības institūtā izmēģinājumā ābelēm no 1999 – 2005. gadam.

Iegūtais vajadzīgais ūdens daudzums ir izmantojams, lai aprēķinātu apūdeņojot pievadāmo ūdens daudzumu noteiktā laika periodā, ņemot vērā to apjomu, ko kompensē nokrišņi. Ilgstoši uzskatīts, ka Latvijas teritorijā nokrišņu daudzums pārsniedz iztvaikoto un apūdeņošana vajadzīga tikai segtās platībās – siltumnīcās, tuneļos.

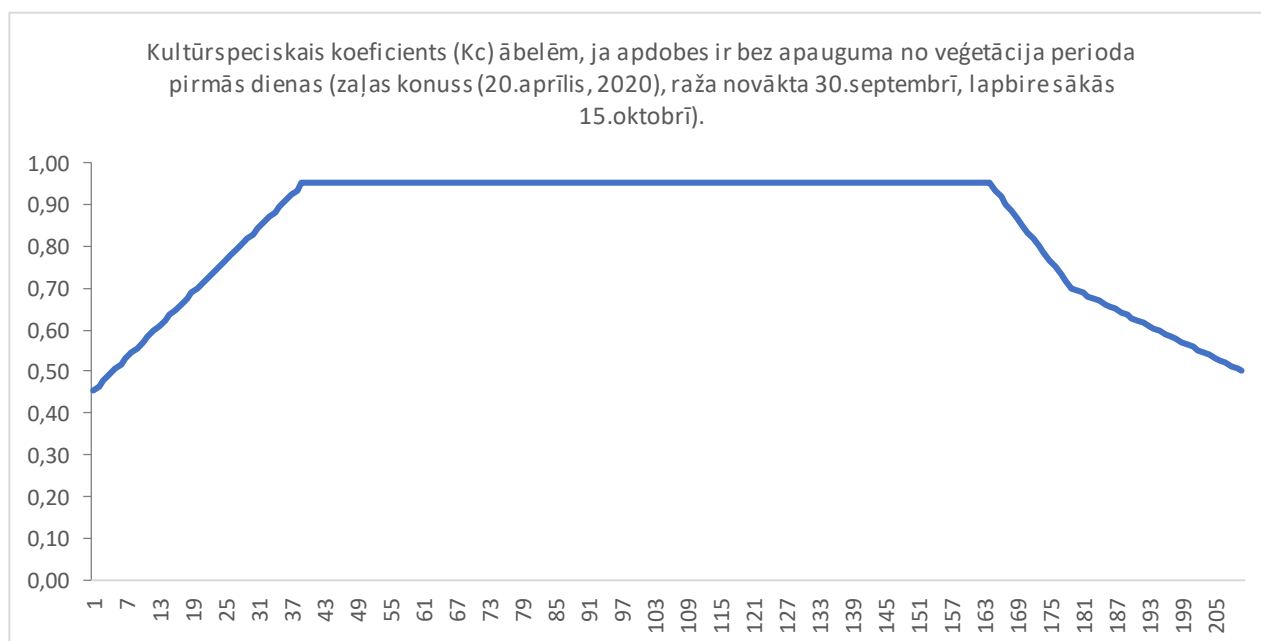
Kultūraugu specifisks koeficients (Kc) atkarībā no attīstības stadijas¹

Kultūraugs	Kc sākumā	Kc vidusposmā	Kc noslēgumā	Augu augstums, m
Zemenes	0,40	0,85	0,75	0,20
Ogu krūmiem	0,30	1,05	0,50	1,50
Vīnogas (desert.)	0,30	0,85	0,45	2,00
Ābeles, bumbieres, ķirši ar apaugumu visā dārza platība t.sk. apdobē	0,50	1,20	0,95 (0,50 - 0,80 pēc lapu nobires)	4,00
Ābeles, bumbieres, ķirši bez apauguma apdobē	0,45	0,95	0,70	4,00
Aprikozes, persiki, plūmes ar apaugumu visā dārza platība t.sk. apdobē	0,50	1,15	0,90	4,00
Aprikozes, persiki, plūmes bez apauguma apdobē	0,45	0,90	0,65	4,00

Perioda garums kultūraugu attīstībā¹

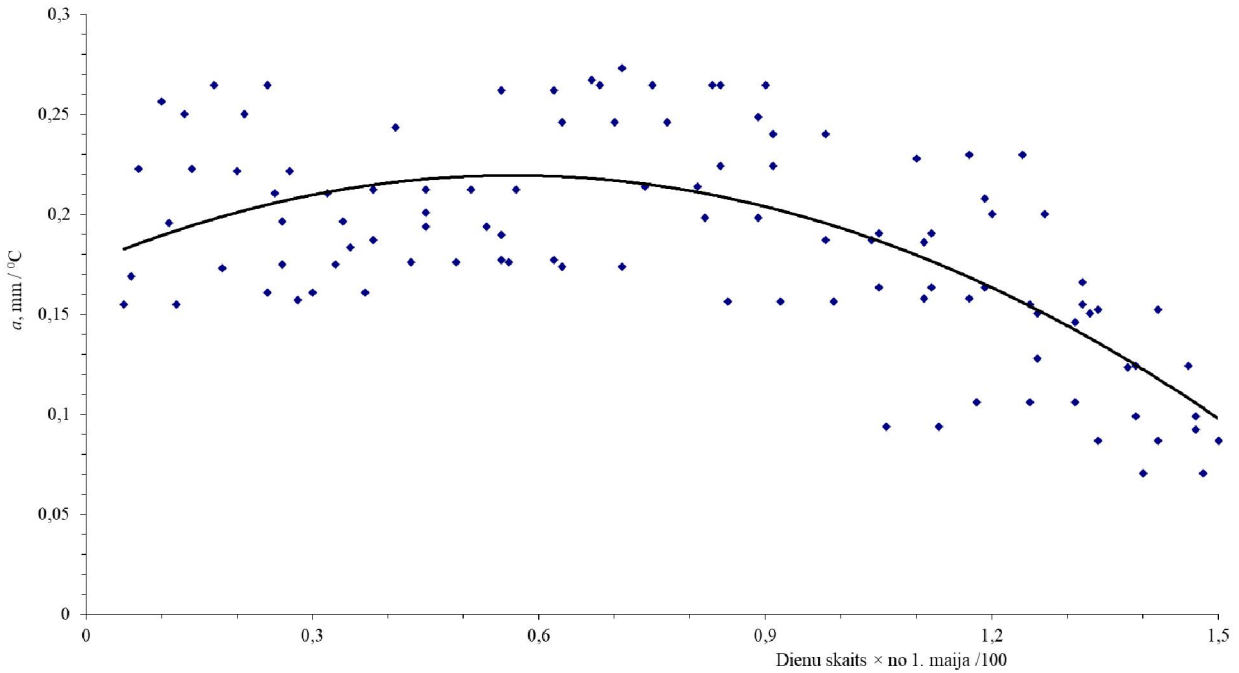
Kultūraugs	Veģetācijas sākuma periods*	Attīstības periods	Vidus periods	Noslēgums	Veģetācijas perioda garums	Stādīšana, sēšana, veģetācijas sākums
Lapu koki	20	70	90	30	210	Marts
Vīnogas	20	50	90	20	180	Maijs

* Ābelēm veģetācijas sākuma periods no zaļā konusa stadijas līdz ziedēšanai



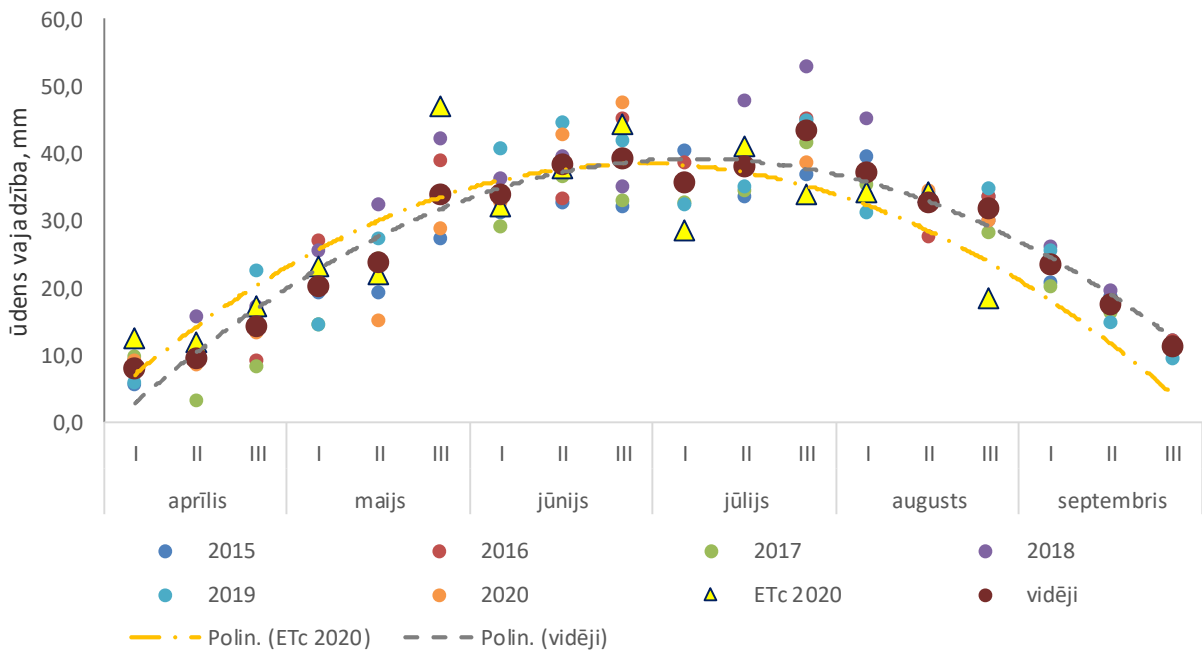
* attīstības sākuma periods 39 dienas, periods pēc ražas novākšanas 15 dienas un atlikušās 30 dienas līdz lapbires noslēgumam – situācija modelēta un pieņēmumi veikti šķirnei 'Antej' Latvijas centrālajiem reģioniem 2020. gadā.

¹ Perioda garums (dienas) attiecīgi attīstības stadijām un kultūraugu koeficienti (Kc), lai varētu aprēķināt evapotranspirāciju, ko izmantot, lai noteiktu augiem vajadzīgo ūdens daudzumu (pēc FAO, skat.: <http://www.fao.org/3/X0490E/x0490e0b.htm#crop%20coefficients>)



Ābeļu summāras iztvaikošanas bioklimatiskais koeficients (a), mm/°C 1999. - 2005. gadu maija - septembra mēnešos

$$a = -0.139x^2 + 0.157x + 0.175; R^2 = 0.4694$$



Aprēķinātais ābeļu dārza ūdens patēriņš (summārā iztvaikošana (total evapotranspiration)) Dobelē, izmantojot bioklimatisko koeficientu (2015 – 2020), un Davis meteoroloģiskās stacijas datus 2020. gadā (ET_o), iegūstot augļu kociem specifisko summāro iztvaikošanu (ET_c), kas nodrošināms nokrišņu veidā un trūkstošais kompensējams ar apūdeņošanu.

Eksperimentālās pārbaudes objekts un tehnoloģija

1.	Šķirnes	‘Auksis’, ‘Zarja Alatau’, ‘Spartan’
2.	Potcelms	M.9 izcelsmes potcelmi (maza auguma)
3.	Dārza vecums, kurā eksperimentāli pārbaudīta efektivitāte (projekta attiecināmais periods)	Septiņpadsmit līdz divdesmit divi gadi. Eksperimenti ar apūdeņošanu sākti desmitgadīgā dārzā.
4.	Eksperimentāli salīdzinātie mēslojama pieejamības nodrošināšanas veidi	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrole – mēslojums sausā veidā apdobs joslā, ūdens krājumus augsnē papildina nokrišņi; - Apūdeņošana – mēslojums sausā veidā apdobs joslā, ūdens krājumus augsnē papildina apūdeņojot pievadītais ūdens un nokrišņi; - Fertigācija – mēslojums izšķīdināts kopā ar ūdeni pievadīts līdz augiem, ūdens krājumus augsnē papildina apūdeņojot pievadītais ūdens un nokrišņi;

5.	Audzēšanas tehnoloģija	
5.1.	Dārza blīvums	1666 ābeles uz 1 ha, izmantojot stādīšanas shēmu 4,00 m starp rindām un 1,50 m starp kokiem.
5.2.	Vainagu veidošanas sistēma	<p>Ābeļu vainags veidots pēc slaidās vārpstas principiem ar pamatzariem ar klājzariem vainaga zemākajā zonā un klājzariem uz vadzara vainaga augšējā daļā, saglabājot piramidāla vainaga formu. Klājzari un augļzari, izvērtējot to kvalitāti, atjaunoti. Koku augstums ierobežots 3,00 - 3,50 m augstumam.</p> <p>Iespējams mehanizēti ierobežot vainagu veidojot tā kontūru, uzturot tā platumu zemākajā vietā ne lielāku kā 1,50 – 2,00 m, vainaga augšdaļā ne vairāk kā 0,30 m.</p> <p>Koku balstīšanai izmantoti individuāli impregnēti apaļi koka balsti, kuru diametrs 5 - 6 cm. Ieteicams izmantot mizotus priedes mietus, kas izzāvēti un impregnēti ar 4. apstrādes klasi.</p>
5.3.	Apdobs kopšana	Vismaz reiz sezonā apaugums apdobs joslā mazināts, izmantojot herbicīdus, kā glifosātus.
5.4.	Starprindas kopšana	Zālājs sēts, izmantojot stiebrzāļu maisījumu no ganību aieres, pļavu skarenes un sarkanās auzenes. Zālājs veģetācijas periodā regulāri (trīs – četras reizes) pļauts, to sasmalcinot un atstājot dārzā.
5.5.	Kaitīgo organismu ierobežošana	Kaitēkļi (laputis, ābolu tinējs) un slimību ierosinātāji (ābeļu kraupis, zaru vēzis, stumbra bojājumi – dažāda veida iedegas, miltrasa, puves) ierobežoti ar sintētiskiem augu aizsardzības līdzekļiem, ievērojot integrētās ražošanas principus un vadoties pēc lēmuma atbalsta sistēmas “RimPro” prognozēm.
5.6.	Augsnes raksturojums	Velēnu karbonātiska (Vki) augsne, viegls morēnu smilšmāls (sM3), augsnes reakcija pH _{KCl} 7,2 - 7,3; organiskā viela 2,1 - 2,8 %; izmantojamais K ₂ O 141 - 212 mg/kg; P ₂ O ₅ 94 - 161 mg/kg (DL metode (agrāk Egnera – Rima metode)); augsnes agroķīmiskās iekultivēšanas indekss 0,80 un pakāpe – vidēja; kalcija saturs 1217 mg/kg un magnija – 452 mg/kg augsnes.
5.7.	Nodrošināšana ar barības vielām	Eksperimenta norādītajā periodā nodrošināts slāpeklis 6 g/m ² amonija nitrāta (18 g/m ²) veidā. Mēslojums izkaisīts sausā veidā pavasarī apdobs joslā attiecīgi vai pievadīts fertigācijā mēslojuma normu sadalot vismaz četros devās un nodrošinot tā padošanu augiem sakņu zonā līdz jūlija sākumam.

6.	<i>Apūdeņošana</i>
6.1.	<i>Nokrišņu daudzums un ūdens vajadzība</i>
<p>No aprīļa līdz septembrim pētījumā periodā (2014 - 2019) fiksētais augiem pieejamais ūdens daudzums nokrišņu veidā 201 - 336 mm jeb 1,1 - 1,8 mm dienā.</p> <p>Izmantojot ābeļu summārās iztvaikošanas bioklimatisko koeficientu, attiecīgi aprēķinātā augu vajadzība pēc ūdens bija 447 līdz 554 mm jeb vidēji dienā 2,4 – 3,0 mm (max 4,7 mm).</p>	
6.2.	<i>Apūdeņojot pievadītais ūdens daudzums</i>
<p>Periodā no maija līdz septembrim (2014 - 2019) apūdeņojot pievadītais ūdens daudzums samitrinot 1 m platu apdobses joslu ābelēm bija 369 - 560 mm. Tas nodrošināja vidēji dienā pieejamu 3,5 – 4,9 mm ūdens, ieskaitot nokrišņus.</p>	
6.3.	<i>Apūdeņošanas sistēma</i>
<ul style="list-style-type: none"> - ūdens ieguves vieta (artēziskā aka ar sūkni); - ūdens nostādīšanas (atdzelžošanas) vietā – dīķis ar strūklaku; - sūkņu stacija; - maģistrālais ūdens vads (garums atkarīgs no attāluma līdz ūdens ņemšanas vietai); - hidrants; - ūdens uzskaites, spiediena noteikšanas (2 manometri, pirms un pēc filtra pa vienam), filtrēšanas (disku filtrs) un mēslojuma pievades (inžektora) mezgls; - sadalošais ūdens vads (ap 100 m); - pilinātājcaurules (pilinātāju izvietojums 0,36 - 0,40 m, ražība 2,0 L/h, ja spiediens sistēmā 100 kPa) ar spiediena kompensātoriem (vismaz 2500 m uz 1 ha), ja lauka konfigurācija ir 100×100 m, caurules izvietojot 25 rindās, kuru garums nepārsniedz 100 m vai atkarībā no ūdens pieejamības lauks dalāms sekcijās; <p>Papildus informācija grāmatā Auglkopība no 444 līdz 455. lpp.</p>	
6.4.	<i>Apūdeņošanas vadība</i>
<p>Bez automatizācijas iespējas un elastības, izvērtējot konkrētos apstākļus un veicot korekcijas, ūdens pievadīšana nodrošināta apūdeņošanas sistēmu darbinot vienu vai divas reizes (sausos un karstos apstākļos) nedēļā, padodot līdz 20 mm ūdens un pieņemot, ka vidēji summāri iztvaikotā ūdens daudzums ir 3 mm dienā (max karstākā laikā 5 mm/dienā).</p> <p>Apūdeņojot 1 ha un pievadot dienā 3 mm ūdens, kopējais ūdens apjoms dienā, samitrinot 1 m platu joslu ābelēm uz maza auguma potcelma, kur rindu attālums ir 4 m, jeb ¼ platības, ir 7,5 m³. Tas nozīmē, ka apūdeņošanu veicot reizi nedēļā, vajadzīgais ūdens apjoms ir 52,5 m³, kas koriģējams atkarībā no nokrišņu daudzuma attiecīgā periodā.</p> <p>Lai ūdeni pievadītu norādītajā apjomā (pilinātāju izvietojuma un to ražības, nodrošinot attiecīgu spiedienu sistēmā (skat. 6.3)), apūdeņošanas sistēma darbināma ap 40 min dienā vai līdz 4 h 15 min apūdeņojot reizi nedēļā.</p> <p>Izmantojot augsnes akumulēšanas spējas, kas augstāka ir augsnēs ar lielāku organisko vielu, māla daļiņu augsnēs kā smilšmāls (sM), var apūdeņot dārzu reizi nedēļā. Viegļāka mehāniskā sastāva augsnēs kā smilts (S) vai mālsmilts (Ms), apūdeņošana veicama biežāk tādejādi novēršot barības ieskalos dzīlākos augsnes slāņos vai izskalošanos pretstatā smagāka mehāniskā sastāva augsnēm.</p>	
7.	<i>Tehnoloģijas priekšrocības</i>
<p>‘Auksis’:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Augļi iegūstami par 3 - 16 % lielāki (piecās no sešām sezonām), ja tiek pievadīts ūdens, t.sk. uzlabojot barības vielu uzņemšanas apstākļus no augsnes vai pievadot tās izšķīdinātā veidā. Vidējais augļu lielums attiecīga vecuma ābelēm, ar papildus pievadīto ūdeni, 128 - 136 g (max 140 - 187 g noslēdzošā sezonā ar mazu ražu). - Ražība sasniedzama par 14 - 110 % lielāka (četrās no sešām sezonām), ja tiek pievadīts ūdens, t.sk. uzlabojot barības vielu uzņemšanas apstākļus no augsnes vai pievadot tās izšķīdinātā veidā. Vidējā ražība attiecīga vecuma ābelēm, ar papildus pievadīto ūdeni, 32 - 34 t/ha (max 53 - 57 t/ha katru otro sezonu, izmantojot fertigāciju). - Neliels ieguvums ar apūdeņošanu mazinot ražošanas periodiskumu – vidēji līdz 10 % stabilāka ražošana, ja dārzs tiek apūdeņots. 	

‘Zarja Alatau’:

- Augļi iegūstami par 2 - 6 % lielāki (divās no sešām sezonām), ja tiek pievadīts ūdens, t.sk. uzlabojot barības vielu uzņemšanas apstākļus no augsnes vai pievadot tās izšķīdinātā veidā. Vidējais augļu lielums attiecīga vecuma ābelēm, ar papildus pievadīto ūdeni, 114 - 118 g (max 143 g).
- Ražība sasniedzama par 13 - 62 % lielāka (piecās no sešām sezonām), ja tiek pievadīts ūdens, t.sk. uzlabojot barības vielu uzņemšanas apstākļus no augsnes pievadot tās izšķīdinātā veidā. Ražība sasniedzama par 45 - 164 % (līdz pat 2,5 reizēm lielāka starpība mazāku ražu gadījumos) tad, ja mēslojums uz augsnes dots sausā veidā un papildus pievadot tikai ūdeni. Vidējā ražība attiecīga vecuma ābelēm, ar papildus pievadīto ūdeni, 29 - 35 t/ha (max 77 - 88 t/ha sasniedzot vienā no sezonām, kad netiek veikta augļaižmetņu retināšana, kad augļu lielums nesasniedz pat 100 g, veicot augļaižmetņu retināšanu sasniedzams ražas max ap 44 - 56 t/ha).
- Ieguvums vidēji līdz 15 % stabilāka ražošana, ja dārzs tiek apūdeņots. Mazāk izteikts ražošanas periodiskums piecās no sešām sezonām.

‘Spartan’:

- Augļi iegūstami par 9 - 16 % lielāki (divās no sešām sezonām), ja tiek pievadīts ūdens, t.sk. uzlabojot barības vielu uzņemšanas apstākļus no augsnes vai pievadot tās izšķīdinātā veidā. Vidējais augļu lielums attiecīga vecuma ābelēm, ar papildus pievadīto ūdeni, 110 - 114 g (max 132 - 136 g).
- Ražība sasniedzama par 3 - 360 % lielāka (trijās no sešām sezonām), ja tiek pievadīts ūdens, t.sk. uzlabojot barības vielu uzņemšanas apstākļus no augsnes pievadot tās izšķīdinātā veidā. Lielākās atšķirības sezonās ar mazāku ražu, kas sekojušas bagātīgu ražu sezonai. Vidējā ražība attiecīga vecuma ābelēm, ar papildus pievadīto ūdeni, 32 - 33 t/ha (max 68 - 82 t/ha sasniedzot vienā no sezonām, kad netiek veikta augļaižmetņu retināšana, kad augļu lielums nesasniedz pat 100 g, veicot augļaižmetņu retināšanu sasniedzams ražas max ap 48 - 59 t/ha).
- Ieguvums vidēji 9 - 19 % stabilāka ražošana, ja dārzs tiek apūdeņots. Mazāk izteikts ražošanas periodiskums četrās no sešām sezonām.

Ne vienmēr papildus pievadīts ūdens (optimālāki apstākļi) nozīmē lielāku ražu vai labāku augļu kvalitāti (lielumu). Ražas lielumu nosaka koku augums, kas nodrošināms jaunā dārzā. Konkrētā gadā augļu daudzums pozitīvi ietekmē ražas lielumu no koka, bet ne augļu kvalitāti. Jo lielāka raža, jo mazāki augļi, un to, ābelēm uz maza auguma potcelmiem dārza lietderīgā mūža noslēguma daļā, nav iespējams nozīmīgi ietekmēt ar apūdeņošanu. Šķirnēm ar sīkākām augļiem un arī lapām nozīmīgs ir jauno pieaugumu nodrošinājums (lielāka ietekme vainaga atjaunošanas pasākumiem), kā arī augļaižmetņu retināšanai.