

K. KASK

## POLÜFENOOLSETE ÜHENDITE DÜNAAMIKAST MÕNEDE VILJAPUULIHKIDE NOORTES LEHTEDES

Uurides puittaimede lehtedes polüfenoolsete ühendite sisalduse dünaamikat, jälgitakse harilikult neid muutusi, mis ilmnevad lehtede ealise arenemise jooksul. Seejuures on näidatud, et kui jätta arvestamata samal ajal lehe kuivainesisalduses toimuvad muutused, väheneb kuivaine kohta arvatatud polüfenoolide hulk lehtede vananemisel pidevalt (Джемухадзе, 1940, 1950; Крюкова, 1946a; Курсанов, Бровченко, 1950; Полищук, 1958; Margna, 1962a, 1962b). Kui aga lehe kuivainesisalduses toimuvad muutused elimineeriti ja analüüsi tulemused arvutati kas lehe pinnaühiku või üksiku lehe kohta, tõsis polüfenoolide sisaldus siin võrdlemisi järsult kuni juulikuu lõpuni; nende tegelikku langust täheldati alles suve teisel poolel (Margna, 1962a, 1962b; Курсанов, Крюкова, 1941; Hillis, Swain, 1959). Polüfenoolsete ühendite sisaldus lehtedes on võrdlemisi kõrge juba vegetatsiooniperioodi algul: näit. ploomi- ja aprikoosipuul üle 10% kuivaine kohta nende esimeste lehtede täiskasvanuks saamisel (Margna, 1962a, 1962b; Каск, 1964).

Suured muutused polüfenoolide sisalduses lehtede arenemise vältel ja polüfenoolide üldhulga kõrge tase just kudede kasvamise perioodil viitavad selle aineterühma küllalt tähtsale osale taimede elutegevusprotsessides. Lehed tõenäoliselt on polüfenoolide moodustumise esmaseks kohaks (Крюкова, 1946a; Курсанов, Бровченко, 1950; Запрометов, 1963).

Eespool öeldust lähtudes rakub huvi uurida polüfenoolsete ühendite sisalduse dünaamikat noortes lehtedes, olenevalt nende moodustumise ajast. Mõningaid andmeid selle kohta oleme esitanud juba varem (Каск, 1964). Nendest selgub, et vegetatsiooniperioodi esimesel poolel suureneb polüfenoolide sisaldus uutes tekkivates lehtedes intensiivselt. Neist andmeid ei piisa aga ülevaate saamiseks kogu vegetatsiooniperioodil, eriti suve teisel poolel toimuvate protsesside dünaamikast. Selle lünga osaliseks täitmiseks uurisime aastail 1963—1965 polüfenoolsete ühendite sisalduse muutumist peamiselt vegetatsiooniperioodi teisel poolel.

### Metoodika

Katsetes kasutati hariliku aprikoosipuu (*Armeniaca vulgaris* Lam.) 1—3-aastasi seemikuid, mis olid kasvatatud Krasnodari krai Marjanskoje metskonnast (edaspidi nime-tame seda materjali Krasnodari reproduktsiooniks) ja Moldaaviast (edaspidi Moldaavia reproduktsioon) saadud seemnest ning hariliku ploomipuu (*Prunus domestica* L.) sordi 'Roheline renklood' 3—5-aastasi seemikuid, milleks seeme oli saadud Eesti Maaviljeluse

Instituudi Polli katsebaasist. Kõik analüüsitavad taimed kasvatati 4—8° C juures stratifitseeritud seemnetest.

Analüüsiks koguti kella 9 ja 11 vahel 2—3 lehte igalt seemikult ja ühendati koendprooviks. Aprikoosipuu Krasnodari reproduktsiooni puhul saadi selline koendproov 45 seemikult, Moldaavia reproduktsiooni puhul kuni 150 seemikult ja ploomipuul kuni 40 seemikult võetud lehtedest. (Proovide võtmise ajad selguvad joonistelt 1 ja 2.) Kõigil kor-dadel kogutud lehed olid enam-vähem ühevanused — alles äsja normaalsuuruse saavutanud. 3. oktoobril 1964 koguti peale noorte lehtede eraldi veel võrse eri osadel paiknevaid, s. o. erineva vanusega lehti. Kohe pärast kogumist fikseeriti lehed voolavas vee-aurus 10 minuti jooksul, kuivatati ja säilitati kuni analüüsimiseni kuivas ühtlase temperatuuriga ruumis.

Polüfenoolide vees lahustuva fraktsiooni sisaldus määrati Kursanovi poolt modifitseeritud Löwenthali permanganomeetrilise meetodiga (Курсанов, 1941), mille Margna (1962a) oli kohandanud poolmikromeetodiks. Polüfenoolide seotud fraktsiooni sisaldus määrati Bokutšava-Popovi meetodil (Бокучава, Попов, 1946). Tulemused arvatati absoluutkuiva aine sisalduse kohta. Kummagi fraktsiooni summeerimisega saadi polüfenoolide üldine sisaldus.

### Katsete tulemused ja arutelu

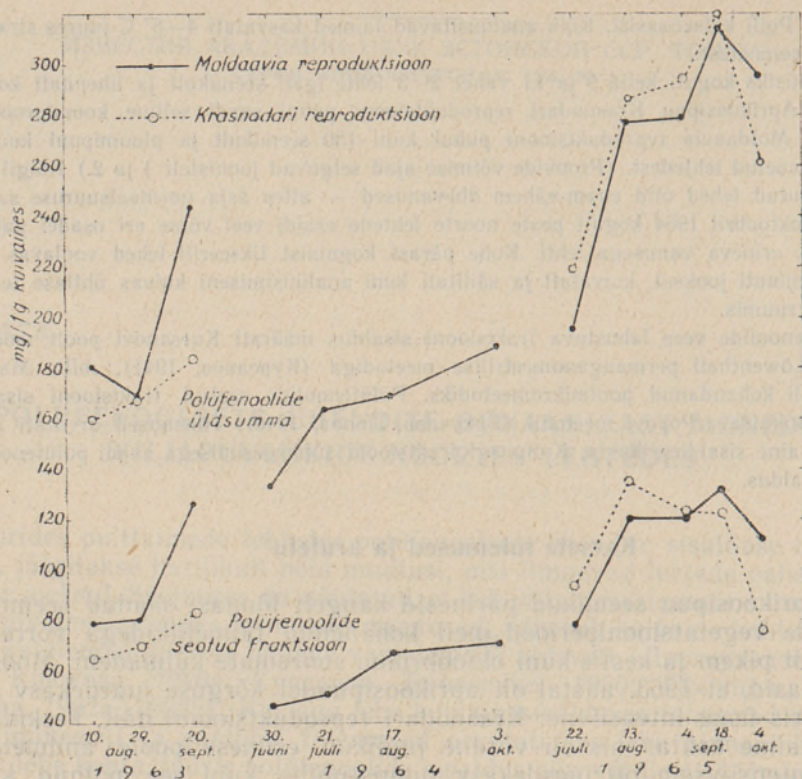
Et aprikoosipuu seemikud pärinesid kaugelt lõunast saadud seemnest, oli nende vegetatsiooniperiood meil kohanenud taimeliikidega võrreldes tunduvalt pikem ja kestis kuni oktoobrikuu suuremate külmadeni. Mõõtmised näitasid, et 1963. aastal oli aprikoosipuudel kõrguse juurdekasv veel septembris üsna intensiivne: Krasnodari reproduktsioonil näit. keskmiselt 12 cm taime kohta, mis oli võrdne juulikuu esimese poole andmetega. Kõige intensiivsem oli juurdekasv juunis-juulis, kuid see polnud kuigi palju vähenenud ka augustis.

Polüfenoolide sisaldus aprikoosipuu noortes lehtedes kasvas vegetatsiooniperioodi vältel, olenevalt sellest, mida hiljem sügise poole lehed olid moodustunud (joon. 1). Polüfenoolsete ühendite hulk suurenes niivõrd, et seda ei suutnud oluliselt varjata isegi kõikumised lehtede kuivainesisalduses.

1965. aasta leheproovide analüüsid näitavad polüfenoolide sisalduse järsku langust pärast tugevamaid öökülmi (2.—4. okt. kuni —5° C). Seega võib oletada, et sügiskülmade saabumine ongi polüfenoolide sisalduse kasvu piiriks noortes lehtedes.

Koos polüfenoolide üldise sisaldusega suurenes enamasti ka nende seotud fraktsiooni sisaldus. Mõnikord aga jäi viimane enam-vähem ühesugusele tasemele (näit. 1965. aastal, alates augustikuu teisest poolest). Tugevamate külmade saabumisel langes ka seotud fraktsiooni sisaldus lehtedes järsult.

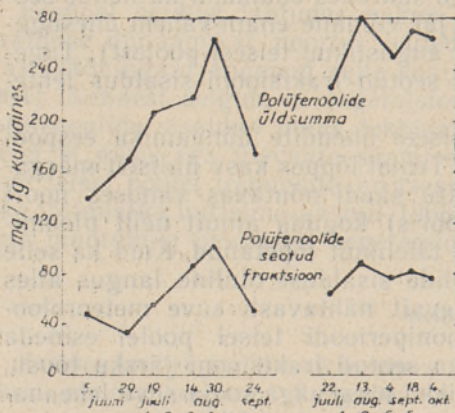
Ploomipuul ei avaldunud polüfenoolsete ühendite dünaamika eespool kirjeldatud pilt igakord nii selgel kujul. Temal lõppes kasv üldiselt märgatavalt varem kui aprikoosipuul. Seetõttu saadi nõutavas vanuses noori lehti sügise poole (septembris ja oktoobris) koguda ainult neilt ploomipuu seemikutelt, mis polnud veel kasvu täielikult lõpetanud. Kuid ka selle liigi noortes lehtedes ilmneb polüfenoolide sisalduse oluline langus alles üsna vegetatsiooniperioodi lõpul. Olenevalt nähtavasti suve meteoroloogilistest tingimustest, võib vegetatsiooniperioodi teisel poolel esineda nii polüfenoolide üldise sisalduse kui ka seotud fraktsiooni järsku tõusu, nagu näitavad 1963. a. põuase, päikeserikka ning väga sooja suve leheanalüüsid, või püsib polüfenoolide sisaldus mõningate kõikumistega enam-vähem ühesugusel tasemel (näit. 1965. a. vihmasel, suhteliselt jahedamal sügisel). Äärmiselt ebasoodsates tingimustes, nagu need lõi näit. 1962. a.



Joon. 1. Polüfenoolsete ühendite sisaldus aprikoosipuul noortes lehtedes.

väga jahe ja vihmane suvi, võib polüfenoolide sisaldus ploompüul langeda koguni augusti teisel poolel (Kask, 1964).

Polüfenoolide seotud fraktsiooni suhteline sisaldus polüfenoolsete ühendite üldhulgas püsis 1964. ja 1965. aastal enam-vähem ühesugusel tasemel: ploompüul 27–31%, aprikoosipuul (näit. Moldaavia reproduktsioonil 1965. a.) 38–43% piires. 1963. aastal seevastu täheldati ploompüul tunduvalt suurenenud seotud fraktsiooni suhtelises sisalduses: kui see juuni lõpul ja juuli algul moodustas polüfenoolide üldsummast kõigest 20%, siis augusti teisel poolel tõusis ta ligi 40%-ni. Ka aprikoosipuul võis 1963. aastal märgata polüfenoolide seotud fraktsiooni suhtelise hulga suurenemistendentsi. Järelikult on tihenemisprotsesside intensiivsus noortes lehtedes leiduvate polüfenoolide kompleksis suurel määral suve meteoroloogilistest tingimustest.



Joon. 2. Polüfenoolsete ühendite sisaldus ploompüul noortes lehtedes.

Katsetulemustest järeldub, et polüfenoolsete ühendite sisalduse

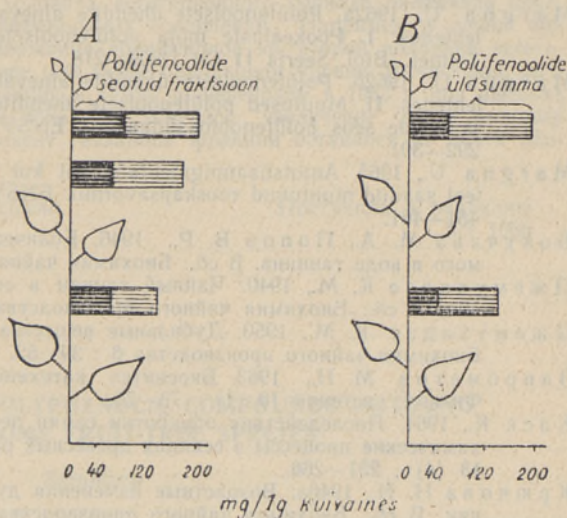
dünaamikat lehtedes tuleb vaadelda kahest aspektist. Esiteks: üksiku lehe seisukohalt, tema arenemise algusest kuni ontogeneesi lõpuni. Teiseks: võrse kui teatava tervikliku üksuse seisukohalt, mille erinevad tsoonid — kasvukuhiku lähedane osa, kus tekkinud uued lehed kasvavad väga intensiivselt, hiljuti täissuuruse saavutanud noorte lehtede tsoon, vanemate lehtede tsoonid jne. — ei ole füsioloogiliselt samaväärsed (Мойсеев, 1962).

Käesoleva artikli algul märgitud töödes on polüfenoolide sisalduse dünaamikat käsitletud enamasti ainult lehtede ontogeneesi seisukohalt. Detailsemad uurimused (näit. Запрометов, 1963) näitavad, et maksimaalne polüfenoolide (katehhiinide) sünteesimise võime on omane just kõige noorematele taimekudedele — esimesele lehele ja pungale.

Võrreldes erineva vanusega, s. o. võrsel erinevas kõrguses paiknevaid aprikoosipuu lehti, ilmnes, et nooremad neist olid polüfenoolsete ühendite poolst vanematest rikkamad (joon. 3).

Millega aga seletada, miks võrse kasvamisel tekkivates uutes lehtedes, võrreldes varem moodustunud lehtedega, suureneb polüfenoolide sisaldus järjekindlalt? Ühe põhjusena võib märkida uute lehtede paiknemist võrse kõrgemal osal, kus ainete kontsentratsioon on üldiselt suu-

Joon. 3. Polüfenoolide üldsumma ja seotud fraktsiooni sisaldus võrsel erinevas kõrguses asetsevates ning erineva vanusega lehtedes: A — Moldaavia reproduktsioon, B — Krasnodari reproduktsioon. (Jämedalt viirutatud lõik — seotud fraktsioon.)



rem kui allpool. N. Krjukova (Крюкова, 1946b) näitas, et kasvu ajal toimub polüfenoolide ümberpaigutumine vanadest lehtedest noortes võrsetesse. Samale võimalusele juhtisid tähelepanu ka A. Kursanov ja M. Brovtšenko (Курсанов, Бровченко, 1950) ning W. E. Hillis ja T. Swain (1959).

Mõned tähelepanekud (Margna, 1965; Запрометов, 1963) viitavad sellele, et polüfenoolide sisalduse suurenemise ühe põhjusena noortes lehtedes võiks kõne alla tulla ka põhi- ja sekundaarainevahetuse omavahelise tasakaalu järkjärguline muutumine vegetatsiooniperioodi jooksul sekundaarainevahetuse (sealhulgas polüfenoolide biosünteesi) kasuks. Viimane asjaolu tuleneb sellest, et suve teisel poolel väheneb kasvuprotsesside intensiivsus märgatavalt, mistõttu tekivad mõnevõrra soodsamad tingimused põhiainevahetuses ning lehtede fotosünteesilises tegevuses moodustunud produktide ärakasutamiseks sekundaarseteks sünteesideks.

\*

Kokku võttes võib polüfenoolsete ühendite dünaamikat lehtedes kirjeldada järgmiselt.

Kevadel arenema hakkavates noortes lehtedes toimub polüfenoolide sisalduse pidev ja võrdlemisi järsk tõus, mis kestab lehe kogu intensiivse tegevuse vältel ja hakkab langema lehe vananedes (harilikult alates juuli

lõpust). Samal ajal toimuvast võrsete kasvuprotsessis moodustub uusi noori lehti, mis on polüfenoolsetest ühenditest rikkamad, kui olid varem moodustunud lehed samas vanuses. Uute lehtede rikastumine polüfenoolsete ühenditega (või mõnesuguste meteoroloogiliste tingimuste puhul püsimine enam-vähem ühesugusel tasemel) kestab kuni võrsete kasvu lakkamiseni või sügiskülmade saabumiseni. Sellele järgneb nende ühendite sisalduse kiire langus.

## KIRJANDUS

- Hillis W. E., Swain T., 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. II. The analysis of tissues of the 'Victoria Plum Tree'. J. Sci. Food and Agric. **10** (2) : 135—144.
- Margna U., 1962a. Polüfenoolsete ühendite ainevahetusest 'Liivi kollase munaploomi' lehtedes. I. Pookealuste mõju polüfenoolsete ühendite sisaldusele. ENSV TA Toimet., Biol. Seeria **11** (3) : 209—218.
- Margna U., 1962b. Polüfenoolsete ühendite ainevahetusest 'Liivi kollase munaploomi' lehtedes. II. Muutused polüfenoolsete ühendite kompleksis lehtede arengu käigus ja nende seos polüfenooloksüdaasiga. ENSV TA Toimet., Biol. Seeria **11** (4) : 292—301.
- Margna U., 1965. Antotsüaanpigmentatsiooni kui uue tunnuse iseloomust pookimise teel saadud muutunud rooskapsavormil. ENSV TA Toimet., Biol. Seeria **14** (4) : 451—461.
- Бокучава М. А., Попов В. Р., 1946. Количественное определение нерастворимого в воде танина. В сб.: Биохимия чайного производства **5** : 32—40. М.—Л.
- Джемухадзе К. М., 1940. Чайный танин в связи с переработкой и качеством чая. В сб.: Биохимия чайного производства **4** : 35—52.
- Джемухадзе К. М., 1950. Дубильные вещества и качество чайного сырья. В сб.: Биохимия чайного производства **6** : 39—52.
- Запрометов М. Н., 1963. Биосинтез катехинов в побегах чайного растения. Физиол. растений **10** (1) : 73—78.
- Каск К., 1964. Последствие обработки семян переменными температурами на биохимические процессы в сеянцах древесных растений. Изв. АН ЭССР, Сер. биол. **13** (4) : 251—266.
- Крюкова Н. Н., 1946a. Возрастные изменения дубильных веществ в чайном растении. В сб.: Биохимия чайного производства **5** : 41—49.
- Крюкова Н. Н., 1946b. Сезонные изменения дубильных веществ в листьях чая. В сб.: Биохимия чайного производства **5** : 50—55.
- Курсанов А. Л., 1941. Определение различных форм дубильных веществ в растениях. Биохимия **6** (3) : 312—325.
- Курсанов А. Л., Бровченко М. И., 1950. Дубильные вещества различных органов чайного растения. В сб.: Биохимия чайного производства **6** : 53—69.
- Курсанов А. Л., Крюкова Н., 1941. Возрастные изменения дубильных веществ в растениях. Биохимия **6** (3) : 326—334.
- Мойсеев Н. Н., 1962. О физиологической разнокачественности плодового дерева. Тр. Казахск. с.-х. ин-та Сер. агрон. **9** : 206—213.
- Пслищук Л. К., 1958. Динамика дубильных веществ в надземной части грецкого ореха в течение года. Вестн. Киевск. ун-та, Сер. биол. (1) : 53—64.

K. KASK

**О ДИНАМИКЕ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В МОЛОДЫХ  
ЛИСТЬЯХ НЕКОТОРЫХ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ**

Резюме

Изучалась динамика полифенолов в молодых листьях абрикоса (*Armeniaca vulgaris* Lam.) и сливы (*Prunus domestica* L.). Летом 1963—1965 годов для каждой пробы были собраны самые молодые листья, достигшие нормальных размеров. Особое внимание уделялось выяснению динамики полифенольных соединений во второй половине лета.

Установлено, что новые молодые листья, которые образуются на ветвях в процессе их роста, содержат тем больше полифенольных соединений, чем ближе к осени они образуются. Если рост ветвей продолжается еще в сентябре, то обогащение новых листьев полифенолами происходит до конца вегетации. Только после первых значительных заморозков содержание полифенолов в молодых листьях резко снижается.

Различия в метеорологических условиях вегетационного периода оказывали определенное влияние на динамику полифенольных соединений. Например, у сливы при прохладном и дождливом лете содержание полифенолов во второй половине вегетационного периода оставалось на более или менее одинаковом уровне. Вычисление процентного содержания связанной фракции в сумме полифенолов в 1963 г. при высоких температурах и длительной засухе показало заметное увеличение его в молодых листьях. В остальные же годы процент связанной фракции оставался на почти одинаковом уровне.

Институт экспериментальной биологии  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
5/1 1966

K. KASK

**ON THE DYNAMICS OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS IN YOUNG  
LEAVES OF SOME FRUIT-TREE SPECIES**

Summary

In the paper the dynamics of polyphenols in young leaves of apricot (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and plum (*Prunus domestica* L.) seedlings are described. In the summers of 1963—1965, the youngest leaves that had reached the normal size were gathered for each sample.

It has been demonstrated that the later the new young leaves were formed in the growth processes of a sprout, the more polyphenolic compounds they contained. When the sprouts continued to grow as late as September, the increase in the content of polyphenolic compounds in the new leaves lasted until the end of the vegetative period. Only after the first considerable night frosts did the polyphenol content of young leaves fall abruptly.

Different meteorological conditions during the vegetative periods exerted a certain influence on the dynamics of polyphenols. For instance, the polyphenol content in young leaves of plum seedlings remained on a more or less similar level during the second half of the vegetative period when the summer was cool and rainy. But in the particularly warm and draughty summer of 1963, the total polyphenols as well as the absolute and relative content of its bound fraction of apricot and plum leaves increased considerably.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Experimental Biology

Received  
Jan. 5, 1966