

U. MARGNA, A. TOHVER, E. MARGNA

TÄIENDAVID ANDMEID POOKIMISE TEEL SAADUD MUUTUNUD ROOSKAPSAVORMI BIOKEEMILISTE OMADUSTE KOHTA, VÖRRELDUNA LÄHTEVORMIGA

ENSV TA Eksperimentaalbioloogia Instituudis L. Issako poolt pookimise teel saadud uute tunnustega rooskapsavormi (Issako, 1960; Иссако, 1959, 1961a, 1961b) juures on suuremat tähelepanu äratanud taimede küllalt selgelt väljendunud omadus produtseerida antotsüaane. Uus iseärasus avaldub väliselt vegetatsiooniperioodi teisel poolel suuremal või vähemal määral esiletuleva violetse pigmentatsioonina muutunud vormi taimede leheservades, -rootsudes ja -roodudes ning viitab teatud biokeemilistele nihetele rooskapsa ainevahetuses. Et lähtevormina kasutatud rooskapsasordi 'Herkules 118' taimedel taolist pigmentatsiooni tavaliselt pole täheldatud, uus vorm aga saadi 'Herkules 118' pookimise tagajärjel tugevasti pigmenteerunud punasele peakapsale 'Kivipea 127', lõi see teatud aluse oletusteks, et antotsüaanpigmentide sünteesimise võime on muutunud rooskapsavormil uueks pärilikuks tunnuseks ja omandatud pookimise teel pookealusena kasutatud punaselt peakapsalt.

Küsimuse selgitamiseks korraldatud biokeemiline uurimine näitas, et pigmentatsioon pookimise tagajärjel muutunud rooskapsavormi lehtedes ei kujuta endast siiski uut kvalitatiivset tunnust, vaid lihtsalt kvantitatiivset ning ilmselt sekundaarset laadi nihet rooskapsasordil 'Herkules 118' juba algselt olemasolevas võimes sünteesida antotsüaane, millel pole ühist pigmentatsiooni kui omaduse päriliku ülekandumisega pookealuselt poogendile. Muutunud rooskapsavormi lehtedest ja idandest isoleeritud pigment osutus kvalitatiivselt identseks lähtevormina kasutatud rooskapsasordi idandest eraldatud pigmendiga (Margna, 1965; Маргна, 1965, 1966).

Arvesse võttes taimedes esineva fenoolse kompleksi komplitseeritud iseloomu ning antotsüaanide biogeneetilisi seoseid teiste keemiliselt ülesehituselt samalaadsete ühendite gruppidega, jäi võimalus oletada, et pookimise tagajärjel on teatud kvalitatiivsed muutused siiski tekkinud, kuid sama kompleksi teistes lülides ja ilma et see samal ajal oleks kvalitatiivselt puudutanud antotsüaanide produtseerimisele viivate biosünteesiliste reaktsioonide kulgu. Kõne alla võiksid tulla võimalikud muutused eeskätt flavonoidi tüüpi ühendite, aga samuti hüdroksükaneelhappe derivaatide kompleksis.

Käesoleva töö eesmärgiks oligi nimetatud ühendite komplekside kvalitatiivne uurimine, kusjuures võrdlevalt võeti vaatluse alla nende koostis ühelt poolt pookimise teel saadud muutunud tunnustega rooskapsavormi ja teiselt poolt selle lähtesordi 'Herkules 118' lehtedes.

Metoodika

Analüüsideks vajalik lehtmaterjal koguti nii 'Herkules 118' kui ka selle pookimisel saadud uue rooskapsavormi puhul instituudi katseaedades avamaal kasvatatud taimedelt. Leheproovid korjati 1964. ja 1965. a. augustis ning septembris, kusjuures uue vormi puhul võeti nad viienda ja kuuenda põlvkonna isenditelt.

Uuritavate ühendite eraldamiseks ekstraheeriti 60° C temperatuuris kuivatatud ja peenestatud materjal vesivannil tagasivoolujahuti all kaks korda à 20 min. 95°-se etanooliga. Saadud intensiivselt pigmenteerunud ekstraktile lisati viiendik kuni veerand mahuosa destilleeritud vett, alkohol destilleeriti üle ja sadestunud klorofüll eemaldati järelejäänud vesilahusest filtreerimise teel. Filtraat alkoholiseeriti 4—5-kordse mahuhulga 95°-se etanooliga ning flavonoidide ja hüdroksükaneelhappe derivaatide sadestamiseks lisati aluslise pliitsetaadi küllastatud lahust. Tekkinud kollane sade eraldati pärast ööpäevast seismist tsentrifugeerimise teel ja pesti 2—3 korda etanooliga. Seejärel suspendeeriti sade ca 20 milliliitris 95°-ses etanoolis ning tugevasti segades lisati tilkhaaval 50%-list väävelhappelahust, kuni sademe kollane värvus muutus valgeks, s.t. kuni polüfenoolide plüisoolade täieliku lagunemiseni ja plüisulfaadi tekkimiseni. Viimane eemaldati filtreerimise teel. Üht osa saadud filtraadist, mis sisaldas uuritavaid ühendeid natiivsel kujul, kasutati vahetult kromatograafiliseks uurimiseks, teine osa hüdrolüüsi tugevas happelises keskkonnas.

Hüdrolüüsimiseks lisati eespool kirjeldatud viisil saadud 10 ml lahusele võrdne mahuosa destilleeritud vett ja 5 ml kontsentreeritud soolhapet. Segu kuumutati keeval vesivannil tagasivoolujahuti all 15 min. Seejärel eemaldati hüdrolüüsist vesivannil aurutades alkohol, järelejäänud vesilahust aga ekstraheeriti hüdrolüüsil vabanenud flavonoidsete aglükkonide ning vabade hüdroksükaneelhappe derivaatide eraldamiseks etüülatsetaadiga. Lõpuks viidi uuritavad ühendid üle alkohoolsesse lahusesse, milleks etüülatsetaatne fraktsioon aurutati kuivaks. Jääk lahustati väheses hulgas 95°-ses etanoolis ja kromatografeeriti.

Rakendati nii tõusvat kui ka laskuvat kromatograafiat. Solvendisüsteemidest kasutati ühemõõtmelise kromatograafia puhul järgmisi: A — 3%-line äädikhape, B — 25%-line äädikhape, C — isobutanool:jää-äädikhape:vesi (5:1:2), D — n-butanool:jää-äädikhape:vesi (4:1:5 — orgaaniline faas), E — toluool:jää-äädikhape:vesi (4:1:5 — orgaaniline faas) (Bate-Smith, 1956); kahemõõtmelise kromatograafia puhul: 3%-line äädikhape, isobutanool:jää-äädikhape:vesi (5:1:2) või toluool:jää-äädikhape:vesi (4:1:5 — orgaaniline faas). Mõnel juhul kasutati samu solvendisüsteeme vastupidises järjekorras.

Kromatografeerimine toimus Saksa Demokraatlikus Vabariigis toodetud spetsiaalsel kromatograafiapaberil FN-11.

Laikude asukohta kindlakstegemiseks vaadeldi kromatogramme enne ja pärast ammoniaagiaurudega mõjutamist ultravioletvalguses ning jälgiti värvusreaktsioone, mis tekkisid kromogeensete reagentide toimel (Seikel, 1962, 1964; Гейссман 1960; Прохазка, 1962). Uuritavate ühendite täpsemaks iseloomustamiseks määrati nende alkohoolsete eluaatide neeldumisspektrid ultravioletvalguses ning mitmesuguste reaktiivide toimel tekkinud neeldumismaksimumide nihked (Harborne, 1964; Jurd, 1962; Jurd, Horowitz, 1957). Spektrid mõõdeti kodumaise spektrofotomeetri СФ-4А abil.

Katsete tulemused

Analoogiliselt eelmiste antotsüaanpigmentide uurimistega (Margna, 1965; Марна, 1965, 1966) ei õnnestunud ka seekord, flavonoidide ja fenüülpropanühendite uurimisel, leida kvalitatiivseid erinevusi uuritud rooskapsavormide vahel. Olenemata kasutatud solvendisüsteemist, saadi eraldatud preparaate kromatograafilisel võrdlemisel kõikidel juhtudel ühendite arvu, vastastikuse asetuse ja laikude fluorestsentsi- ning värvusreaktsioonide poolest täiesti identsed kromatogrammid. Teatud erinevusi

võis täheldada ainult laikude kvantitatiivsetes vahekordades. Võrdsete preparaadihulkade kromatograafilisel lahutamisel olid laikude dimensioonid lähtevormina kasutatud rooskapsavormi puhul tavaliselt väiksemad ja nende fluorestsents ning värvumine mõnevõrra madalama intensiivsusega kui pookimise teel saadud muutunud rooskapsavormi puhul. Kuigi selle kohta täpsemaid kvantitatiivse mõõtmise tulemusi ei hangitud, viitab see siiski kogu polüfenoolse kompleksi mõnevõrra kõrgemale sisaldusele uue rooskapsavormi lehtedes.

Kromatograafilise ning spektrofotomeetrilise analüüsi tulemuste põhjal võib öelda, et tüüpilist flavonoidskeletti omavad ühendid on rooskapsa mõlema vormi lehtedes esindatud kahe glükosiidiga. Mõlemad on kromatogrammidel ultravioletvalguses nähtavad tumedate laikudena, mis pärast NH_3 aurudega mõjutamist fluorestseeruvad kollaselt, viidates sellele, et glükosiidide aglükoonid kuuluvad flavonoolide hulka. Seda kinnitavad ka hüdrolüüsil glükosiidilisest seongust vabanenud aglükoonide intensiivne kollane fluorestsents ultravioletvalguses ning positiivne värvusreaktsioon tsirkooniumoksükloriidi- ja sidrunhappelahusega. Samasuguste omadustega on ka testsubstantsina kasutatud kvartetiin, kuid viimasega võrreldes omavad mõlemad siin leitud aglükoonid märgatavalt erinevaid R_f väärtusi enamikus solventides (solvendisüsteemis B kvartetiin — 0,14, I flavonoidne aglükoon — 0,17, II aglükoon — 0,34; teistes solvendisüsteemides vastavalt: C — 0,82; 0,63; 0,34; D — 0,83; 0,66; 0,41). 3%-lises äädikhappes voolutades liiguvad aglükoonid aeglaselt. Veelgi aeglasem on nende liikumine toluooli sisaldava solvendisüsteemi puhul, kuid teatud migratsioon stardipunktist on mõlema aglükooni juures siiski märgatav, lubades oletada, et viimaste molekulis ei ole ortoasetusega vabu hüdroksüülrühmi (Bate-Smith, 1956).

Tabel 1

Flavonoidsete aglükoonide neeldumismaksimumid ($m\mu$) ultravioletvalguses

		95°-ne etanool	95°-ne etanool +		
			AlCl_3	CH_3COONa	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HBO}_3$
I flavonoid	I maksimum	367	423	367	367
	II maksimum	267		268	
II flavonoid	I maksimum	367	423	368	368
	II maksimum	255; 266		255; 268	

Ultraviolet-neeldumisspektrid on mõlema aglükooni puhul põhijoontes sarnased ja maksimumide asukohad pikemalainelises neeldumisvööndis praktiliselt kokkulangevad (tabel 1). Erinevusi on aga neeldumisspektri lühemalainelises osas: I flavonoidi puhul on tegemist selgepiirilise ühetipulise neeldumismaksimumiga ($\lambda_{max} = 267 m\mu$), II flavonoidi iseloomustab ebamäärasem kahetipuline neeldumisriba ($\lambda_{max} = 255$ ja $266 m\mu$). See viitab substituentide olemasolule tähendatud aglükoonimolekuli nii 3' kui ka 4' asendis (Jurd, 1962).

Mõne tilga alkoholse alumiiniumkloriidilahuse lisamine aglükoonide alkoholsetele eluaatidele kutsub esile flavonoolidele iseloomuliku tugeva batokroomse nihke I neeldumisvööndis — $\Delta\lambda_{max} = 56 m\mu$. Seevastu naatriumatsetaat ja viimane koos boorhappega olulisi muutusi maksimumide asukohas ei tekita.

Saadud andmete ning kirjanduses refereeritud kromatograafiliste ja spektrofotomeetriliste faktide võrdlemise alusel tuleb I flavonoidset aglükooni omadustelt kõige lähemaks lugeda 3,5,4-trihüdroksü-7-metoksüflavoonile e. ramnotsitriinile ning II aglükooni — 3,5,4'-trihüdroksü-7,3'-dimetoksüflavoonile e. ombuiinile.

Fenüülpropanoidse ja sellele lähedase struktuuriga ühendite kompleks uuritud rooskapsavormide lehtedes osutus märgatavalt rikkamaks ja koosneb mõlema vormi puhul vähemalt 9 individuaalsest ühendist, mille vastastikusest asetusest ning fluorestsentsireaktsioonidest annab ülevaate tabel 2.

Tabel 2

Rooskapsa lehtedes leitud fenüülpropanühendite paberchromatograafiline karakteristik

Laigu tinglik tähistus		R_f 3%-lises äädik-happes	Fluorestsentsireaktsioon UV-valguses	
			enne NH_3 aurudega mõjutamist	pärast NH_3 aurudega mõjutamist
1a	kohvihape	0,27	sinine	sinine
1b	sinapiinhape (?)	0,27	sinine	sinine
2	feerulahape	0,31	tumesinine	tumesinine
3	?	0,38	sinine	rohekassinine
4	<i>p</i> -kumaarhape	0,40	ei fluorestseeru	tumesinine
5	?	0,43	sinine	rohekassinine
6	?	0,51	ei fluorestseeru	tumesinine
7	?	0,58—0,63	sinine	rohekassinine
8	2,3-dimetoksükaneel-hape (?)	0,81	kollene	kollane

Neist ühendid 1a, 2 ja 4 osutusid autentsete testsubstantsidega võrreldes identseiks vastavalt kohvihappe, feerulahappe ja *p*-kumaarhappega. Ühend 1b ei olnud nõrkades orgaaniliste hapete lahustes voolutamisel kohvihappest laikude enam-vähem täieliku kattumise ja ühesuguse fluorestsentsireaktsiooni tõttu eristatav, küll aga õnnestus see kahemõõtmelise kromatograafia abil, kus teise solventina kasutati toluooli ja äädik-happe segu (solvendisüsteem E). Erinevalt kohvihappest liikus ühend 1b ka toluoolisolvendis: märgatavalt edasi ($R_f = 0,26$), mis, analoogiliselt samuti käituva feerula- ja *p*-kumaarhappega, viitab ortoasetusega vabade hüdroksüülrühmade puudumisele tema molekulis (Bate-Smith, 1956). Nende ja kirjanduses leiduvate andmete (Ibrahim, Towers, 1960; Гейсман, 1960) kõrvutamise põhjal on tõenäoline, et laigu 1b korral on tegemist sinapiinhappega, kuigi puudus võimalus selle oletuse kontrollimiseks autentse substantsiga otse võrdlemise teel.

Laik 8 erines teistest fenüülpropanoenderivaatidest oma kollase fluorestsentsi ning märgatavalt kõrgema R_f väärtuse poolest 3%-lises äädik-happes ja ka teistes solventides. Selliste omadustega hüdroksükaneelhappe rea derivaatidest on kirjanduse andmeil seni teada ainult üks — 2,3-dimetoksükaneelhape (Гейсман, 1960). Võimalik, et laigule 8 vastav ühend rooskapsa lehtedes ongi identne tähendatud happega, seda enam et ka ühendi võime edasi liikuda toluoolisolvendiga voolutamisel ($R_f = 0,12$) ei ole sellega vastuolus.

Töö eesmärk ei nõudnud kõikide uuritava kompleksi ühendite täielikku identifitseerimist, mistõttu ülejäänud laike üksikasjalisemalt ei iseloomus-

tatud. Kuid ka kindlakstehtud füüsikalise-keemiliste omaduste põhjal pole kahtlust, et pookimise teel saadud rooskapsavormi lehtedes leitud ühendid on täielikult identsed vastavate fenoolsete ühenditega lähtevormi ('Herkuless 118') lehtedes. See näitab, et pookimine punasele peakapsale ei ole suutnud esile kutsuda selliseid teisendusi rooskapsa geneetilises aparatis, mille järeltuleks oleksid kvalitatiivsed muutused poogendi järglas-konna flavonoidide ning sugulasühendite kompleksi koostises.

Arutelu

Võttes kokku käesoleva ja ka eelmiste uurimuste (Margna, 1965; Margna, 1966) resultaadid, tuleb asuda seisukohale, et kogu pookimise kui operatsiooni ja punase peakapsa kui konkreetse pookealuse mõju rooskapsa pärilikkusele piirub siin vaid kvantitatiivsete efektidega antud ühendite kompleksi biosünteesi intensiivistumise suunas. Kui silmas pidada, et analoogiline ja seejuures üsna märgatav kvantitatiivne nihe on tulnud uue vormi juures ilmsiks ka lämmastikuühendite ja süsivesikute ainevahetuses, askorbiinhappesisalduses, mõningate fermentide aktiivsuses ja ka morfoloogilistes näitajates (Issako, 1960; Иссако, 1961a, 1961b), siis tuleb pookimisele antud juhul nähtavasti vaadelda kui rooskapsa pärilikkust üldiselt ja mittespetsiifiliselt puudutanud mõjutusele, mis kogu ainevahetuse, sealhulgas antotsüaanide ja teiste flavonoidide biosünteesiprotsessid, on tõstnud mõnevõrra kõrgemale astmele ning millega vähemalt tähendatud kompleksi piires ei kaasne mingisuguseid kvalitatiivseid muutusi. Kvalitatiivsete erinevuste puudumine biosünteesireaktsioonide vahe- ja lõpp-produktide, antud rooskapsavormide lehtedes kogunevate flavonoidsete ühendite osas aga omakorda eeldab neid reaktsioone katalüüsivate fermentisüsteemide täielikku identsust mõlemas vormis. Tuginedes nüüd juba üldist tunnustust ja kinnitust leidnud fundamentaalsele kontseptsioonile, mille järgi organismi pärilikkuse üksused (geenid) funktsioneerivad bioloogiliste katalüsaatorite (fermentide) eksistentsi ja spetsiifilisuse kontrolli kaudu (Wagner, Mitchell, 1964), tuleb järeldada, et genotüübi muutused pookimise teel saadud rooskapsavormil (kuivõrd neid genotüüpseks saab klassifitseerida) ei puuduta flavonoidide biosünteesiga seotud spetsiifilisi kontrollmehhanisme.

Sellega seoses näib antud korral ebatõenäolisena ka nn. kvantitatiivse geneetilise faktori toime võimalus, mille olemasolu on flavonoidide suhtes üksikutes taimedes kindlaks tehtud. Seni kirjeldatud eksperimentide põhjal on flavonoidpigmentide hulka kontrollivate geenide tüüpiliseks iseärasuseks nende toime faktoriaalsus, seos kas mõne üksiku või koguni ainult ühe individuaalse ühendiga antud liigile iseloomulikum flavonoidide kompleksist ja nende toimete vastastikku konkureeriv iseloom, kusjuures tavaliselt on selle faktori kontrollivat mõju täheldatud ainult kroonlehtede pigmentide suhtes (Harborne, 1962).

Meie poolt leitud kvantitatiivsed muutused vaadeldud rooskapsavormi lehtedes erinevad oluliselt ülaltähendatuist ega ole hästi seletatavad hüpoteetilise kvantitatiivse pärilikkusefaktori efektiga. Antud juhul haarab biosünteesil moodustuvate ainehulkade suurenemine mitte üksikuid ühendeid, vaid kogu kompleksi tervikuna. Erinevalt kroonlehtedest on ühendite kogunemine siin kudedesse ja rakkudesse taimede ontogeneetilise arenemise vältel sesoone iseloomuga (antotsüaanpigment ilmub leheservadesse ja -vartesse järk-järgult alles vegetatsiooniperioodi teisel poolel) ja väliskeskkonnatingimuste muutmine võib oluliselt muuta ka pigmentide produtseerimise kulgu (muutunud vormi taimede kasvatamisel küllaladase

niiskusega kasvuhoonetingimustes on pigmentatsioon tunduvalt nõrgem ja teda võib üldsegi mitte esineda, madalamates temperatuurides pigmenteeruvad märgatavalt ka lähtevormi — 'Herkules 118' — taimed jne.). Oitel, mis arenevad suhteliselt sõltumatult taime üldisest ainevahetusest ja kus flavonoidpigmentide produktsiooni määravad põhiliselt ainult geneetilised faktorid, taolist mõjutatavust ei täheldata.

Õeldu põhjal on tõenäoline, et muutunud rooskapsavormil ilmnev flavonoidide, sealhulgas antotsüaanide sisalduse tõus kujutab endast puhtal kujul sekundaarset nähtust põhiainevahetuses toimunud esmaste nihete foonil ja on oma biokeemiliselt olemuselt analoogiline antotsüaanide biosünteesiprotsesside elavnemisega mitmesugustest välisfaktoritest (madal lämmastikuga toitumise aste, madal temperatuur, viiruslikud ja seeninfektsioonid, mehaanilised vigastused jne.) tingitud stressiseisundite korral (Harborne, 1965). Nii ühel kui ka teisel juhul sõltub lehtedes leiduva flavonoidse kompleksi kvantitatiivne tase eelkõige neist võimalustest, mida põhiainevahetuse seisund ning seal väljakujunenud vahekorrad saavad pakkuda genotüüpselt määratud fermentisüsteemide biokatalüütilise potentsiaali avaldumiseks. Raske on ette kujutada, missugune võiks niisuguste seoste korral olla spetsiifiliselt flavonoidide produktsiooni kontrolliva faktori toime konkreetne sisu.

Seetõttu tunduvad kunstlikuna ning mitte küllaldaselt põhjendatuna ka katsed seletada uuel rooskapsavormil täheldatavaid väikesi kvantitatiivseid nihkeid flavonoidide kompleksis intensiivselt pigmenteerunud pookealuselt päritud spetsiifilise kvantitatiivse geneetilise faktori toimega.

KIRJANDUS

- Bate-Smith E. C., 1956. The commoner phenolic constituents of plants and their systematic distribution. *Scient. Proc. Roy. Dublin Soc.* 27 : 165—176.
- Harborne J. B., 1962. Chemico-genetical studies of flavonoid pigments. In: *Chemistry of Flavonoid Compounds* : 593—617. Oxford—London—New York—Paris.
- Harborne J. B., 1964. Ultraviolet spectroscopy of polyphenols. In: *Methods in Polyphenol Chemistry* : 13—36. Oxford—London—Edinburgh—New York—Frankfurt.
- Harborne J. B., 1965. Flavonoids: distribution and contribution to plant colour. In: *Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments* : 247—278. London—New York.
- Ibrahim R. K., Towers G. H. N., 1960. The identification, by chromatography, of plant phenolic acids. *Arch. Biochem. Biophys.* 87 : 125—128.
- Issako L., 1960. Pookealuse mõju kapsa (*Brassica oleracea* L.) generatiivsetele järglastele. *Eksperimentaalbioloogia Instituudi uurimused* 1 : 69—90.
- Jurd L., 1962. Spectral properties of flavonoid compounds. In: *Chemistry of Flavonoid Compounds* : 107—155. Oxford—London—New York—Paris.
- Jurd L., Horowitz R. M., 1957. Spectral studies on flavonols — the structure of azalein. *J. Organ. Chem.* 22 : 1618—1622.
- Margna U., 1965. Antotsüaanpigmentatsiooni kui uue tunnuse iseloomust pookimise teel saadud muutunud rooskapsavormil. *ENSV TA Toimet., Biol. Seeria* 14 : 451—461.
- Seikel M. K., 1962. Chromatographic methods of separation, isolation and identification of flavonoid compounds. In: *Chemistry of Flavonoid Compounds* : 34—69. Oxford—London—New York—Paris.
- Seikel M. K., 1964. Isolation and identification of phenolic compounds in biological materials. In: *Biochemistry of Phenolic Compounds* : 33—76. London—New York.
- Wagner R. P., Mitchell H. K., 1964. *Genetics and Metabolism* : 215—285, 561—583. New York—London—Sydney.
- Гейссман Т., 1960. Антоцианы, халконы, ауроны, флавоны и родственные им водорастворимые растительные пигменты. В кн.: Биохимические методы анализа растений : 453—519. Изд. ИЛ, М.

- Иссако Л. Я., 1959. Вегетативная гибридизация некоторых овощных культур. В кн.: Наследственность и изменчивость растений, животных и микроорганизмов 2 : 412—419. М.
- Иссако Л. Я., 1961а. Влияние подвоя на содержание витамина С у генеративного потомства привоев овощных культур. Тр. I Биохим. конф. Прибалт. республик и Белоруссии : 242—247. Тарту.
- Иссако Л. Я., 1961б. Об изменении биохимических свойств растений в результате прививки. В сб.: Пятый междунар. биохим. конгресс 2 : 108—109. М.
- Маргна У. В., 1965. Изучение пигментации в листьях и проростках измененной в результате прививки формы брюссельской капусты. В сб.: Вторая биохим. конф. прибалт. республик и БССР : 193—194. Рига.
- Маргна У. В., 1966. Об истинной природе одного из так называемых вегетативных гибридов капусты. Генетика (2) : 123—129.
- Прохазка Ж., 1962. Фенолы и ароматические кислоты. В кн.: Хроматография на бумаге : 310—333. Изд. ИЛ, М.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Eksperimentaalsbioloogia Instituut*

Saabus toimetusse
22. I 1966

У. МАРГНА, А. ТОХВЕР, Э. МАРГНА

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ У ПОЛУЧЕННОЙ ПУТЕМ ПРИВИВКИ ИЗМЕНЕННОЙ ФОРМЫ БРЮССЕЛЬСКОЙ КАПУСТЫ, ПОСТАВЛЕННОЙ В СРАВНЕНИЕ СО СВОЕЙ ИСХОДНОЙ ФОРМОЙ

Резюме

Изучался качественный состав флавоноидов и родственных им соединений — производных оксикоричных кислот в листьях новой формы брюссельской капусты, полученной путем прививки, а также в листьях растений ее исходной формы — сорта 'Теркулес 118'. Как и в предыдущих исследованиях по изучению антоцианов, здесь также не удалось обнаружить качественных различий между указанными формами брюссельской разновидности. В обоих случаях в состав изученного комплекса входили два флавоноловых гликозида и по меньшей мере девять производных из группы оксикоричных кислот, причем агликоновые компоненты гликозидов, судя по данным спектрофотометрических и хроматографических исследований, по свойствам наиболее близки соответственно 3,5,4'-триокси-7-метоксифлавану и 3,5,4'-триокси-7,3'-диметоксифлавану. Из оксикоричных кислот в листьях обеих форм установлены кофейная, феруловая и *п*-кумаровая кислоты, весьма вероятно также наличие синапной и 2,3-диметокси-коричной кислот. Различия между двумя формами брюссельской капусты носили лишь количественный характер и выражались в несколько более высоком содержании всего изученного фенольного комплекса в листьях измененной формы.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что в отношении флавоноидов и родственных им соединений влияние прививки и краснокачанной капусты как конкретного подвоя на наследственность брюссельской капусты ограничивается лишь количественными эффектами в сторону интенсификации биосинтеза указанной группы веществ. Имея в виду, что аналогичные количественные сдвиги были ранее обнаружены и в отношении ряда других биохимических свойств, то на прививку, по-видимому, придется смотреть как на толчок общего характера, поднимавший весь обмен брюссельской капусты на более высокий уровень и который по крайней мере в пределах флавоноидного комплекса не сопровождается качественными изменениями. В связи с этим предполагают, что изменения генотипа у полученной путем прививки формы брюссельской капусты (если обнаруживаемые у этой формы изменения вообще можно назвать генотипическими) не касаются специфических контрольных механизмов, связанных с биосинтезом веществ флавоноидной и оксикоричной природы.

Необоснованными считаются попытки объяснить некоего повышение содержания антоцианов и других флавоноидных соединений в листьях новой формы брюссельской капусты результатом действия особого количественного фактора, якобы унаследованного у подвоя. Такому предположению противоречит сезонный характер накопления антоциановых пигментов в клетках листьев новой формы и легкость, с которой внеш-

ние условия (температура, уровень азотного питания и т. п.) могут изменять в листьях обеих форм содержание пигментов как в сторону повышения, так и в сторону понижения. Это свидетельствует о тесной зависимости содержания флавоноидов в листьях от внутренних возможностей, вытекающих из сложившихся взаимоотношений обменных процессов в тот или другой момент, и говорит в пользу того, что количественные изменения в комплексе флавоноидов являются в данном случае лишь вторичными сдвигами на фоне первичных изменений основного обмена.

*Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
22/1 1966

U. MARGNA, A. TOHVER, E. MARGNA

SUPPLEMENTARY DATA ON THE BIOCHEMICAL PROPERTIES OF A GRAFTING-INDUCED NEW FORM OF BRUSSELS SPROUTS AS COMPARED WITH ITS PARENT FORM

Summary

The qualitative composition of flavonoids and related substances in the leaves of the grafting-induced new form of Brussels sprouts as well as of its parent form — the variety 'Hercules 118' — has been studied. Analogous to the results of previous investigations on the study of anthocyanins, in this work, as well, no qualitative differences between these two forms of Brussels sprouts could be found. In both cases the complex of compounds under investigation consisted of two flavonol glycosides and at least of 9 individual derivatives of hydroxycinnamic acids, the aglycones of the two glycosides being similar in their physico-chemical properties to 3,5,4'-trihydroxy-7-methoxyflavone and 3,5,4'-trihydroxy-7,3'-dimethoxyflavone, correspondingly. Among the derivatives of hydroxycinnamic acids, the presence of caffeic, ferulic, p-coumaric, and maybe of sinapic and 2,3-dimethoxycinnamic acids was established. The differences between the two forms of Brussels sprouts were found to be of quantitative nature only, the content of the whole phenolic complex in the leaves of the new form being always somewhat higher than in the leaves of the 'Hercules 118'.

It is concluded that as far as the flavonoids and related substances are concerned, the influence of the grafting procedure and of red cabbage as the rootstock to the heredity of Brussels sprouts is restricted to the quantitative effects only, which result in a more intense biosynthesis of that group of compounds. Since analogous quantitative changes were earlier found to take place in respect to some other biochemical properties as well, the grafting procedure, presumably, must be regarded as an impetus of general nature which raises the whole metabolism of Brussels sprouts to a much higher level, but with which, at least within the flavonoid complex, no qualitative changes are accompanied. In connection with that it is assumed that the genotype changes in the new form of Brussels sprouts (if the changes revealed in this form can be classified as genotypic at all) the specific mechanisms responsible for the control of flavonoid biosynthesis remain untouched.

The attempts to attribute the small increase in the content of anthocyanins and other flavonoid substances discovered in the leaves of the new form of Brussels sprouts to the operation of a special quantitative hereditary factor as if inherited via grafting from the rootstock were considered to be ungrounded. Such assumption is contradicted by the seasonal nature of accumulation of anthocyanin pigments in the tissues and cells of the new form and by easiness with which the different environmental conditions, such as temperature, nitrogen level in soil, etc., can change the content of pigments in the leaves of both forms. It is evident that the content of flavonoids in the leaves is closely dependent upon the internal possibilities issuing from the interrelations between the metabolic processes at the given time, and speaks in favour of the assumption that in the present case the quantitative changes in the complex of flavonoids can be regarded as mere secondary replacements on the background of primary changes of the basic metabolism.

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

Received
Jan. 22, 1966