

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ZAHRADNICTVÍ

Horticultural Science

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

2

VOLUME 27
PRAHA 2000
ISSN 0862-867X

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Doc. Eva Pekárková-Troníčková, CSc. (zelinářství – vegetable-growing), Praha

Místopředseda – Vice-chairman

Ing. Jan Blažek, CSc. (ovocnářství – fruit-growing), Holovousy

Členové – Members

Prof. Dr. habil. Horst Böttcher (posklizňové zpracování – post-harvest processing), Halle (Saale)

Ing. Eva Dušková, CSc. (fytopatologie – phytopathology), Praha

Prof. Ing. Jan Golíáš, DrSc. (posklizňové zpracování – post-harvest processing), Lednice

Doc. Ing. Marta Hubáčková, DrSc. (vinohradnictví – viticulture), Karlštejn

Doc. Ing. Anna Jakábová, CSc. (květinářství – floriculture), Veselí pri Piešťanoch

Prof. Ing. František Kobza, CSc. (květinářství – floriculture), Lednice

Ing. Hana Opátová, CSc. (posklizňové zpracování – post-harvest processing), Praha

Ing. Jaroslav Rod, CSc. (fytopatologie – phytopathology), Olomouc

Ing. Irena Spitzová, CSc. (léčivé rostliny – medicinal herbs), Praha

Prof. Ing. Zdeněk Vachůn, DrSc. (ovocnářství – fruit-growing), Lednice

Doc. Ing. Magdaléna Valšíková, CSc. (zelinářství – vegetable-growing), Nové Zámky

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

Ing. Zdeňka Radošová

World Wide Web (URL): <http://www.uzpi.cz>

Cíl a odborná náplň: Časopis slouží vědeckým, pedagogickým a odborným pracovníkům v oboru zahradnictví. Uveřejňuje původní vědecké práce a studie typu review ze všech zahradnických odvětví: ovocnářství, zelinářství, vinařství a vinohradnictví, léčivých a aromatických rostlin, květinářství, okrasného zahradnictví, sadovnictví a zahrádní a krajinářské tvorby. Tematika příspěvků zahrnuje jak základní vědecké obory – genetiku, fyziologii, biochemii, fytopatologii, tak praktická odvětví na ně navazující – šlechtění, semenářství, výživu, agrotechniku, ochranu rostlin, posklizňové zpracování a jakost produktů a ekonomiku. Časopis Zahradnictví uveřejňuje práce v češtině, slovenštině a angličtině.

Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB – Horticulturae Abstracts a Plant Breeding Abstracts, Czech Agricultural Bibliography.

Periodicita: Časopis vychází 4x ročně, ročník 27 vychází v roce 2000.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Zdeňka Radošová, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika. Tel.: +420 2 24 25 79 39, fax: +420 2 24 25 39 38, e-mail: edit@uzpi.cz. Podrobné pokyny pro autory lze vyžádat v redakci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 2000 je 248 Kč.

Aims and scope: The journal is for scientific, pedagogic and technical workers in horticulture. The published original scientific papers cover all these sectors of horticulture: fruit-growing, vegetable-growing, wine-making and viticulture, growing of medicinal and aromatic herbs, floriculture, ornamental gardening, garden and landscape architecture. The subjects of articles include both basic disciplines – genetics, physiology, biochemistry, phytopathology, and related practical disciplines – plant breeding, seed production, plant nutrition, technology, plant protection, post-harvest processing of horticultural products, quality of horticultural products and economics.

The journal *Zahradnictví* publishes original scientific papers written in Czech, Slovak or English. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB – Horticulturae Abstracts and Plant Breeding Abstracts, Czech Agricultural Bibliography.

Periodicity: The journal is published 4 issues per year, Volume 27 appearing in 2000.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Zdeňka Radošová, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic. Tel.: +420 2 24 25 79 39, fax: +420 2 24 25 39 38, e-mail: edit@uzpi.cz. Applications for detailed instructions for authors should be sent to the editorial office.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 2000 is 62 USD (Europe), 64 USD (overseas).

CHANGES IN FIRMNESS OF APPLES DURING MATURATION ON TREES*

ZMĚNY PEVNOSTI ODRŮD JABLEK V PRŮBĚHU ZRÁNÍ NA STROMĚ

J. Goliáš, J. Létal, L. Šuderlová

*Horticultural Faculty, Mendel University of Agriculture and Forestry at Brno,
Lednice na Moravě, Czech Republic*

ABSTRACT: Quantities of subepidermal injury of tissue, deformation of tension of skin, deformation tension of flesh, module of elasticity, module of toughness were derived from deformation curve of loading of intact fruit by a compacting plate of defined area and their dynamics and significance of changes during maturation were investigated. Statistically significant changes among cultivars during maturation were found for four cultivars Golden Delicious, Angold, Florina and Rezišta and total decrease and stabilization of majority of measured values in the central part and in the stage of full maturity. Parameters of subepidermal injury of tissue, firmness of skin and flesh and module of toughness expressed as a deformation energy for attaining the limit of firmness of skin during the time of loading by external force give statistically significant differences among cultivars during maturation of the fruit and between developmental trends in different cultivars. On the contrary, the module of elasticity is not a reliable criterion of developmental trend during maturation.

apples; maturation; penetration tension; subepidermal injury; module of elasticity; module of toughness; deformation curves

ABSTRAKT: Z deformační křivky zatěžování intaktního plodu razidlem s definovanou plochou byly odvozeny veličiny: subepidermální poškození pletiva, deformační napětí slupky, deformační napětí dužniny, modul pružnosti, modul tuhosti a sledována jejich dynamika a významnost změn v průběhu zrání. Pro čtyři odrůdy jablek (Golden Delicious, Angold, Florina a Rezišta) byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi odrůdami v období dozrávání a zaznamenán celkový pokles a stabilizace většiny měřených hodnot ve střední části a ve fázi plné zralosti. Parametry subepidermálního poškození pletiva, pevnost slupky a dužniny a modul tuhosti, vyjádřený jako deformační energie pro dosažení meze pevnosti slupky po dobu zatěžování vnější silou, poskytují statisticky významné rozdíly mezi odrůdami během zrání plodu i mezi vývojovými trendy u jednotlivých odrůd. Naopak modul pružnosti není spolehlivým kritériem vývojového trendu v průběhu zrání.

jablka; zrání; penetrační napětí; subepidermální poškození; modul pružnosti; modul tuhosti; deformační křivky

ÚVOD

Termínem mechanické vlastnosti dužnatých pletiv se rozumí objektivní hodnocení odezvy pletiva na vnější působící sílu. Mechanickou pevnost neporušených povrchových pletiv během dozrávání na stromě lze pokládat za objektivní kritérium stupně zralosti plodu. Velikost deformace v závislosti na tlaku a její změny v čase vypovídají o mechanických vlastnostech živých pletiv (intaktních plodů, vhodně upravených výřezů). Jejich vzájemná souvislost vyplývá z toho, že rostlinné pletivo je strukturně nehomogenní a na namáhání reaguje jako pevná látka i jako viskózní kapalina. Rozdílné kvalitativní znaky plodů, více méně specifické pro danou plodinu, se zjišťují odlišnými

pracovními technikami. Vhodnou instrumentací lze zjistit měřenou veličinu, která má vztah k senzorické analýze (Abbott aj., 1982, 1984).

V ovocnářské praxi je obvyklou pracovní technikou vtlačování razidla do předem označené hloubky. Penetrační test je historicky nejstarší (Magness-Taylorův penetrometr z roku 1928). Měřená síla je součtem tlakového a smykového napětí působícího v hloubce ponoření razidla do pletiva a závisí na průměru razidla a koeficientu smykového napětí, ploše razidla a kompresním koeficientu. Při manuálním ovládání ručního penetrometru nelze vystihnout stupeň zralosti v období dozrávání jablek na stromě a nerozliší se odrůdové rozdíly (Schulz, 1967). Konstrukční řešení přístrojů umožňující interpretaci závislosti zatěžující

* Supported by the National Agency for Agricultural Research in Prague (Grant No. 960996030).

síly na čase nebo na deformaci poskytují nejvíce reologických údajů (Schulz, 1967; Voisey, 1975; Abbott aj., 1982; Blahovec aj., 1990).

Vedle těchto veličin se jako vhodná kritéria fyzikálních vlastností plodů, vhodná pro technologická použití a specifická pro jednotlivé skupiny odrůd, ukazují odvozené parametry charakterizující celkovou deformační energii potřebnou k průrazu vnější slupky, víceparametrové a syntetické indexy odvozené z experimentálních měření pevnosti slupky a dužniny (Goliáš, 1984; Woensel aj., 1987, 1989; Benirschka aj., 1995).

Při sledování parametrů pevnosti se dále využívají nové přístupy s automatickým záznamem celkového průběhu deformační křivky (Dangyang a Kader, 1992; Lau a Meheriuk, 1994). Vedle toho existuje řada nedestruktivních přístupů ke sledování hodnot pevnosti plodů založených na frekvenční analýze, případně objemové kompresi (Blanpied, 1986; Knee a Smith, 1989).

Srovnání destruktivních a nedestruktivních metod při měření těchto veličin je značně závislé na variabilitě a rozsahu měřených hodnot a vyžaduje transformaci a standardizaci do bezrozměrné škály. Přesnost a variabilita měřených veličin závisí rovněž na velikosti razidla (Schulz, 1992).

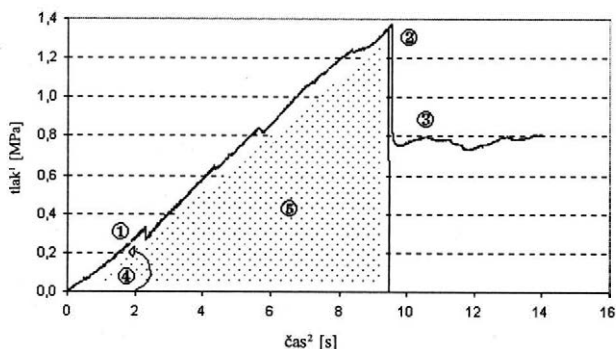
Cílem práce bylo hodnocení objektivně zjištěných parametrů deformační křivky získané postupným zatěžováním vertikálně působící silou na intaktní plod a odvození vztahů pro predikci sklizňové zralosti zkoumané odrůdy.

MATERIÁL A METODY

Odběr vzorků a příprava pro analýzy

Plody rezistentních odrůd Angold, Florina a Rezista byly odebrány z pozemku výzkumného pracoviště Mendeleum, srovnávací odrůda Golden Delicious z pozemku ŠZP Lednice. U všech odrůd byly zvoleny totožné odběrové termíny od 14. 9. do 18. 10. 1998 v týdenních intervalech, tj. celkem šest odběrů:

1	2	3	4	5	6
14. 9.	20. 9.	27. 9.	4. 10.	12. 10.	18. 10.



1. Deformační křivka plodu – Deformation curve of fruit

Záznam deformační křivky

Pro sledování parametrů pevnosti plodů byl použit penetrometr s počítačovým záznamem změn pevnosti slupky a dužniny při průniku razidla do plodu, který vznikl konstrukční úpravou vlastního víceúčelového přístroje pro měření pevnosti ovoce a zeleniny (Goliáš aj., 1975). Měření deformačních křivek a stanovení základních parametrů pevnosti (σ_p , σ_{sk} , σ_{FL}) bylo provedeno pomocí programu NextView verze 2.5 (obr. 1). Tento software je určen k on-line snímání analogového signálu penetrometru, jeho digitalizaci a k základní analýze výsledných dat (FFT analýza, odečítání hodnot, dokumentace). Komunikace s měřicím přístrojem je uskutečňována prostřednictvím rozhraní V24. K měření penetračního napětí pletiv bylo užito válcového penetračního tělesa o průměru 7,9 mm se sférickým zakončením do hloubky 0,5 mm a při konstantní rychlosti vertikálního pohybu 120 mm/min.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Variabilita deformačních charakteristik vlivem rozdílných ploch razidla

Při srovnání metodických přístupů s použitím dvou standardizovaných razidel s rozdílnou plochou trnu 0,5 cm² (I) a 1 cm² (II) se ukazuje obecně vyšší variabilita výsledků při užití trnu s menší razicí plochou (I). Průměrné hodnoty dosažené u obou razidel spolu s hodnotami střední chyby a variačního koeficientu jsou uvedeny v tab. I. V případě pevnosti slupky byly zjištěny statisticky významné rozdíly v úrovni variability ve prospěch razidla s větší plochou trnu, což koresponduje s obdobnými zjištěními (Goliáš, 1984).

Odhady hodnot modulu tuhosti

Modul tuhosti představuje celkovou deformační energii potřebnou k proniknutí razidla pod slupku a je definován

Legenda – Legend:

- ① σ_1 – subepidermální poškození plodu – subepidermal injury of fruit
- ② σ_{sk} – penetrační napětí slupky – penetration tension of skin
- ③ σ_{FL} – penetrační napětí dužniny – penetration tension of flesh
- ④ $E = \sigma_{sk}/\Delta t$ – modul pružnosti – module of elasticity
- ⑤ $A = \int_0^t \sigma \, d\tau = \sigma_{sk} \cdot \Delta t/2$ – modul tuhosti – module of elasticity

¹ pressure, ² time

I. Rozdíly v úrovni variability měřených hodnot při použití standardizovaných razidel s plochou razidla 0,5 cm² (I) a 1 cm² (II) – Differences in the level of variability of the measured values when using standardized compacting plates with an area of the compacting plate 0.5 cm (I) and 1 cm² (II)

Razidlo ⁴	Subepidermální poškození plodu ¹ (σ_I)			Pevnost slupky ² (σ_{SK})			Pevnost dužniny ³ (σ_{FL})		
	průměr ⁵	střední chyba ⁶	variační koeficient ⁷	průměr	střední chyba	variační koeficient	průměr	střední chyba	variační koeficient
I	0,33	0,048	58 %	0,83	0,051	25 %	0,47	0,021	18 %
II	0,75	0,091	48 %	2,42	0,083	14 %	1,58	0,040	10 %
Významost ⁸ (t-test)	0,307			0,012*			0,279		

¹subepidermal injury of fruit, ²firmness of skin, ³firmness of flesh, ⁴compacting plate, ⁵average, ⁶mean error, ⁷coefficient of variance, ⁸significance

II. Variabilita odhadů modulu tuhosti u sledovaných odrůd jablek – Variability of estimations of module of toughness in studied apple cultivars

	Angold	Florina	Golden Delicious	Rezista
Integrace ^{1*}	5,33 ± 0,57	7,03 ± 0,53	5,66 ± 0,48	7,13 ± 1,27
Odhad ^{2**}	5,33 ± 0,55	6,82 ± 0,57	5,59 ± 0,42	6,81 ± 1,19
Významost ³ (t-test)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* hodnota získaná numerickou integrací – the value achieved by numeric integration $A = \int_0^t \sigma dt$
 ** hodnota získaná odhadem – the value achieved by estimation $A \approx \sigma_{FL} \cdot \Delta t/2$

¹interaction, ²estimation, ³significance

jako obsah plochy pod deformační křivkou od počátku k okamžiku prasknutí slupky, tj. veličinou:

$$A = \int_0^t \sigma dt$$

Tato veličina může být nahrazena odhadem $A \approx \sigma_{SK} \cdot \Delta t/2$. Nakolik je tento odhad přesný, tj. zda existují významné rozdíly mezi hodnotami, získanými integrací v daném časovém intervalu a jednotlivými odhady, udává tab. II. Rozdíly mezi hodnotami získanými numerickou integrací plochy a přibližným odhadem se ukazují jako nevýznamné.

Testy významnosti rozdílů mezi odrůdami

Deformační křivky se pro rozdílné odrůdy liší nejen ve výši a poloze vrcholu křivky vůči časové ose (okamžik dosažení meze pevnosti slupky), ale zejména v poloze ustálení křivky po vniknutí razidla do dužniny (pevnost dužniny). Výsledky jsou pro jednotlivé základní parametry pevnosti (deformace subepidermálních vrstev, pevnost slupky a dužniny) shrnuty v tab. III. Vedle středních hodnot jsou uvedeny jejich střední chyby a rovněž úroveň významnosti rozdílů mezi jednotlivými odrůdami a plody. Statistická hodnocení byla prováděna pomocí analýzy rozptylu dvojnásobného třídění zvlášť pro každý termín sklizně. Ze sledovaných odrůd jablek byla v práci autorů Blahovec aj. (1990) hodnocena pevnost dužniny u odrůd Florina a Golden Delicious. Hodnoty a dosažená přesnost měření jsou srovnatelné s výsledky uvedenými v tab. I. V uvedené

práci však nebyla hodnocena dynamika vývoje parametrů pevnosti v čase.

Pro hodnoty **deformace subepidermálních vrstev** působením vnějšího tlaku jsou výsoce průkazné rozdíly ($\alpha > 0,01$) mezi odrůdami ve všech sklizňových termínech. Naopak variabilita v rámci jednotlivých plodů není, až na výjimky, významná. Vysoká transportní odolnost odrůdy Florina se projevuje vysokými hodnotami tlaku potřebného k dosažení subepidermálního poškození plodu. U všech ostatních odrůd jsou hodnoty parametru srovnatelné.

Přestože jsou v **pevnosti slupky** významné rozdíly mezi plody i v rámci odrůd, převažují výsoce průkazné rozdíly mezi odrůdami ve všech sklizňových termínech. Variabilita mezi jednotlivými plody v rámci odrůd je však poměrně vysoká. Dále se vyskytují výsoce průkazné rozdíly v pevnosti dužniny u sledovaných odrůd ve všech sklizňových termínech. Variabilita měření v rámci jednotlivých plodů není významná. V tomto parametru se však ukazuje výrazná variabilita mezi jednotlivými plody v rámci odrůd. Nejvýraznější je pokles v pevnosti dužniny i slupky oproti počátku sklizně v posledních sklizňových termínech u odrůd Golden Delicious a Angold.

Hodnoty **modulu pružnosti** ve všech faktorech (odrůdy, plody), včetně jejich interakce, značně kolísají v jednotlivých termínech sklizně. Převažují výsoce významné rozdíly mezi jednotlivými odrůdami. Naopak nelze jednoznačně potvrdit významnost rozdílů v některém z ostatních faktorů v průběhu celého sklizňového období (plody, interakce odrůdy × plody). Modul pružnosti (strmost deformační křivky) je vzhledem k celkové nevýrovnanosti

III. Statistické charakteristiky parametrů pevnosti v jednotlivých termínech sklizně a testy významnosti rozdílů mezi odrůdami (ANOVA) – Statistics of selected rheological parameters in harvesting dates and significant differences among cultivars (ANOVA)

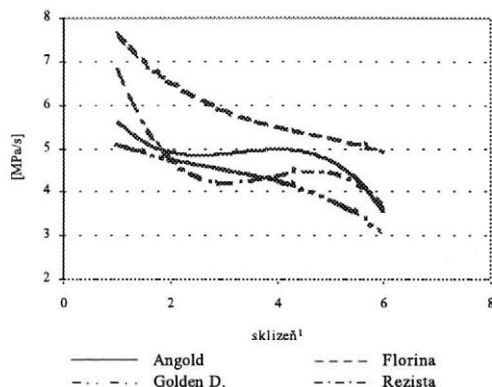
Parametr ¹	Sklizeň ²	Angold	Florina	Golden Delicious	Rezista	Významnost ³	
						odrůdy ⁴	plody ⁵
Subepidermální poškození ⁶ (σ_i) [MPa]	1	0,35 ± 0,034	0,46 ± 0,022	0,36 ± 0,024	0,35 ± 0,024	**	
	2	0,25 ± 0,015	0,36 ± 0,015	0,30 ± 0,017	0,31 ± 0,017	**	
	3	0,27 ± 0,018	0,46 ± 0,021	0,36 ± 0,024	0,33 ± 0,024	**	**
	4	0,28 ± 0,024	0,36 ± 0,022	0,31 ± 0,028	0,27 ± 0,028	**	
	5	0,31 ± 0,024	0,44 ± 0,021	0,31 ± 0,018	0,29 ± 0,018	**	
	6	0,32 ± 0,031	0,38 ± 0,022	0,22 ± 0,009		**	
Pevnost slupky ⁴ (σ_{sk}) [MPa]	1	1,32 ± 0,048	1,47 ± 0,048	1,15 ± 0,050	1,39 ± 0,050	**	*
	2	1,10 ± 0,034	1,45 ± 0,030	1,12 ± 0,042	1,18 ± 0,042	**	**
	3	1,18 ± 0,039	1,46 ± 0,031	1,18 ± 0,062	1,17 ± 0,062	**	*
	4	1,18 ± 0,036	1,35 ± 0,039	1,01 ± 0,051	1,02 ± 0,051	**	
	5	1,23 ± 0,042	1,35 ± 0,041	1,06 ± 0,057	1,16 ± 0,057	**	**
	6	0,95 ± 0,025	1,32 ± 0,036	0,84 ± 0,053		**	**
Pevnost dužniny ⁸ (σ_{FL}) [MPa]	1	0,86 ± 0,024	1,02 ± 0,027	0,86 ± 0,027	0,97 ± 0,027	**	
	2	0,71 ± 0,016	0,97 ± 0,017	0,81 ± 0,022	0,82 ± 0,022	**	*
	3	0,76 ± 0,020	0,94 ± 0,025	0,86 ± 0,032	0,83 ± 0,032	**	
	4	0,75 ± 0,020	0,90 ± 0,040	0,75 ± 0,034	0,73 ± 0,034	**	**
	5	0,78 ± 0,027	0,90 ± 0,020	0,74 ± 0,037	0,78 ± 0,037	**	**
	6	0,63 ± 0,017	0,88 ± 0,023	0,60 ± 0,029		**	**
Modul pružnosti ⁹ (E) [MPa/s]	1	0,16 ± 0,010	0,15 ± 0,005	0,13 ± 0,005	0,15 ± 0,005	**	
	2	0,12 ± 0,004	0,17 ± 0,005	0,13 ± 0,005	0,15 ± 0,005	**	**
	3	0,16 ± 0,006	0,18 ± 0,004	0,15 ± 0,007	0,16 ± 0,007	**	
	4	0,13 ± 0,005	0,16 ± 0,007	0,13 ± 0,006	0,13 ± 0,006	**	*
	5	0,17 ± 0,007	0,19 ± 0,007	0,14 ± 0,007	0,15 ± 0,007	**	
	6	0,13 ± 0,004	0,17 ± 0,005	0,12 ± 0,006		**	**
Modul tuhosti ¹⁰ (A) [MPa/s]	1	5,54 ± 0,260	7,66 ± 0,346	5,05 ± 0,400	6,77 ± 0,400	**	
	2	5,26 ± 0,320	6,33 ± 0,246	4,83 ± 0,258	4,80 ± 0,258	**	
	3	4,31 ± 0,193	5,91 ± 0,169	4,62 ± 0,295	4,31 ± 0,295	**	**
	4	5,40 ± 0,318	5,80 ± 0,187	3,87 ± 0,254	4,06 ± 0,254	**	**
	5	4,56 ± 0,257	4,89 ± 0,164	4,14 ± 0,325	4,70 ± 0,325	*	**
	6	3,56 ± 0,142	5,02 ± 0,199	2,98 ± 0,214		**	**

¹parameter, ²harvest, ³significance, ⁴cultivars, ⁵fruits, ⁶subepidermal injury, ⁷firmness of skin, ⁸firmness of flesh, ⁹module of elasticity, ¹⁰module of toughness

hodnot v jednotlivých termínech sklizně pro sledování stupně zralosti plodů nepoužitelný. Chybí vývojová tendence v průběhu zrání.

Hodnoty **modulu tuhosti** (veličina úměrná celkové deformační energii, potřebné k překonání odolnosti plodu vůči průniku razidla) jsou charakteristické celkovým poklesem hodnot tohoto parametru v průběhu zrání plodů.

Trendy vývoje hodnot modulu tuhosti u jednotlivých odrůd (obr. 2) potvrzují celkový pokles hodnot v průběhu sklizňového období u všech odrůd, ke konci sklizňového období je patrný další pokles u odrůd Angold a Golden Delicious, naopak u odrůd Florina a Rezista dochází k nepatrnému růstu.



2. Trendy vývoje modulu tuhosti u jednotlivých odrůd – Trends of development of module of toughness in different cultivars

Koeficient determinace – Coefficients of determination:

Angold – $R^2 = 0,78$

Florina – $R^2 = 0,95$

Golden D. – $R^2 = 0,90$

Rezista – $R^2 = 0,97$

¹harvest

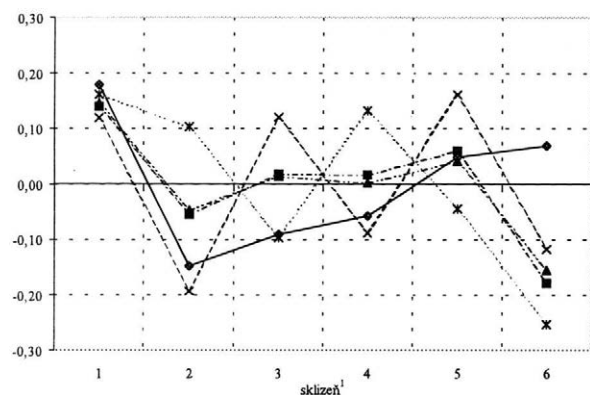
Odhad stupně zralosti odrůd z měřených veličin deformační křivky

Modul tuhosti vyjadřuje energii nutnou pro dosažení meze pevnosti slupky působením vnější síly. Pro tento parametr nabývají koeficienty determinace R^2 vývojových trendů u jednotlivých odrůd (obr. 2) hodnot v rozmezí 0,78 až 0,97. Průkazné rozdíly v pevnosti subepidermálních vrstev a dužniny plodu byly zjištěny pro odrůdy Florina a Golden Delicious.

V obr. 3 až 6 jsou měřené hodnoty všech parametrů standardizovány podle vztahu $y = (x - \bar{x})/\bar{x}$, umožňujícího srovnání variability a vývoje hodnot rozměrově rozdílných parametrů pro období plodů zcela nezralých až po přezrálé plody. Rozdíly mezi odrůdami jsou ve všech sledovaných parametrech výsoce významné (tab. III). Ve sklizňových termínech střední fáze měření (termíny 3 až 5) jsou odchylky (kladné i záporné) u jednotlivých odrůd téměř minimální.

Samotná analýza objektivně měřených hodnot vychází z průběhu deformačních křivek, aniž jsou zahrnuta jiná kritéria vycházející například z očekávaných látkových změn.

Tento přístup jen naznačuje sklizňový termín dané odrůdy v rozsahu 14 až 21 dnů, což je poměrně velký časový interval pro postižení fyziologických změn podmiňujících měknutí pletiv před vlastním skladováním.



3. Porovnání standardizovaných hodnot vybraných fyzikálních parametrů v průběhu zrání u odrůdy Angold – Comparison of standardized values of selected physical parameters during maturation in the cultivar Angold

¹harvest, ²imprint, ³skin, ⁴flesh, ⁵elasticity, ⁶toughness

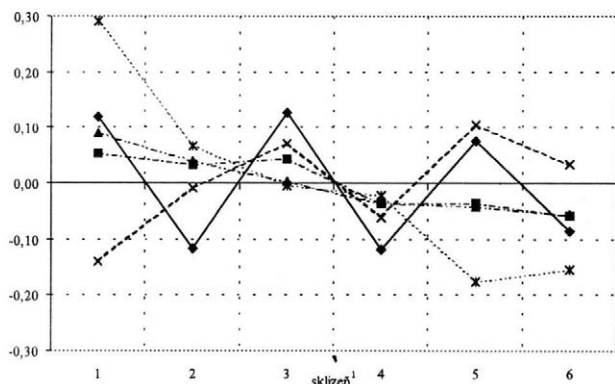
—●— otlak²

—■— slupka³

—▲— dužnina⁴

—×— pružnost⁵

—*— tuhost⁶



4. Porovnání standardizovaných hodnot vybraných fyzikálních parametrů v průběhu zrání u odrůdy Florina – Comparison of standardized values of selected physical parameters during maturation in the cultivar Florina

¹harvest, ²imprint, ³skin, ⁴flesh, ⁵elasticity, ⁶toughness

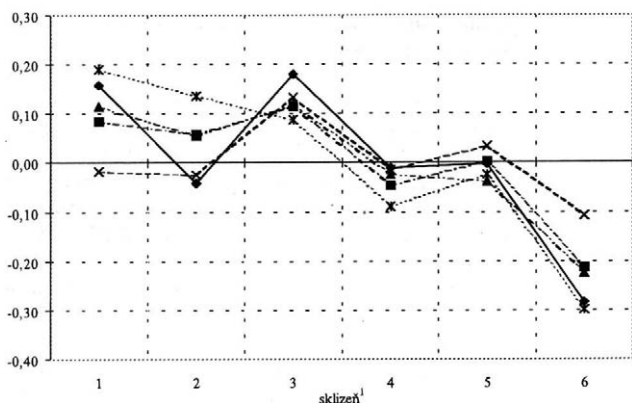
—●— otlak²

—■— slupka³

—▲— dužnina⁴

—×— pružnost⁵

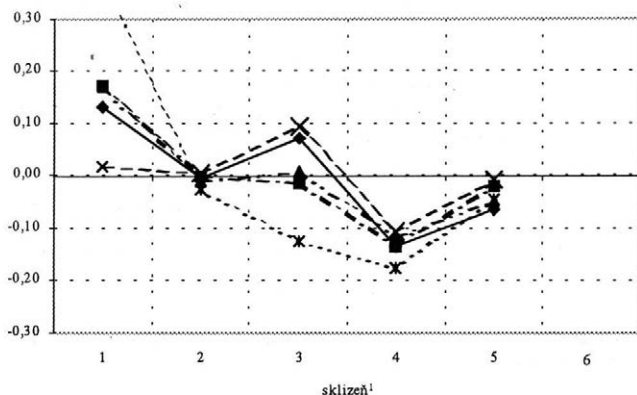
—*— tuhost⁶



5. Porovnání standardizovaných hodnot vybraných fyzikálních parametrů v průběhu zrání u odrůdy Golden Delicious – Comparison of standardized values of selected physical parameters during maturation in the cultivar Golden Delicious

¹harvest, ²imprint, ³skin, ⁴flesh, ⁵elasticity, ⁶toughness

— otlak²
 — slupka³
 — dužnina⁴
 — pružnost⁵
 — tuhost⁶



6. Porovnání standardizovaných hodnot vybraných fyzikálních parametrů v průběhu zrání u odrůdy Rezista – Comparison of standardized values of selected physical parameters during maturation in the cultivar Rezista

¹harvest, ²imprint, ³skin, ⁴flesh, ⁵elasticity, ⁶toughness

— otlak²
 — slupka³
 — dužnina⁴
 — pružnost⁵
 — tuhost⁶

ZÁVĚR

V průběhu zrání čtyř odrůd jablek (Angold, Florina, Golden Delicious, Rezista) byly analyzovány základní fyzikální parametry pevnosti – subepidermální poškození plodu, pevnost slupky a dužniny. Použita byla destruktivní metoda vtlačování standardizovaného razidla do plodu. Velikost stykové plochy razidla ovlivňuje přesnost naměřených hodnot pevnosti plodu.

Z deformačních křivek byly získány odhady modulů pružnosti a deformační energie potřebné k průniku razidla epidermem plodu. Přes relativně vysokou variabilitu hodnot mezi jednotlivými plody byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi sledovanými odrůdami a zaznamenán celkový pokles a stabilizace většiny měřených hodnot ve střední části a ve fázi plné zralosti. Změny během zrání plodů na stromě lze odečíst z parametrů deformační křivky. Modul pružnosti neposkytuje věrohodné informace o stupni zralosti plodu.

LITERATURA

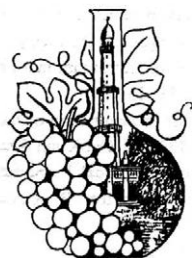
- Abbott J. A., Massie D. R., Watada A. E. (1982): The use a computer with an instron for textural measurements. *J. Text. Stud.*, 13, 413–422.
- Abbott J. A., Watada A. E., Massie D. R. (1984): Sensory and instrument measurement of apple texture. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 109, 221–228.
- Benirschka M., Binkley J. K. (1995): Optimal storage and marketing over space and time. *Am. J. Agric. Econ.*, 77, 512–524.
- Blahovec J., Patočka K., Paprštejn F. (1990): Některé mechanické vlastnosti jablek. *Zahradnictví*, 17, 263–274.
- Blanpied G. D. (1986): A study of the relationship between fruit internal ethylene concentration at harvest and post-storage fruit quality of cv. Empire apples. *J. Hort. Sci.*, 61, 465–470.

- Dangyang K., Kader A. A. (1992): External and internal factors influence fruit tolerance to low-oxygen atmospheres. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 117, 913–918.
- Goliáš J., Zehnula K., Bejček L. (1975): Konstrukce viceúčelového přístroje pro měření pevnosti ovoce a zeleniny. *Acta Univ. Agric. (Brno)*, XXXIII, 371–378.
- Goliáš J. (1984): Festigkeitsverhalten von Äpfeln während der Reife und Kältelagerung. *Acta Univ. Agric. (Brno)*, XXXII, 115–125.
- Knee M., Smith S. M. (1989): Variation in quality of apple fruits stored after harvest on different dates. *J. Hort. Sci.*, 64, 413–419.
- Lau O. L., Meheriuk M. (1994): The effect of edible coatings on storage quality of McIntosh, Delicious and Spartan apples. *Can. J. Plant Sci.*, 74, 847–854.
- Schulz H. (1967): Entwicklung eines Scherfestigkeitsmesskopfes zum Reifetester nach Prof. Schneider. *Nahrung*, 11, 435–455.
- Schulz H. (1992): Determination of tissue firmness of pome fruits with a mechanical motor-driven penetrometer. II. Influence of the probe diameter, fruit weight and fruit temperature on penetrometer value and required minimum number of fruit samples. *Gartenb.-Wiss.*, 57, 19–25.
- Voisey P. W. (1975): Instrumentation for determination of mechanical properties of foods, 65–131. In: ChoKyun Rha: *Theory, Determination and Control of Physical Properties of Food Materials*. Dorrecht, Holland/Boston, D. Reidel Publishing Comp., U.S.A.
- Woensel G., Baerdemaeker J. (1983): Mechanical properties of apples during storage. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 16, 367–372.
- Woensel G., Wouters A., Baerdemaeker J. (1987): Relation between mechanical properties of apple fruit and sensory quality. *J. Food Proc. Engng*, 9, 173–189.

Received: 99–08–16

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jan G o l i á š , DrSc., Zahradnická fakulta, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 691 44 Lednice na Moravě, Česká republika
Tel. +420 627 34 01 05–7, fax +420 627 34 01 59, e-mail: golias@mendelu.cz



EUROKONFERENCE

MODERN ANALYTICAL METHODS FOR FOOD AND BEVERAGE AUTHENTICATION

Ve dnech 31. 8.–2. 9. 2000 se uskuteční na Zahradnické fakultě MZLU v Lednici evropská konference **Modern analytical methods for food and beverage authentication**, která je organizována společností Eurofins Scientific Nantes, Francie a Zahradnickou fakultou Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Dále se na organizačním zajištění podílejí i pracovníci Ústředních celnětechnických laboratoří MF ČR v Praze.

Eurokonference je pořádána za finanční podpory Evropské komise, 5. rámcového programu High Level Scientific Conferences, č. projektu HPCF-CT-1999-00061. Jejím hlavním cílem je seznámení účastníků konference s moderními analytickými metodami a postupy, které jsou používány při hodnocení kvality potravin a při zjišťování autentičnosti nápojů. Obsahově je rozdělena do čtyř částí:

- Příprava vzorků
- Autentičnost izotopovými metodami
- Metody molekulární biologie
- Zpracování dat a statistická analýza

Vědecký výbor eurokonference je tvořen významnými odborníky z dané oblasti, kteří přednesou úvodní referáty z jednotlivých sekcí:

Předseda:

Gérard Martin – Eurofins Scientific, Nantes, France

Členové:

Peter Belton – Institute of Food Research, Norwich, United Kingdom

Jan Goliáš – MZLU Brno, Czech Republic

Claude Guillou – Joint Research Centre & Consumer Protection, ISPRA, Italy

Milan Hájek – IKEM, Prague, Czech Republic

Jiří Mazáč – MF ČR, Prague, Czech Republic

Tormod Naes – Matforsk, Aas, Norway

Bert Pöpping – Eurofins Scientific, Pocklington, United Kingdom

Bernd W. Wenclawiak – Universität-GH-Siegen, Germany

Eurokonference je příležitostí k výměně zkušeností mezi odborníky ze zemí Evropské unie a odborníky ze zemí střední a východní Evropy. Obsahově navazuje na mezinárodní konference „Kontrola autentičnosti a kvality vín, pálenek a dalších nápojů“, které organizovala Zahradnická fakulta MZLU v Lednici v letech 1995 a 1997 ve spolupráci se společností Eurofins-CS s.r.o. Praha a ČZPI Praha a Brno, a na mezinárodní symposium „Food Authenticity“, organizovaným společností Eurofins Scientific, Nantes, v roce 1999 ve francouzském LaBaule.

Bližší informace o připravované eurokonferenci získáte na internetové adrese: <http://www.mendelu.cz/authenticity>.

Doc. Ing. Milan Rajnoch, CSc.

Děkan Zahradnické fakulty

MZLU v Brně

SOFTENING OF APPLES DURING MATURATION AND COOLING STORAGE*

MĚKNUTÍ JABLEK BĚHEM ZRÁNÍ NA STROMĚ A PŘI CHLADÍRENSKÉM SKLADOVÁNÍ

J. Goliáš, J. Létal, L. Šuderlová

Horticultural Faculty, Mendel University of Agriculture and Forestry at Brno, Lednice na Moravě, Czech Republic

ABSTRACT: Dynamics of selected parameters of firmness of fruits in time and in connection to the course of these quantities during the harvest has been studied in three apple cultivars (Golden Delicious, Florina and Rezišta). The values of first symptoms of subepidermal injury of fruit, firmness of skin and flesh, module of elasticity and toughness were derived from deformation curve. In addition, the effect of the preparation Semperfresh was studied in the cultivar Golden Delicious. Though variability of different fruits was high, significant differences between both studied cultivars and different storage dates were found. After initial decrease of investigated quantities they become stable in later storage dates. Except firmness of flesh the effect of the preparation Semperfresh on the other studied physical traits of firmness of fruits was not found.

storage of apples; penetration tension; subepidermal injury; limit of macrodeformation; module of elasticity; deformation energy; Semperfresh

ABSTRAKT: U tří odrůd jablek (Golden Delicious, Florina a Rezišta) byla v průběhu skladování sledována dynamika vybraných parametrů pevnosti plodů v čase a v návaznosti na průběh těchto veličin ve sklizňovém období. Z deformační křivky byly odvozeny hodnoty prvních známek subepidermálního poškození plodu, pevnosti slupky a dužniny, moduly pružnosti a tuhosti. U odrůdy Golden Delicious byl dále sledován vliv pokrývného přípravku Semperfresh. I při vysoké variabilitě jednotlivých plodů byly zjištěny významné rozdíly jak mezi sledovanými odrůdami, tak i mezi jednotlivými skladovacími termíny. Po počátečním poklesu sledovaných veličin dochází v pozdějších skladovacích termínech k jejich ustálení. S výjimkou pevnosti dužniny vliv přípravku Semperfresh na ostatní sledované fyzikální znaky pevnosti plodů nebyl zjištěn.

skladování jablek; penetrační napětí; subepidermální poškození; mez makrodeformace; modul pružnosti; deformační energie; Semperfresh

ÚVOD

Parametry pevnosti dužnatého ovoce – subepidermální poškození dužniny, pevnost slupky a dužniny – jsou jedním ze znaků charakterizujících fyziologický stupeň zralosti a transportní odolnost. Jejich znalost může příznivě ovlivnit volbu podmínek při chladírenském skladování a zpracování (Blahovec aj., 1990; Cramwinckel aj., 1991; Stow, 1995).

V období optimální sklizňové zralosti dozrívá zvětšování objemu a hmotnosti plodů. Tloušťka epidermálních a hypodermálních vrstev slupky je odrůdově závislá (Babos aj., 1984), některým odrůdám chybí svrchní vosková vrstva, tloušťka kutikuly se zvyšuje s rostoucím stupněm zralosti plodu na plodonoši, během skladování se však již nemění (Schulz, 1980).

Mechanická pevnost plodu a odolnost vůči otlacení účinkem impaktního rázu (Finney a Massie, 1975) ovlivňuje celistvost slupky; počet stomat na jednotku plochy ve vztahu k vnější působící síle nebyl prokázán. Během posklizňového uložení se ztenčují hypodermální vrstvy, což vede ke zvýšené transpiraci. Proto antitranspirační přípravky obecně omezují difuzi fyziologických plynů a snižují uvolňování vodní páry z plodu do okolního prostředí s nižší tenzí vodní páry.

V předložené práci jsou uvedeny mechanické veličiny odvozené z deformační křivky vzniklé zatěžováním intaktního plodu penetračním razídkem u plodů, které byly měřeny v období zrání na stromě a po sklizni v chladírenských teplotách.

* Supported by the National Agency for Agricultural Research in Prague (Grant No. 960996030).

MATERIÁL A METODY

Výběr odrůd, ošetření plodů a podmínky skladování

Plody rezistentních odrůd Florina a Rezista byly odebrány z pozemku výzkumného pracoviště Mendeleum, srovnávací odrůda Golden Delicious z pozemku ŠZP Lednice. Pro posouzení účinnosti pokryvného přípravku Semperfresh byly plody odrůdy Golden Delicious odebrány v optimální zralosti pro skladování. Experiment byl založen 21. 9. 1998 ve variantě bez ošetření a s ošetřením 1% emulzí pokryvného přípravku Semperfresh. Plody o hmotnosti 15 kg pro odrůdu byly uloženy při chladírenské teplotě 3 °C. U skladovaných odrůd byly zvoleny totožné odběrové termíny pro rozbory od 21. 9. 1998 do 14. 1. 1999 v třítydenních intervalech:

1	2	3	4	5	6
21. 9.	14. 10.	6. 11.	3. 12.	22. 12.	14. 1.

Přístrojové uspořádání

K vlastnímu měření byl použit penetrometr s počítačovým záznamem změn pevnosti slupky a dužniny při průniku razidla do plodu, který vznikl konstrukční úpravou vlastního víceúčelového přístroje pro měření pevnosti ovoce a zeleniny (Goliáš aj., 1975). Měření deformačních křivek a stanovení základních parametrů pevnosti (σ_p , σ_{sk} , σ_{FL}) bylo provedeno pomocí programu NextView verze 2.5. Komunikace s měřicím přístrojem je uskutečňována prostřednictvím rozhraní V24. K měření penetračního napětí pletiv bylo užito válcového penetračního tělesa o průměru 7,9 mm se sférickým zakončením do hloubky 0,5 mm a při konstantní rychlosti vertikálního pohybu 120 mm/min.

Analytická hodnocení byla prováděna v třítydenních intervalech v počtu šesti kusů jablek pro jednotlivé odrůdy. Pro sledování parametrů pevnosti plodů bylo užito penetrometru s počítačovým záznamem změn pevnosti slupky a dužniny při průniku razidla do plodu, vycházející z průběhu deformačních křivek a následného odvození základních parametrů pevnosti (σ_p , σ_{sk} , σ_{FL}) – Goliáš aj. (2000).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Měknutí intaktních plodů v chladírenských teplotách

Výsledky jsou pro základní parametry pevnosti (subepidermální poškození, pevnost slupky a dužniny) shrnuty v tab. I. Vedle středních hodnot jsou zde uvedeny jejich střední chyby a rovněž úroveň významnosti rozdílů mezi jednotlivými odrůdami a plody. Statistická hodnocení byla prováděna pomocí analýzy rozptylu dvojného třídění, zvlášť pro každý termín měření v průběhu skladování. V případě prvních známek **subepidermálního poškození pletiv** působením vnějšího tlaku jsou vysoce průkazné roz-

díly mezi odrůdami u většiny měření (na hladině významnosti $\alpha = 0,01$) přes statisticky významné rozdíly v pevnosti mezi jednotlivými plody pro každou ze sledovaných odrůd. Poměrně vysoká transportní odolnost odrůdy Florina, patrná v průběhu sklizňového období, se při skladování nezachovává. Naopak plody odrůdy Golden Delicious si udržují i ke konci skladování vyšší hodnoty. U odrůdy Rezista jsou hodnoty v tomto parametru srovnatelné s odrůdou Florina, zejména v počátečních fázích skladování. Přestože jsou v **pevnosti slupky** významné rozdíly mezi plody i v rámci odrůd, jsou průkazné rozdíly mezi odrůdami ve většině měření v průběhu skladování. Variabilita mezi jednotlivými plody v rámci odrůd je vysoká. Ve srovnání s kontrolní odrůdou Golden Delicious jsou výrazné změny v pevnosti slupky u odrůdy Rezista. Rozdíly v **pevnosti dužniny** jsou vysoce průkazné u všech sledovaných odrůd a po celou dobu skladování. Variabilita v rámci jednotlivých plodů není, až na výjimky, významná. Plody odrůdy Rezista trály podle tohoto parametru pomaleji. Nejvýraznější je pokles v pevnosti dužniny ke konci skladování u kontrolní odrůdy Golden Delicious (bez použití pokryvného přípravku Semperfresh).

Ze sledovaných odrůd jablek byla v práci autorů Blahovec aj. (1990) hodnocena pevnost dužniny u odrůd Florina a Golden Delicious. Průměrné hodnoty jsou srovnatelné s výsledky uvedenými v tab. I. V uvedené práci však nebyla hodnocena dynamika vývoje parametrů pevnosti v čase. Obdobný pokles hodnot pevnosti plodů byl zaznamenán v práci (Stow, 1995) pro odrůdu Idared, kde byl však zkoumán především vliv řízené atmosféry na kvalitu uskladněných plodů.

V případě **modulu pružnosti** byly zaznamenány vysoce významné rozdíly mezi jednotlivými odrůdami po celou dobu skladování. Variabilita mezi jednotlivými plody je, až na jednu výjimku, nevýznamná. Na rozdíl od vývoje hodnot v průběhu zrání, hodnoty tohoto parametru vykazují setrvalý pokles a jejich časové křivky mohou sloužit k charakterizaci jednotlivých odrůd. **Modul tuhosti** v období skladování je podstatně odlišný ve srovnání s obdobím zrání plodů (Goliáš aj., 2000). Ve srovnání s kontrolou (Golden Delicious) se obě nové odrůdy Florina a Rezista výrazně odlišují poklesem tohoto parametru. Na rozdíl od práce Roudot aj. (1990), kde autoři docházejí k závěru, že přinejmenším modul pružnosti (sklon deformační křivky) by měl být jeden z významných parametrů pevnosti plodů, tento předpoklad se v našem příspěvku potvrzuje pouze pro období skladování.

Vývoj hodnot parametrů pevnosti v návaznosti na sklizňové období

V návaznosti na práci Goliáš aj. (2000) byly zpracovány souhrnné časové trendy vývoje sledovaných veličin pevnosti: subepidermální poškození, pevnost slupky a dužniny, modul pružnosti, modul tuhosti a změny rozpustné sušiny (tab. I, obr. 1 až 6). Ke stanovení křivek byla použita metoda nejmenších čtverců a odhadnut koeficient deter-

I. Statistické charakteristiky parametrů pevnosti v jednotlivých termínech skladování a testy významnosti rozdílů mezi odrůdami (ANOVA)
– Statistics of selected mechanical parameters during storage and significant differences between varieties (ANOVA)

Parametr ¹	Termín ²	Florina	Rezista	Golden Delicious (K)	Golden Delicious (S)	Významnost ³	
						odrůdy ⁴	plody ⁵
Subepidermální poškození plodu ⁶ (σ_i) [Mpa]	1	0,34 ± 0,020	0,34 ± 0,019	0,23 ± 0,011	0,23 ± 0,011	**	
	2	0,21 ± 0,009	0,34 ± 0,018	0,17 ± 0,008	0,18 ± 0,006	**	**
	3	0,20 ± 0,011	0,19 ± 0,011	0,19 ± 0,006	0,19 ± 0,009		
	4	0,17 ± 0,010	0,17 ± 0,007	0,20 ± 0,008	0,21 ± 0,009	**	
	5	0,19 ± 0,006	0,18 ± 0,009	0,24 ± 0,014	0,23 ± 0,015	**	**
	6	0,29 ± 0,029	0,22 ± 0,027	0,31 ± 0,015	0,33 ± 0,021	**	
	7	0,18 ± 0,015	0,15 ± 0,022	0,32 ± 0,032	0,38 ± 0,023	**	**
Pevnost slupky ⁷ (σ_{SK}) [Mpa]	1	1,42 ± 0,047	1,14 ± 0,041	1,18 ± 0,025	1,18 ± 0,025	**	**
	2	0,98 ± 0,029	1,14 ± 0,040	0,79 ± 0,025	0,79 ± 0,020	**	**
	3	0,84 ± 0,025	0,72 ± 0,027	0,77 ± 0,021	0,81 ± 0,019	**	
	4	0,79 ± 0,025	0,72 ± 0,023	0,73 ± 0,013	0,77 ± 0,024	*	**
	5	0,79 ± 0,021	0,79 ± 0,028	0,73 ± 0,015	0,74 ± 0,020	*	**
	6	0,63 ± 0,044	0,69 ± 0,061	0,66 ± 0,013	0,68 ± 0,021		
	7	0,69 ± 0,038	0,72 ± 0,056	0,63 ± 0,024	0,72 ± 0,026		
Pevnost dužniny ⁸ (σ_{FL}) [Mpa]	1	0,96 ± 0,023	0,83 ± 0,030	0,84 ± 0,014	0,84 ± 0,014	**	**
	2	0,64 ± 0,023	0,82 ± 0,029	0,45 ± 0,017	0,47 ± 0,012	**	**
	3	0,50 ± 0,015	0,52 ± 0,020	0,43 ± 0,012	0,44 ± 0,014	**	
	4	0,47 ± 0,013	0,50 ± 0,017	0,39 ± 0,010	0,41 ± 0,017	**	
	5	0,44 ± 0,014	0,51 ± 0,020	0,37 ± 0,011	0,37 ± 0,018	**	
	6	0,37 ± 0,024	0,48 ± 0,045	0,28 ± 0,009	0,34 ± 0,015	**	
	7	0,35 ± 0,033	0,48 ± 0,038	0,20 ± 0,013	0,25 ± 0,012	**	
Modul pružnosti ⁹ (E) [MPa/s]	1	0,17 ± 0,005	0,15 ± 0,005	0,15 ± 0,003	0,15 ± 0,003	**	
	2	0,12 ± 0,003	0,15 ± 0,005	0,09 ± 0,003	0,09 ± 0,002	**	
	3	0,12 ± 0,003	0,15 ± 0,005	0,09 ± 0,003	0,09 ± 0,002	**	
	4	0,09 ± 0,003	0,10 ± 0,003	0,07 ± 0,001	0,07 ± 0,002	**	
	5	0,09 ± 0,003	0,10 ± 0,004	0,06 ± 0,002	0,06 ± 0,002	**	**
	6	0,07 ± 0,005	0,08 ± 0,006	0,05 ± 0,001	0,05 ± 0,002	**	
	7	0,08 ± 0,007	0,10 ± 0,010	0,04 ± 0,003	0,06 ± 0,003	**	*
Modul tuhosti ¹⁰ (A) [MPa/s]	1	6,08 ± 0,267	4,31 ± 0,218	4,80 ± 0,152	4,80 ± 0,152	**	**
	2	4,22 ± 0,171	4,32 ± 0,217	3,51 ± 0,139	3,34 ± 0,115	**	**
	3	4,22 ± 0,171	4,32 ± 0,217	3,51 ± 0,139	3,34 ± 0,115	**	**
	4	3,55 ± 0,183	2,74 ± 0,148	3,69 ± 0,106	4,26 ± 0,186	**	**
	5	3,37 ± 0,156	3,09 ± 0,147	4,71 ± 0,162	4,52 ± 0,249	**	**
	6	2,74 ± 0,264	3,10 ± 0,330	4,78 ± 0,147	4,80 ± 0,188	**	**
	7	2,88 ± 0,164	2,28 ± 0,206	5,11 ± 0,215	4,93 ± 0,165	**	*

Poznámka – Note:

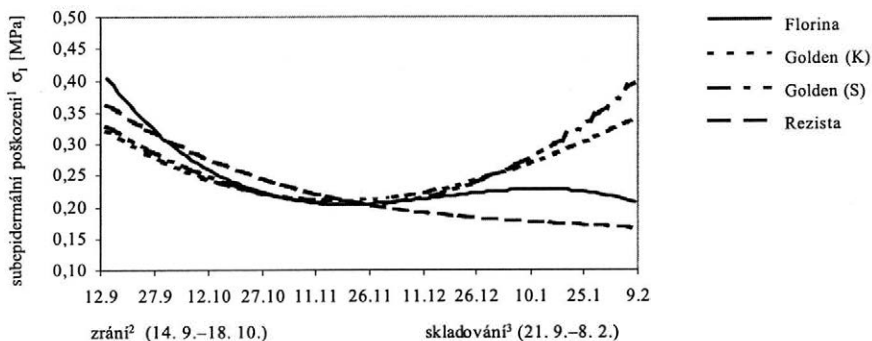
Golden Delicious (K) – kontrolní plody bez použití přípravku Semperfresh – control fruits without use of the preparation Semperfresh
Golden Delicious (S) – plody máčené před skladováním v přípravku Semperfresh – fruits, dipped in the preparation Semperfresh before storage

¹parameter, ²date, ³significance, ⁴cultivars, ⁵fruits, ⁶subepidermal injury, ⁷firmness of skin, ⁸firmness of flesh, ⁹module of elasticity, ¹⁰module of toughness

minace (koeficient spolehlivosti), vyjadřující stupeň vystižení experimentální situace daným modelem.

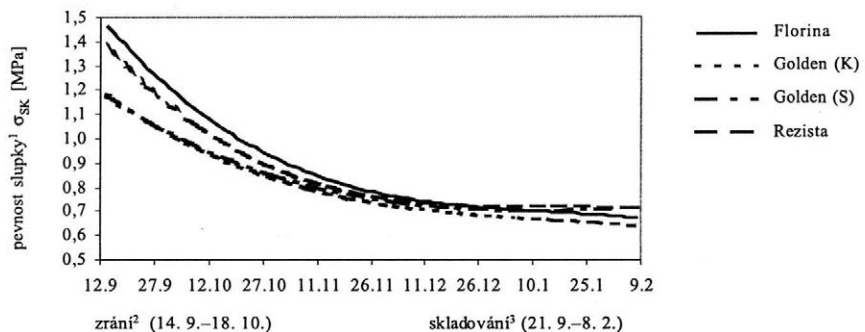
Při hodnocení **pevnosti slupky a dužniny** byla experimentálními hodnotami proložena exponenciální křivka, vystihující vývoj mechanické odolnosti v tlaku u obou

znaků (obr. 2 a 3). Ve znaku pevnost slupky se nejvýrazněji rozdíl mezi odrůdami projevovat zejména v počátečních termínech sklizně, zatímco pro pevnost dužniny byl zaznamenán růst variability mezi odrůdami až v průběhu skladování. Plody odrůdy Rezista se vyznačovaly stabilizací



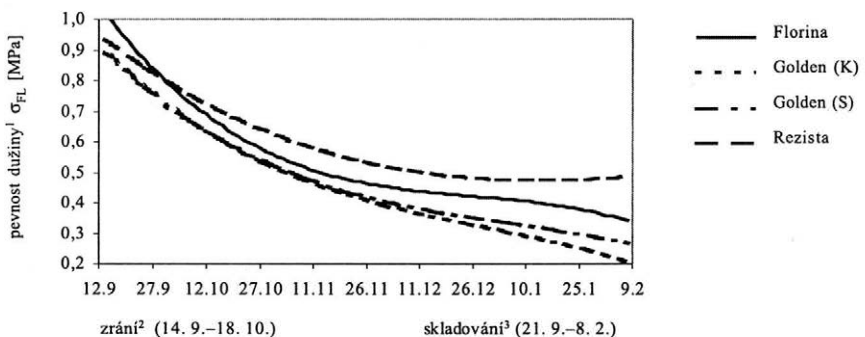
1. Subepidermální poškození plodů v průběhu zrání a skladování u tří odrůd jablek (Florina, Golden Delicious, Rezista) a odrůdy Golden Delicious ošetřené přípravkem Semperfresh – Subepidermal injury of fruits during maturation and storage in three apple cultivars (Florina, Golden Delicious, Rezista) and in the cultivar Golden Delicious treated with the preparation Semperfresh

¹subepidermal injury, ²maturation, ³storage



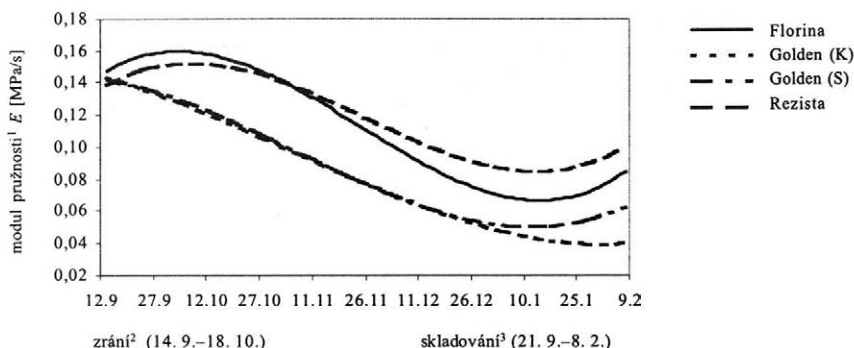
2. Pevnost slupky v průběhu zrání a skladování u tří odrůd jablek (Florina, Golden Delicious, Rezista) a odrůdy Golden Delicious ošetřené přípravkem Semperfresh – Firmness of skin during maturation and storage in three apple cultivars (Florina, Golden Delicious, Rezista) and in the cultivar Golden Delicious treated with the preparation Semperfresh

¹firmness of skin, ²maturation, ³storage



3. Pevnost dužniny v průběhu zrání a skladování u tří odrůd jablek (Florina, Golden Delicious, Rezista) a odrůdy Golden Delicious ošetřené přípravkem Semperfresh – Firmness of flesh maturation and storage in three apple cultivars (Florina, Golden Delicious, Rezista) and in the cultivar Golden Delicious treated with the preparation Semperfresh

¹firmness of flesh, ²maturation, ³storage



4. Změny modulu pružnosti v průběhu zrání a skladování u tří odrůd jablek (Florina, Golden Delicious, Reizista) a odrůdy Golden Delicious ošetřené přípravkem Semperfresh – Changes of the module of elasticity during maturation and storage in three apple cultivars (Florina, Golden Delicious, Reizista) and in the cultivar Golden Delicious treated with the preparation Semperfresh

¹module of elasticity, ²maturation, ³storage

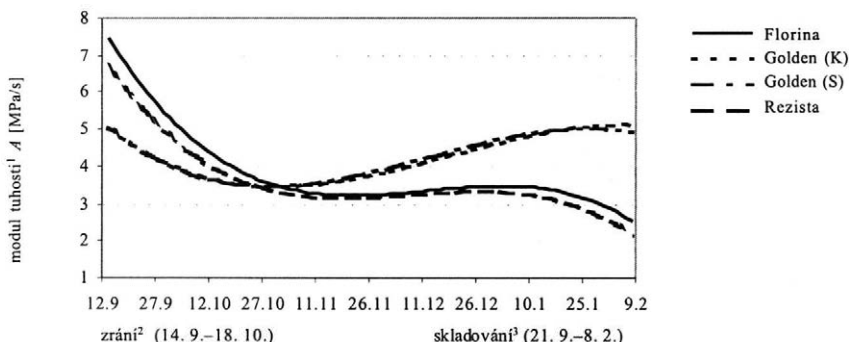
pevnosti dužniny na výrazně vyšších hodnotách ve srovnání s ostatními odrůdami. Nejvýraznější je pokles v pevnosti dužniny ke konci skladování u kontrolní odrůdy Golden Delicious (K – bez použití pokrývného přípravku Semperfresh, S – s použitím pokrývného přípravku Semperfresh). Koeficienty determinace použitého polynomiálního modelu třetího řádu nabývají pro uvedené znaky hodnot v rozmezí 0,820 až 0,962 (tab. II).

Pro subepidermální poškození plodů působením vnějšího tlaku se vysoká transportní odolnost odrůdy Florina, zřejmě v období sklizňové zralosti, při skladování nezachovává. Naopak plody odrůdy Golden Delicious si udržují i ke konci skladování vyšší hodnoty (obr. 1). U odrůdy Reizista jsou hodnoty výrazně nižší. Koeficienty determinace polynomiálního modelu třetího řádu se pohybují v rozmezí od 0,423 do 0,817.

V případě modulu pružnosti (obr. 4) hodnoty tohoto parametru vykazují setrvalý pokles a polynomiální křivky mo-

hou sloužit k charakterizaci jednotlivých odrůd. Koeficienty determinace použitého modelu nabývají poměrně vysokých hodnot od 0,714 do 0,903 (tab. II) a ukazují na vysokou vypovídající hodnotu modelu a stupeň vysvětlení experimentální situace. V návaznosti na vývoj modulu pružnosti jsou uvedeny i polynomiální trendy vývoje rozpuštěné sušiny (obr. 6). Vývoj modulu tuhosti v období skladování je podstatně odlišný ve srovnání s obdobím zrání plodů (Goliáš aj., 2000). Ve srovnání s kontrolou (Golden Delicious) se obě nové odrůdy Florina a Reizista výrazně odlišují poklesem hodnot v tomto parametru (obr. 5). Koeficienty determinace polynomiálního modelu se pohybují v rozmezí hodnot 0,619 až 0,832.

Obdobné výsledky byly zaznamenány v práci Woensel a Baerdemaeker (1983), kde bylo použito destruktivní metody pro sledování vývoje koeficientu pevnosti v rozdílných skladovacích termínech a odvozen vztah k parametru pružnosti a pevnosti plodů. Variabilita modulu



5. Změny modulu tuhosti v průběhu zrání a skladování u tří odrůd jablek (Florina, Golden Delicious, Reizista) a odrůdy Golden Delicious ošetřené přípravkem Semperfresh – Changes of the module of toughness during maturation and storage in three apple cultivars (Florina, Golden Delicious, Reizista) and in the cultivar Golden Delicious treated with the preparation Semperfresh

¹module of toughness, ²maturation, ³storage

	Florina	Rezista	Golden Delicious (K)	Golden Delicious (S)
Subepidermální poškození ¹	0,718	0,817	0,423	0,617
Pevnost slupky ²	0,932	0,851	0,847	0,820
Pevnost dužniny ³	0,962	0,902	0,904	0,899
Modul pružnosti ⁴	0,714	0,851	0,903	0,900
Modul tuhosti ⁵	0,832	0,619	0,757	0,740
Rozpustná sušina ⁶	0,462	0,138	0,680	0,704

¹subepidermal injury, ²firmness of skin, ³firmness of flesh, ⁴module of elasticity, ⁵module of toughness, ⁶soluble solids

pružnosti zde však vychází poměrně vysoká a nedá se usuzovat na jednoznačné trendy vývoje tohoto parametru. Variabilita měřených veličin námi použité destruktivní metody spojené s počítačovým záznamem celého průběhu deformační křivky se ukazuje nižší, což umožňuje odhadovat celkové trendy vývoje.

Vliv pokryvného přípravku Semperfresh

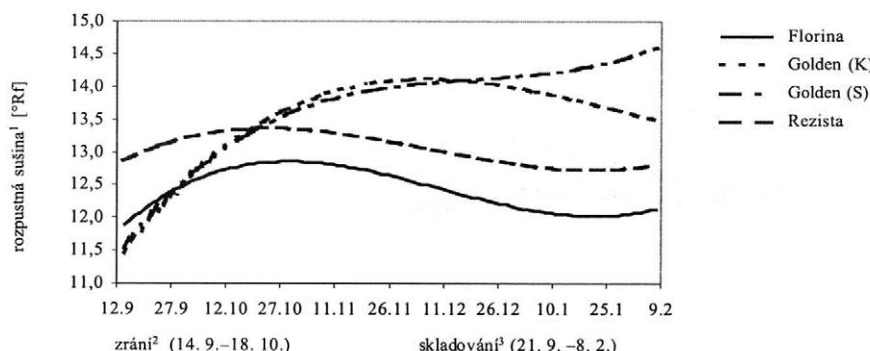
U odrůdy Golden Delicious byl dále zkoumán vliv antitranspiračního přípravku Semperfresh na výsledné hodnoty sledovaných fyzikálních znaků pevnosti. Jak je patrné již z tab. I a obr. 1 až 6, účinek tohoto ošetření nebyl v průběhu skladování nijak výrazný a s výjimkou pevnosti dužniny ke konci skladovacího období nebyla prokázána jeho statistická významnost. Použit byl dvouvýběrový Studentův *t*-test, jehož výsledky jsou shrnuty v tab. III.

Statisticky průkazné účinky antitranspiračního přípravku Semperfresh jsou tedy jen v případě pevnosti dužniny, u jiných veličin jsou rozdíly statisticky nevýznamné.

III. Testy vlivu ošetření povrchu plodů přípravkem Semperfresh ve sledovaných znacích u odrůdy Golden Delicious (datum měření – 14. 1.) – Testing the influence of treatment of fruits by Semperfresh for selected traits of the cultivar Golden Delicious (date of measurement – 14. 1.)

	<i>t</i> -Statistický ⁷	<i>t</i> -Kritický ⁸ ($\alpha = 0,05$)	Hladina významnosti ⁹
Subepidermální poškození ¹	0,776	2,013	0,442
Pevnost slupky ²	0,589	2,013	0,559
Pevnost dužniny ³	3,098	2,013	0,003**
Modul pružnosti ⁴	1,007	2,013	0,319
Modul tuhosti ⁵	0,062	2,013	0,951
Refraktometrická sušina ⁶	1,452	2,228	0,177

¹subepidermal injury, ²firmness of skin, ³firmness of flesh, ⁴module of elasticity, ⁵module of toughness, ⁶refractometric dry matter, ⁷*t*-statistical, ⁸*t*-critical, ⁹significance level



6. Obsah rozpustné sušiny v průběhu zrání a skladování u tří odrůd jablek (Florina, Golden Delicious, Rezista) a odrůdy Golden Delicious ošetřené přípravkem Semperfresh – The content of soluble dry matter during maturation and storage in three apple cultivars (Florina, Golden Delicious, rezista) and in the cultivar Golden Delicious treated with the preparation Semperfresh

¹refractometric dry matter, ²maturation, ³storage

V našich podmínkách byly provedeny jen srovnávací testy mezi ošetřenými a neošetřenými plody broskvoní a meruněk, ukazující na nižší hmotnostní ztráty u plodů ošetřených tímto přípravkem (Svoboda, 1990). Podle údajů zástupců firmy Gemac Int. s.r.o. přípravek omezuje u jablek respirační aktivitu. Tento aspekt však v předložené práci nebyl zkoumán.

ZÁVĚR

V průběhu skladování tří odrůd jablek (Florina, Rezista a Golden Delicious) byly podrobně analyzovány základní fyzikální veličiny pevnosti vypočtené z deformační křivky – subepidermální poškození plodu, pevnost slupky a dužniny a odvozené parametry modulů pružnosti a celkové deformační energie, potřebné k průniku razidla epidermem plodu (modul tuhosti). Přes relativně vysokou variabilitu mezi jednotlivými plody byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi sledovanými odrůdami a odhadnuty vývojové trendy sledovaných znaků v průběhu a ke konci skladování. Rozdíly jsou vysoce průkazné zejména v případě pevnosti dužniny. V období skladování jsou exponenciální průběhy modulu pružnosti znakem odrůdy. Účinek antitranspiračního přípravku Semperfresh byl statisticky prokázán jen v případě pevnosti dužniny, u jiných veličin jsou rozdíly statisticky nevýznamné.

LITERATURA

Babos K., Sass P., Mohacsy P. (1984): Relationship between the peel structure and storability of apples. *Acad. Agron. Acad. Sci. Hungar.*, 33, 41–50.

- Blahovec J., Patočka K., Paprštejn F. (1990): Některé mechanické vlastnosti jablek. *Zahradnictví*, 17, 263–274.
- Cramwinckel A. B., Marzijk van D. M., Vesseur W. (1991): Relation between analytical taste differences and consumer evaluations. Study on Elstar apples with different instrumental firmnesses. *Voedingsmiddelentechnologie*, 24, 64–65.
- Finney E. E., Massie D. R. (1975): Instrumentation for testing the response of fruits to mechanical impact. *Transaction of the ASAE*, 18, 1184–1192.
- Goliáš J., Zehnula K., Bejček L. (1975): Konstrukce víceúčelového přístroje pro měření pevnosti ovoce a zeleniny. *Acta Univ. Agric. (Brno)*, XXIII, 371–378.
- Goliáš J., Létal J., Šuderlová L. (2000): Změny pevnosti odrůd jablek v průběhu zrání na stromě. *Zahradnictví*, 28, 41–47.
- Goliáš J. (2000): Dynamika etylénu v období sklizně a chladirenského skladování. *Zahradnictví*, 28 (v tisku).
- Roudot A. C., Duprat F., Pietri E. (1990): Simulation of a penetrometric test on apples using Voronoi-Delaunay tessellation. *Food-Structure*, 9, 215–222.
- Schulz H. (1980): Pflanzenbauliche Faktoren der Obstlagerung. In: Osterloh: Obstlagerung. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. 110–115.
- Stow J. (1995): The effects of storage atmosphere on the keeping quality of Idared apples. *J. Hort. Sci.*, 70, 587–595.
- Svoboda A. (1990): Semperfresh, komentář a tabulky ke srovnávacím pokusům. Holovousy, VŠÚO.
- Woensel G., Baerdemaeker J. (1983): Mechanical properties of apples during storage. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 16, 367–372.

Received: 99–08–16

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jan Goliáš, DrSc., Zahradnická fakulta, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 691 44 Lednice na Moravě, Česká republika
Tel. +420 627 34 01 05–7, fax +420 627 34 01 59, e-mail: golias@mendelu.cz

ISHS CALENDAR

KALENDÁŘ AKCÍ ISHS

- July 2–7, 2000. Tampere (Finland): IV International Symposium on **In Vitro Culture and Horticultural Breeding**. Dr. Seppo Sorvari, MTT Institute of Horticulture, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkio, Finland. Tel. (358) 214772204, Fax (358)214772299, e-mail: seppo.sorvari@mtt.fi. Info.: TAVI Congress Bureau, Papinkatu 21, 33200 Tampere. Tel. (358)3 2133555, Fax (358)3 2132840, e-mail: tavi@sci.fi
- July 9–14, 2000. Tampere (Finland): IV International **Strawberry** Symposium. Mrs. Tarja Hietaranta (Msc), Convener, Agriculture Research Centre of Finland, Plant Production Research Horticulture, Toivonlinnantie 518, FIN-21500 Piikkio, Finland. Tel. (358)2 477.22.02, Fax (358)2 477.22.99, e-mail: tarja.hietaranta@mtt.fi. Info.: TAVI Congress Bureau, Papinkatu 21, 33200 Tampere. Tel. (358)3 2133555, Fax (358)3 2132840, e-mail: tavi@sci.fi
- August 13–18, 2000. Summerland, BC (Canada): IV International Meeting of ISHS **Deciduous Fruit Tree Mineral Working Group**. Info.: Dr. G. Nielsen, e-mail: nielseng@am.agr.ca
- August, 2000. Ljubljana (Slovenia): First International Workshop on **Indigenous-local Grapevine Varieties**. Info.: Prof. Dr. Zora Korosec-Koruza, Convener, Biotehniska Fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenia. Tel. 061/123-1161, Fax 061/123-1088, e-mail: zora.korosec@bf.uni-lj.si
- August, 2000 (South Africa): VIII International Symposium on **Flowerbulbs**. Info: Dr. G. Littlejohn, Convener, Fynbos Research Unit, Private Bag x1, Elsenburg 7607, South Africa, Tel. (27)218085436, Fax (27)218085440
- August/September, 2000. Quebec (Canada): International Symposium on **Artificial Lighting**. Info.: Dr. A. Gosselin, Convener, Department of Phytology, Pavillon Paul-Comtois, Université Laval, Ste-Foy, Quebec J3B 6Z8, Canada. Tel. (1)408-656-7234, Fax (1)418-656-7856
- September, 2000. Wellesbourne (U.K.): International Symposium on **Brassica**. Info: Dr. Graham King, Convener, HRI, Warwick CV35 9EF, United Kingdom. Tel. (44)789470382, Fax (44)789470522
- September, 2000. Guernsey (U.K.): XIV International Symposium on **Horticultural Economics**. Info.: Dr. John Ogier, Committee for States of Guernsey, Raymond Fall House, St. Martin, PO Box 459, Guernsey, GY1 6AF, United Kingdom. Tel. (44)148135741, Fax (44)148135014, e-mail: info@horticulture.guernsey.net
- September, 2000/2001 (Greece): I International Symposium on **Environmental Management for Optimizing Micropropagation**. Info.: Drs. A. Economou and A. P. Read
- September, 2000. Bologna (Italy): VIII International Symposium on **Pear Growing**. Info.: Prof. Dr. S. Sansavini, Convener, University of Bologna, Dipt. di Culture Arboree, Via Filippo Re 6, 40126 Bologna, Italy. Tel. (39)51351490, Fax (39)51351500, e-mail: fruit@agrsci.unibo.it
- September, 2000. Florence (Italy): IV International Symposium on **Olive Growing**. Info.: Prof. Dr. S. Scaramuzzi, Convener, University of Florence, Department for Horticulture, Via G. Donizetti 6, 50144 Firenze, Italy. Tel. (39)55333462-3-4/32881, Fax (39)55331497, e-mail: dofidise@cesinl.unifi.it
- September, 2000. San Antonio, TX (USA) and Saltillo (Mexico): IV International Conference on **Cactus Pear and Cochinelle**. Info.: Dr. Peter Felker, e-mail: kfp000@tamuk.edu
- September, 2000. Corvallis, Oregon (USA): V International Congress on **Hazelnut**. Info.: Dr. S. Mehlenbacher, Convener, Oregon State University, Dept. of Horticulture, 4017 ALS bldg., Corvallis, OR 97331-7304, USA. Tel. (1)503-737-5467, Fax (1)503-737-3479, e-mail: mehlenbs@bcc.orst.edu
- November, 2000. Cairns (Australia): International Symposium on **Tropical and Subtropical Fruits**. Info.: Dr. R. Drew, Convener, Redlands Research Station, PO Box 327, Cleveland, QLD 4163, Australia. Tel. (61)7 286 1488, Fax (61) 7 286 3094
- December, 2000. Chillan (Chile): VII International Symposium on **Vaccinium culture**. Info.: Dr. R. Hepp, Convener, University of Concepcion, V. Mendez 595, PO Box 537, Chillan, Chile
- 2000 (Korea): IX International Symposium on **Plant Bio-regulators in Fruit Production**
- 2000 (Australia-New Zealand): 2nd International **Workshop on Persimmon**. Info.: Dr. Ray Collins
- 2000. Athens, GA (USA): III International Symposium on **Edible Alliaceae**. Info.: Dr. William M. Randle, Department of Horticulture, University of Georgia, Athens, GA 30602, USA
- 2000 (Spain): V International Symposium on **Integrated Fruit Production (ISHS)** and XI International Symposium on **Integrated Plant Production in Orchards (IOBC)**. No further information available yet
- 2000. Wageningen (The Netherlands): International Symposium on **Nutrition and Fertilisation**. Info.: Dr. Neeteson
- 2000. Wageningen (The Netherlands): International Symposium on **Sustainable Greenhouse Systems**. Info.: Dr. G. Bot
- 2000. Quertero (Mexico): VI International Symposium on **Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics**. Info.: Dr. S. Perez Gonzales

(Reference: *Chronica Horticulturae*, Vol. 38, Number 4, 1998)

CONTAMINATION OF AGRICULTURAL SOILS AND VEGETABLES WITH HEAVY METALS IN SOUTHERN SLOVAKIA

KONTAMINÁCIA POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔD A ZELENÍN ŤAŽKÝMI KOVMÍ NA JUŽNOM SLOVENSKU

A. Hegedúsová, O. Hegedús

Konštantín Filozof University, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Current knowledge points out a necessity for complex approach to the solution of contamination of soils and cultivated crops with heavy metals. The region of the Southern Slovakia is the most important producer of vegetables. The mentioned region has been characterised in detail to evaluate hygienic state of these soils and hygienic character of some vegetables grown on them. Considering the contingency of square or specific local contamination of this region the attention to cadmium, lead and mercury has been paid. 129 soil samples from different localities were analysed. With Cd the reference value $c = 2 \text{ mol/dm}^3$ in HNO_3 leach was exceeded in 9 samples from the region of Žitný Ostrov. The reference value with Pb was not exceeded and with Hg, the reference value was exceeded only in 2 samples from the near of Duslo Šaľa chemical factory's waste tank. Hygienic characters of 12 vegetables species were confirmed. With the garlic, onion, leek and marrow increased of Cd and Pb content but the values under limit were determined. Analysis of hygienic characteristics of soil and some vegetable species point to relatively most unfavourable Cd content from 3 investigated heavy metals.

soil; vegetables; Cd; Pb; Hg

ABSTRAKT: Súčasné poznatky poukazujú na potrebu komplexného prístupu k riešeniu otázok kontaminácie pôd a pestovaných poľnohospodárskych plodín ťažkými kovmi. Oblasť južného Slovenska je najvýraznejším producentom rastlinných potravín. Pre zhodnotenie hygienického stavu týchto pôd a hygienickej nezávadnosti vybraných druhov zeleniny dopestovaných na týchto pôdach sme charakterizovali uvedené územie Slovenska podrobnejšie. Vzhľadom na možnú plošnú a špecifickú lokálnu kontamináciu tejto oblasti, zamerali sme sa z ťažkých kovov na kadmium, olovo a ortuť. Z výsledkov vyplýva, že zo 129 analyzovaných pôdných vzoriek z rôznych lokalít referenčná hodnota u Cd vo výluhu HNO_3 ($c = 2 \text{ mol/dm}^3$) sa prekročila v 9 pôdných vzorkách z oblasti Žitného ostrova, referenčná hodnota u Pb sa neprekročila a u Hg sa prekročila len v 2 pôdných vzorkách z okolia odpadovej nádrže chemického závodu Duslo Šaľa. Potvrdila sa hygienická nezávadnosť 12 druhov zeleniny. Zvýšený, ale podlimitný obsah Cd a Pb sa stanovil v cesnaku, v cibuli, v póre a v patizóne. Z výsledkov hygienického stavu pôd a niektorých druhov zeleniny južného Slovenska vyplýva, že z trojice ťažkých kovov v terénnych podmienkach pestovania zeleniny preukázalo sa ako relatívne najnepriaznivejšie kadmium.

pôda; zelenina; Cd; Pb; Hg

ÚVOD

S rozvojom priemyslu, poľnohospodárskej výroby a rastom obyvateľstva, veľkomiest a komunikácií sa pôda v čoraz väčšej miere stáva akumulátorom škodlivín. Je len otázkou času, kedy dôjde k ohrozeniu produkčnej schopnosti pôdy a jej hygieny s dopadom na samotného človeka. Vážnosť tohto problému vyvoláva iniciatívu o minimalizáciu procesu znečisťovania.

Z analýzy sortimentu v pôde sa vyskytujúcich škodlivín vyplýva, že na Slovensku majú vysokú intenzitu transportu do potravinového reťazca ťažké kovy. Pôdny pokryv

má určitý prirodzený celkový obsah ťažkých kovov označovaný ako hodnota geochemického pozadia. Odchýlky, resp. prekročenia hodnôt geochemického pozadia, signalizujú potrebu zaoberať sa diagnózou rizikovosti ich zvýšených obsahov v poľnohospodárskej pôde s možnosťou ich porovnávania a vyhodnocovania prostredníctvom informačného systému o pôde tak, aby bolo možné včas rozpoznať ich negatívne dopady.

Pomenovanie rizikovosti je podmienené predovšetkým poznatkami o pôdných formách ťažkých kovov a o ich transfere do rastlín.

Monitoring pôd nesleduje v základnej sieti obsahy a formy všetkých ťažkých kovov. Sústreďuje sa zatiaľ len na tú časť, ktorá je definovaná v príslušných legislatívnych hygienických predpisoch.

Informácie o hygienickom stave pôd Slovenska sú vypracované na základe podrobného monitoringu pôd, ktorý v Slovenskej republike prebiehal v rokoch 1992 až 1996 (Linkeš a i., 1997).

Výskyt kontaminovaných pôd je na území SR väčšinou v horských oblastiach s dokázateľným vysokým podielom prirodzených geochemických anomálií a v oblastiach s viditeľným vplyvom globálneho a regionálneho prenosu emisií. Ich plocha však nie je veľká a tvorí len jedopercentný podiel z výmery poľnohospodárskeho pôdneho fondu. Lokality výskytu sú: niva Nitry pod Zemianskymi Kostoľanmi (As), okolie hliníkárne v Žiari nad Hronom (F, Cd), bezprostredné okolie metalurgického závodu Vajsková (Sb, As, Pb), Istebného a Sereďe a najväčší areál je medzi Rudňanmi a Krompachmi (Hg, Cu, Zn, As) (Chrenková a i., 1994; Tóth a Hronec, 1995; Hronec a Tóth, 1996).

Dopravná činnosť spôsobuje líniovú kontamináciu územia pozdĺž komunikácií. Na Slovensku je takto postihnutých asi 160 000 ha pôd (Curzydlo, 1993).

Rizikové oblasti s možným negatívnym vplyvom na životné prostredie poľnohospodárske produkty tvoria 42 % poľnohospodárskej pôdy. Ide o pôdy so zvýšeným obsahom kontaminantov nad hodnotami prirodzeného pozadia pôdneho pokryvu Slovenska. Do kategórie nekontaminovaných pôd patrí 69,5 % pôd Slovenska a vyskytujú sa prevažne v oblastiach s najproduktívnejšími pôdami (nížiny, nízko položené kotliny SR).

Súčasný poznatky poukazujú na potrebu komplexného prístupu k riešeniu otázok kontaminácie pôd a biopristupnosti ťažkých kovov rastlinám. Zvyšovanie obsahu ťažkých kovov v pôde prednostne sa prejaví na hygienickej závadnosti konzumnej časti rastliny, ktorá sa hodnotí podľa najvyššieho prípustného množstva (NPM).

Cieľom predkladanej práce bolo, na základe poznatkov o obsahoch ťažkých kovov, zhodnotiť v zmysle platnej legislatívy hygienický stav pôd v oblasti južného Slovenska a posúdiť hygienickú nezávadnosť vybraných druhov zelenín dopestovaných v týchto pôdno-klimatických podmienkach. Dôvodom bola skutočnosť, že oblasť južného Slovenska je najvýraznejším producentom tejto zložky rastlinných potravín. Vzhľadom na možnú plošnú a špecifickú lokálnu kontamináciu tejto oblasti získané výsledky sa týkajú kadmia, olova a ortuti.

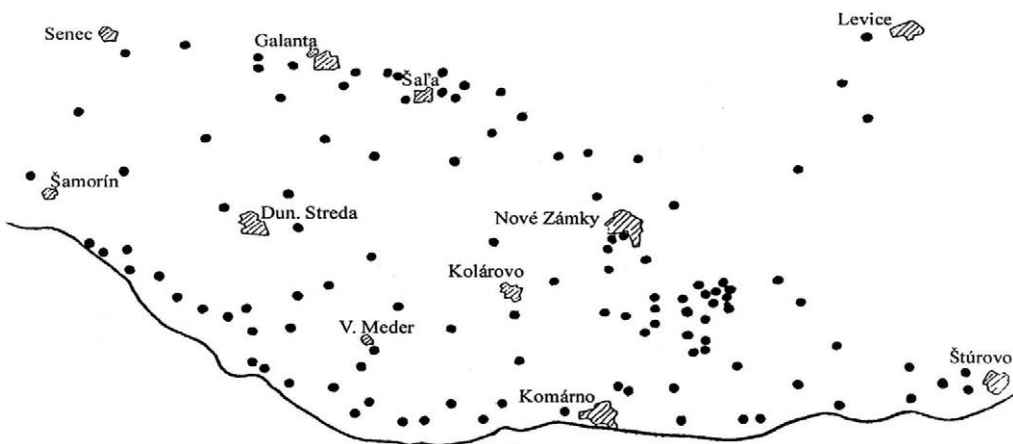
MATERIÁL A METÓDA

Pôdne vzorky

Pôdne vzorky na monitorovanie obsahu kadmia, olova a ortuti sa odoberali z celej rozlohy Podunajskej nížiny – od Bratislavy po Štúrovo, od hranice Dunaja po Senec, Galantu, Šurany a Levice (obr. 1).

Geologicky je toto územie budované kvartérnymi aluviálnymi sedimentmi pleistocenného a holocenného veku, kde sa nachádzajú štrkopiesčité sedimenty. Štrkopiesky sú prekryté mladšími aluviálnymi hlinitými až hlinitiopiesočnatými kalovými sedimentmi, menej piesčitými ílmi a ílovitými sedimentmi. Toto zloženie má vplyv aj na charakter pôdneho krytu, ktorý je pomerne pestrý. Geochemické procesy v pôdach majú karbonátovú povahu, a preto aj pôdy v tejto oblasti sú karbonátové, obvykle v celom profile. Je to oblasť veľmi teplá a suchá. Priemerná ročná teplota je 9,5 °C a dlhodobý priemer zrážok neprevyšuje 570 mm (Hraško, 1991).

Uvedená časť Podunajskej nížiny sa hodnotila na 129 lokalitách poľnohospodárskej pôdy. Pôdne vzorky sa odoberali sondovacími tyčami z ornice z hĺbky 0,0 až 0,2 m a jedna priemerná vzorka pozostávala zo zosypu minimálne z 15 vpichov. Hmotnosť zeminy pre jednu vzorku odob-



1. Lokality odberu pôdnych vzoriek – Localities of samplings of different soil samples

ratej z jedného honu predstavovala 500 g. Pôdne vzorky z honov (menšej ako 50 ha) sa zosypali do jednej vzorky (ÚKSÚP, 1989).

Chemické analýzy sa vykonávali z vysušenej a zhomogenizovanej zeminy s priemerom zrna pod 0,2 mm (tzv. jemnozom II) s dostatočnou úpravou vzorky preosiatím cez sito s okom pod 0,125 mm. Priprava vzoriek bola v súlade s najzaužívanejšími metodikami v SR a v Európe. Z hľadiska hygienického stavu pôd južného Slovenska sa stanovil:

Obsah Cd a Pb v pôdach vo výluhu HNO_3 ($c = 2 \text{ mol/dm}^3$). Tento výluh sa používa v monitoringu pôd v SR a predstavuje určitý kompromis, pretože v plošnom prieskume kontaminácie pôd sa používa už od roku 1991 a často sa používali aj vo výskumoch v predchádzajúcom období. Tento výluh umožňuje s dostatočnou citlivosťou zistiť obsah ťažkých kovov označovaných aj ako potenciálne uvoľniteľný obsah, zahrňujúci rôzne frakcie prvkov z hľadiska ich rozpustnosti. Jeho použitie je menej náročné z hľadiska nákladov na laboratórne stanovenie v porovnaní s celkovým obsahom a je uvedený v príslušných legislatívnych predpisoch. Výluh pôdnej vzorky sa pripravoval extrakciou za studena trepaním konštantného návažku príslušnej zeminy po dobu 2 hodín s konštantným objemom roztoku HNO_3 ($c = 2 \text{ mol/dm}^3$) (Kozák a Bílková, 1986). Vlastné analytické stanovenie sa robilo metódou AAS na prístroji SpectraAA-200 po doplnení mineralizátov na 25 ml elektrotermickou atomizáciou pár v grafitových kvetkách.

Celkový obsah Hg v pôdnych vzorkách sa stanovil osobitne jednouúčelovým ortuťovým analyzátorom TMA-254 priamo v pôdnych vzorkách bez chemickej úpravy.

Mapy znázorňujúce pôdne obsahy Cd, Pb a Hg boli zostavené z výsledkov stanovenia jednotlivých lokalít na Katedre pedológie PF UK v Bratislave. Pri spracovaní údajov metódou geoštatistiky bol použitý software vyvinutý Environmental Protection Agency (Englung a Sparks, 1991; Yates a Yates, 1990).

Vzorky zeleniny

V okolí Nových Zámkov a Hurbanova, nakoľko tieto lokality sú najintenzívnejším producentom zeleniny v Slovensku, sa odoberali aj vzorky pestovanej zeleniny zo zhodných lokalít s odberom pôdy. Analyzovali sa konzumné časti 12 druhov zeleniny: rajčiak, paprika, uhorky, patizón, melón cukrový, melón vodový, kel hlávkový, mrkva, petržlen, cesnak, cibuľa a pór. Priemerné vzorky sa pripravili minimálne z 15 kusov rajčiakov, papriky, uhoriek, mrkví, petržlenu, cesnaku, cibule, póru a z troch plodov resp. hlávok patizónu melónu vodového, cukrového a kelu hlávkového z každej lokality. Konzumné časti zelenín sa pokrájali, vysušili pri teplote 105°C a stanovil sa obsah sušiny (Pribela, 1991).

Celkový obsah Cd a Pb v rastlinách sa stanovil mineralizáciou rastlinného materiálu suchou cestou v platínovej miske v muflovej peci pri kontrolovanom tepelnom režime (250°C počas 1 h; 350°C počas 1 h; 450°C počas 6 h). Popoloviny sa premývali a rozpúšťali v HNO_3 ($c = 2 \text{ mol/dm}^3$)

(STN 56 0065, 1987). Vlastné analytické stanovenie sa robilo metódou AAS na prístroji SpectraAA-200 po doplnení mineralizátov na 25 ml elektrotermickou atomizáciou pár v grafitových kvetkách.

Celkový obsah Hg v sušine rastlinného materiálu sa stanovil jednouúčelovým ortuťovým analyzátorom TMA-254 priamo vo vzorkách bez chemickej úpravy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pôdy

Kvalita poľnohospodárskych pôd južného Slovenska vo vzťahu k rizikovým látkam – Cd, Pb, Hg sa posudzovala na 129 lokalitách pomocou Rozhodnutia Ministerstva pôdohospodárstva SR o najvyšších prípustných hodnotách rizikových látok v pôde č. 531/1994-540, ako súčasť zákona SNR č. 307/1992 Zb., o ochrane poľnohospodárskeho fondu. Uvedené rozhodnutie vychádzalo zo štvrtej aproximácie holandského ABC zoznamu s tým, že stanovilo referenčnú hodnotu A_1 platnú pre stanovenie vo výluhu HNO_3 ($c = 2 \text{ mol/dm}^3$) a vzťahujúce sa k referenčnej hodnote A, ktorej prekročenie znamená vyšší obsah prvku v pôde ako je jeho požadovaná koncentrácia indikačnej hodnoty B, pri ktorej kontaminácia pôd je analyticky preukázaná, a indikačnú hodnotu pre asanáciu C, ktorá znamená, že ak koncentrácia ťažkého kovu dosiahne túto hodnotu je nevyhnutné urobiť zmapovanie rozsahu poškodenia a rozhodnúť o spôsobe nápravného opatrenia (tab. I).

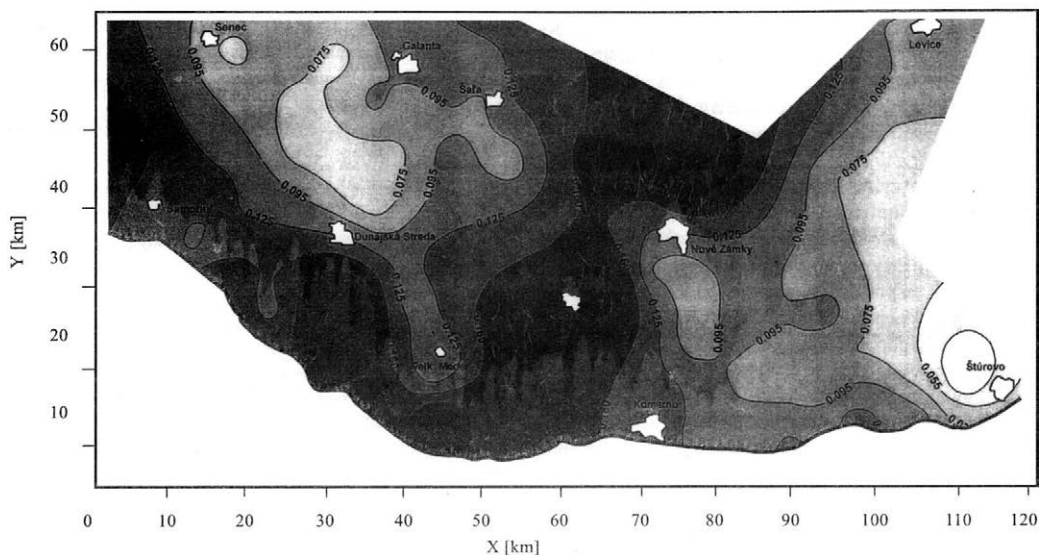
Obsah kadmia v pôdnych vzorkách sledovaných lokalít južného Slovenska sa pohyboval od 0,01 do 0,83 mg/kg. Zo 129 analyzovaných pôdnych vzoriek 9 prekročilo refe-

I. Limitné hodnoty Cd, Pb a Hg v pôdach v mg/kg suchej hmoty (podľa rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540) – Limit values of Cd, Pb and Hg in soils in mg/kg of dry mass (according to Decision of Ministry of Agriculture of Slovak Republic No. 531/1994-540)

Kovy ¹	A	A ₁	B	C
Cd	0,8	0,3	5	20
Pb	(85)	30	150	600
Hg	(0,3)	–	2	10

¹metal

renčnú hodnotu A_1 pre Cd vo výluhu HNO_3 ($c = 2 \text{ mol/dm}^3$), z toho 5 pôdnych vzoriek z oblasti Žitného ostrova – lokality Bodíky, Gabčíkovo, Trávník, Medveďov, Gabčíkovo-Pastúchy a 4 pôdne vzorky zo širšieho okolia Nových Zámkov – lokality Kolárovo-Nesvady, Pribeta, Šurany, Zlatná na Ostrove (obr. 2) (Hegedúsová, 1995; Hegedúsova a i., 1997). Lokálne zvýšenie obsahu kadmia na tomto území môže byť intenzívnej aplikácie fosforečných hnojív v rámci poľnohospodárskej výroby, alebo i geochemického pôvodu. Obsah kadmia v ostatných analyzovaných pôdnych vzorkách sa pohyboval okolo jeho celosvetovej

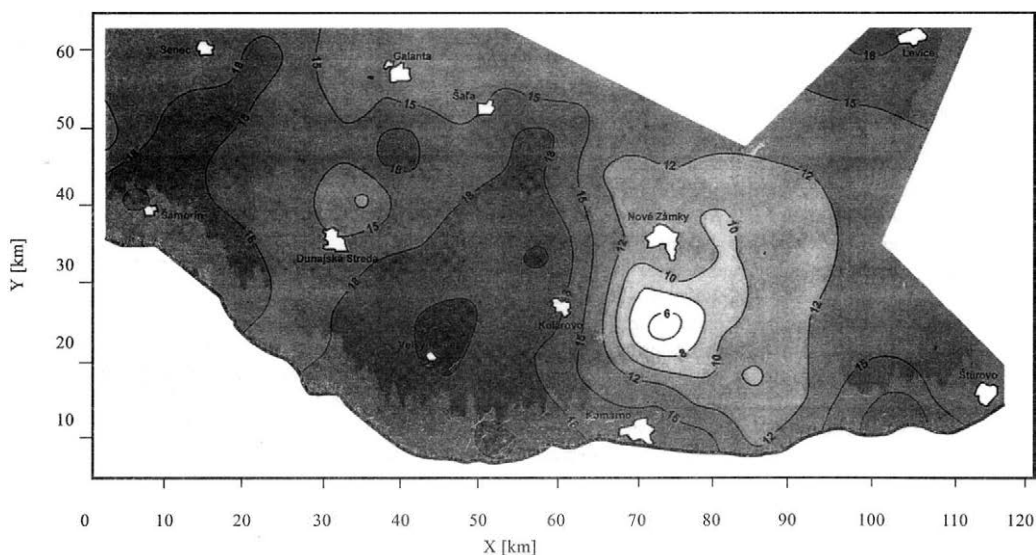


2. Obsah kadmia (mg/kg) v pôdnych vzorkách sledovaných lokalít južného Slovenska – výluh HNO_3 – Cadmium content (mg/kg) in soil samples of studied sites from Southern Slovakia – HNO_3 leach

pozaďovej hodnoty (tzv. klarkový obsah je 0,10 mg Cd/kg). Na celom území SR je vyše dvojnásobne vyšší obsah Cd ako je jeho klarkový obsah, čo je podobná situácia ako v Českej republike (Beneš, 1993) a rovnako aj vo väčšine krajín Európy a Severnej Ameriky (Kabata-Pendias a Pendias, 1992). Možno konštatovať, že zo 129 analyzovaných pôdnych vzoriek z južnej časti Slovenska z 93 % sa neprekročila referenčná hodnota Cd vo výluhu HNO_3 ($c = 2 \text{ mol/dm}^3$). Táto oblasť s najproduktívnejšími pôdami

v rámci poľnohospodárskych pôd SR je súčasťou tých 69,5 % pôd, ktoré patria do kategórie nekontaminovaných (Linkeš a i., 1997).

Analýzy pôdnych vzoriek na obsah olova dokumentujú rozpätie hodnôt od 4,3 po 29,5 mg/kg, čo umožňuje konštatovať, že ani jedna z pôd nevykázala vyššiu hodnotu akou je referenčná hodnota pre Pb. Blízke tejto hodnote boli vzorky odobraté v oblasti Žitného ostrova – Šaľa, Vozokany, Nedež, Trávnik, Šamorín, Veľký Meder, Okoč.



3. Obsah olova (mg/kg) v pôdnych vzorkách sledovaných lokalít južného Slovenska – výluh HNO_3 – Mercury content (mg/kg) in soil samples of studied localities of Southern Slovakia – HNO_3 leach

Mužla (obr. 3). V porovnaní s celosvetovou požadovú hodnotou (klarkový obsah je 20,0 mg Pb/kg) sú v poľnohospodárskych pôdach týchto lokalít hodnoty obsahu Pb vyššie približne o 30 %. V porovnaní so situáciou v Českej republike je však obsah Pb v našich pôdach nižší a je približne zhodný s priemerom väčšiny krajín Európy a Severnej Ameriky (Kabata-Pendias a Pendias, 1992; Beneš, 1993). Zo zistených charakteristík obsahu Pb v pôdach sa nedá priestorovo vyjadriť a odlišiť zvýšenie jeho obsahu v okolí frekventovaných komunikácií.

Pôdny obsah ortuť v 129 vzorkách sa pohyboval v rozpätí od 0,014 po 0,356 mg/kg. Priemerný celkový obsah Hg v pôdach južného Slovenska bol vyrovnaný a výrazne podlimitný. Referenčná hodnota sa prekročila len v dvoch prípadoch. Sú to pôdy z okolia odpadovej nádrže chemického závodu Duslo v Šali. Oproti priemeru zvýšené, ale podlimitné obsahy Hg sa stanovili v pôdných vzorkách z oblasti južného a západného Žitného ostrova (Trávnik, Sap, Tomášov), ako aj v okolí Šale, Štúrova, Nových Zámkov a Levíc (obr. 4) (Hegedúsová, 1995). Okrem uvedených lokalít obsah Hg v pôdach južného Slovenska je hlboko pod celosvetovou požadovú hodnotou (klarková hodnota je 0,08 mg Hg/kg). Podobne tomu aj priemerný obsah Hg v pôdach celej SR je pod hodnotou klarku a je podobný, až nižší, ako vo väčšine krajín Európy a Severnej Ameriky (Kabata-Pendias a Pendias, 1992), a nižší ako v Českej republike (Beneš, 1993). Možno konštatovať, že zo 129 analyzovaných pôdných vzoriek z južnej časti Slovenska v 98,5 % sa neprekročila referenčná hodnota celkového obsahu Hg. Ku zvýšeniu obsahu Hg v poľnohospodárskych pôdach v minulosti výrazne prispievalo aj používanie fungicídov na báze Hg. Adriano (1986) a Merian (1991) udávajú priemerné obsahy Hg v poľnohospodár-

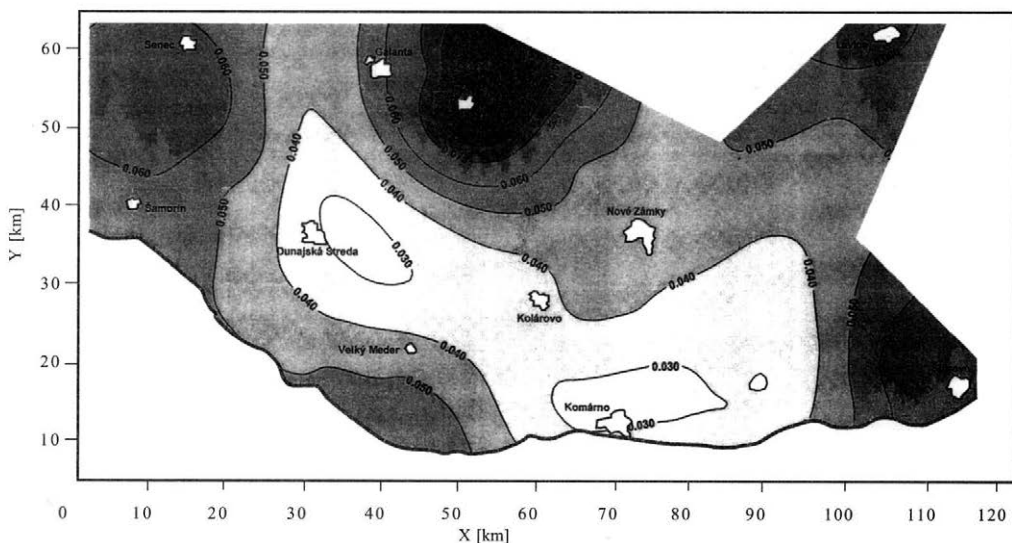
ských pôdach 0,06 až 0,20 mg/kg. Naše výsledky obsahu Hg v poľnohospodárskych pôdach sledovaného územia južného Slovenska sú porovnateľné s výsledkami uvedených autorov.

Dosiahnuté výsledky dokumentujú relatívne vyššie obsahy Cd, Pb a Hg v humóznejších pôdach, akými sú fluvizeme (FM), černozy (ČM), černice (ČA) na rozdiel od regozemí (RM) a hnedozemí (HM), v ktorých nižšie obsahy súvisia s nízkou hodnotou sorpčnej kapacity týchto pôd (tab. II). Na hygienickej nezávadnosti pôd južného Slovenska dokumentovanej podlimitnými obsahmi Cd, Pb a Hg sa podieľa aj pôdna reakcia sledovaných pôd. pH hodnoty pôdných vzoriek sa pohybovali v neutrálnej až slaboaalkalickej oblasti pôdnej reakcie. Je známe, že mobilita ťažkých kovov a tým aj ich prístupnosť zvýšením pH sa znižuje (Kozák, 1987; Kabata-Pendias a Pendias, 1992). Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že hygienický stav pôd sledovanej oblasti južného Slovenska je na dobrej úrovni.

Zelenina

Nakoľko blízke okolie Nových Zámkov a Hurbanova je jedným z najintenzívnejších producentov zeleniny, z uvedených lokalít sa analyzovalo 12 druhov zelenín na obsah Cd, Pb a Hg. Tieto prvky boli stanovené súbežne aj v pôdných vzorkách odobratých z rovnakých lokalít so zeleninou (výluh HNO_3 ; $c = 2 \text{ mol/dm}^3$).

Hygienická nezávadnosť konzumnej časti zeleniny sa hodnotila podľa najvyššieho prístupného množstva (NPM) (Vestník MZ SR, 1996). Najvyššie prípustné množstvo pre sledované kovy (pre Cd 0,1 mg/kg, pre Pb 1 mg/kg



4. Celkový obsah ortuť (mg/kg) v pôdných vzorkách sledovaných lokalít južného Slovenska – Mercury total content (mg/kg) in soil samples of studied localities of Southern Slovakia

II. Priemerné obsahy Cd a Pb vo výluhu HNO_3 ($c = 2 \text{ mol/dm}^3$) a celkového obsahu Hg v hlavných pôdnych typoch južného Slovenska (poľnohospodárske pôdy) v mg/kg – Average contents of Cd and Pb in HNO_3 leach ($c = 2 \text{ mol/dm}^3$) and total Hg content in main soil types of Southern Slovakia (agricultural soils) in mg/kg

Pôdny typ, subtyp ¹	Cd	Pb	Hg
RM	0,13	7,15	0,03
HM	0,04	9,10	0,03
ČM	0,12	12,42	0,09
ČA	0,14	21,40	0,05
FM	0,17	18,14	0,07

RM = regozeme – regosols type

HM = hnedozeme – luvisols

ČM = černoze – chernozems

ČA = černice – chernitsa

FM = fluvizeme – fluvisol

¹soil subtype

a pre Hg 0,05 mg/kg) nebolo prekročené ani v jednom analyzovanom druhu zeleniny.

Zvýšená, ale ešte podlimitná koncentrácia Cd bola stanovená v cesnaku, v cibuli, v póre a v patizóne. Najvyšší obsah Hg bol stanovený v zeleninách s relatívne vyššou sušinou, ako je cesnak a petržlen, ale jej obsah bol výrazne pod hygienickým limitom (tab. III). Referenčné hodnoty

Cd, Pb a Hg v pôdach sledovaných zeleninových druhov neboli prekročené (tab. IV). Stanovené zvýšené obsahy Cd, Pb a Hg v koreňovej zelenine potvrdzujú publikované výsledky autorov Kolář (1955) a Dvořáková (1992), ktorí dokumentujú, že ani nízka koncentrácia Cd v pôdnom roztoku nezaručuje jeho podlimitnú hladinu, hlavne v koreňovej zelenine. Zawadska a i. (1990) taktiež potvrdili, že závažný limit Cd bol prekročený v mrkve, cvikle, v koreňoch a listoch petržľenu pestovaných aj na nekontaminovaných pôdach. Opodstatnený je predpoklad viacerých autorov, že aj pri nízkom stupni kontaminácie pôd Cd najvýraznejšie je kontaminovaná listová zelenina, koreňová zelenina a hlúboviny. Koncentračná hladina Cd je najnižšia v plodoch zeleniny (Hlušek a Richter, 1995; Zawadska a i., 1990; Petříková a i., 1995).

Rastlina kumuluje Pb z pôdy hlavne v koreňoch a minimálne sa translokujú do nadzemných častí (Chrenková, 1984). Nadzemná časť rastlín je kontaminovaná predovšetkým olovom zo znečistenej atmosféry.

Ortuť a jej zlúčeniny sa adsorbujú z pôdy do rastliny koreňmi a sú transportované do nadzemných častí rastlín. Translokácia Hg z koreňov do nadzemných častí rastlín je veľmi obmedzená (Kloke a i., 1984).

Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že hygienický stav pôd sledovanej oblasti južného Slovenska a vybraných druhov zeleniny je na dobrej úrovni. Naše výsledky sú prínosom pre poľnohospodársku prax odporúčaním využívať oblasť produkčných pôd v tejto klimatickej zóne k zabezpečeniu výživy obyvateľstva zeleninou bez rizika jej hygienickej závadnosti, čo je zvlášť vítané pre výrobu detskej výživy.

III. Obsah Cd, Pb a Hg (mg/kg) v rôznych zeleninových druhoch z okolia Nových Zámkov a Hurbanova – Content of Cd, Pb and Hg (mg/kg) in different vegetable species from the region of Nové Zámky and Hurbanovo

Druh zeleniny ¹	Sušina zeleniny ² (%)	Cd		Pb		Hg	
		v sušine ³	v čerstvej hmotnosti ⁴	v sušine	v čerstvej hmotnosti	v sušine	v čerstvej hmotnosti
Rajčiak ⁵	6,39	0,18	0,012	0,50	0,032	0,022	0,0014
Paprika ⁶	7,65	0,22	0,017	0,52	0,040	0,021	0,0014
Uhorky ⁷	3,47	0,12	0,004	0,42	0,015	0,011	0,0004
Patizón ⁸	7,50	0,12	0,009	7,07	0,531	0,017	0,0013
Melón cukrový ⁹	5,86	0,12	0,007	1,02	0,060	0,037	0,0022
Melón vodový ¹⁰	6,58	0,12	0,008	0,42	0,028	0,039	0,0026
Kel hlávkový ¹¹	9,08	0,12	0,011	0,42	0,038	0,017	0,0015
Mrkva ¹²	11,38	0,19	0,022	0,52	0,059	0,020	0,0023
Petržlen ¹³	18,00	0,12	0,022	0,42	0,076	0,021	0,0038
Cesnak ¹⁴	39,52	0,22	0,087	1,94	0,767	0,020	0,0079
Cibuľa ¹⁵	12,17	0,60	0,073	3,20	0,389	0,023	0,0028
Pór ¹⁶	9,03	0,60	0,054	4,38	0,395	0,026	0,0023

¹vegetable species, ²vegetable dry matter, ³in dry matter, ⁴fresh mass, ⁵tomato, ⁶green pepper, ⁷cucumbers, ⁸custard marrow, ⁹cantalope, ¹⁰watermelon, ¹¹Brussel sprout, ¹²carrot, ¹³parsley, ¹⁴garlic, ¹⁵onion, ¹⁶leek

Pôda spod ¹	pH/KCl pôdy ²	P	Cd	Pb	Hg
		(mg/kg)			
Rajčiakov ³	7,62	258	0,16	17,32	0,051
Papriky ⁴	7,67	204	0,19	18,35	0,058
Uhoriek ⁵	7,79	1 400	0,22	19,30	0,069
Patizónov ⁶	7,51	408	0,07	18,10	0,080
Melónov cukrových ⁷	7,54	565	0,25	56,00	0,117
Melónov vodových ⁸	7,54	565	0,25	56,00	0,117
Kelu hlávkového ⁹	7,69	245	0,15	14,30	0,098
Mrkvy ¹⁰	7,43	448	0,20	18,23	0,053
Petržlenu ¹¹	7,29	637	0,15	21,90	0,050
Cesnaku ¹²	7,47	113	0,11	9,00	0,025
Cibule ¹³	7,64	203	–	–	0,057
Póru ¹⁴	7,67	185	0,03	24,00	0,162

¹soil under, ²pH/KCl of water, ³tomatoes, ⁴green pepper, ⁵cucumbers, ⁶custard marrows, ⁷cantalopes, ⁸watermelons, ⁹Brussel sprout, ¹⁰carrot, ¹¹parsley, ¹²garlic, ¹³onion, ¹⁴leek

LITERATÚRA

- Adriano D. C. (1986): Trace elements in the terrestrial environment. New York, Springer Verlag. 302–307.
- Beneš S. (1994): Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí. II. část. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR. 159 s.
- Curzydlo J. (1993): Vplyv využívania motorovej dopravy na životné prostredie a biologické prostriedky na ochranu pred následkami. Nitra, VŠP, 134–138.
- Dvořáková D. (1992): Těžké kovy v kořenové zelenině. Zahradnictví, 19, 47–50.
- Englund E., Sparks A. (1991): GEO-EAS 1, 2, 1: Geostatistical Environmental Assessment Software, Users Guide. Las Vegas, Nevada, U.S. EPA.
- Hegedűs O., Hegedűsová A. (1995): Kontaminácia poľnohospodárskych pôd a zelenín ortuťou. Poľnohospodárstvo, 41, 907–913.
- Hegedűsová A. (1995): Kontaminácia pôd a zeleniny južného Slovenska ťažkými kovmi. In: Zbor. Ref. Cudzorodé látky v poľnohospodárstve. Nitra, VŠP. 75–77.
- Hegedűsová A., Hegedűs O., Nagy L. (1997): Kontaminácia poľnohospodárskych pôd a zelenín kadmiumom. Poľnohospodárstvo, 43, 185–194.
- Hlušek J., Richter R. (1995): Vliv přirozeného a zvýšeného obsahu vybraných těžkých kovů v půdě na jejich obsah v rostlinných produktech. In: Zbor. Ref. Cudzorodé látky v poľnohospodárstve. Nitra, VŠP. 21–24.
- Hraško J. (1991): Přírodní podmínky půdotvorení v Slovenskej časti doliny Dunaja. [Výskumná správa.] Bratislava, Výskumný ústav pôdnej úrodnosti.
- Hronec O., Tóth J. (1996): Ťažké kovy v pôdach Stredného Spiša. In: V. Vedecké sympóziom o ekológii vo vybraných aglomeráciách Jelšavy-Lubenika a Stredného Spiša. Hrádok.
- Chrenková E. (1984): Působenie olova v systéme pôda-rastlina. Acta fytotechnica (Nitra), 15, 74–99.
- Chrenková E. a i. (1994): Pôdne vklady odpadmi a formy Cr^{III} a Cr^{VI} v rastlinách. Rostl. Výr., 40, 841–850.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. (1992): Trace Elements in Soils and Plants. Boca Raton – London, CRC Press. 365 pp.
- Kloke A., Sauerbeck D., Wetter H. (1984): The contamination of plants and soils with heavy metals, and the transport of metals in terrestrial food chains. In: Nriagu J. O. (ed.): Changing Metal Cycles and Human Health. Dahlen Konferenzen, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio, Springer Verlag. 113–141.
- Kolář L. (1995): Mobilita kadmia v půdě a její vztah k chemismu půdního prostředí z pohledu ekologického zemědělství. In: Zbor. Ref. Trvalo udržateľné hospodárenie v kultúrnej krajine. Nitra, Dom techniky ZS VTS. 167–170.
- Kozák J. (1987): Těžké kovy v půdě jako rizikový faktor. In: V. reprodukční dny. Praha, VŠZ. 29–35.
- Kozák J., Bílková H. (1986): Stanovení vybraných stopových prvků (Zn, Cd, Pb) v půdních extraktech. In: Konference O metodice, stanovení a významu stopových prvků v biologickém materiálu. Kupařovice.
- Linkeš V., Kobza J., Švec M. (1997): Monitoring pôd Slovenskej republiky. Súčasný stav monitorovaných vlastností pôd 1992–1996. Výsk. Úst. Pôd. Úrod. Bratislava, Lesoprojekt Zvolen, ÚKSÚP Bratislava, LVÚ Zvolen, Bratislava.

- Merian E. (1991): Metals and Their Compounds in the Environment. Occurrence, Analysis and Biological Relevance. Weinheim, VCH Verlagsgesellschaft mbH. D 6940.
- Petříková V., Ustjak S., Roth J. (1995): Těžké kovy v půdách a zemědělských plodinách v různě imisně zatížených lokalitách ČR. Rostl. Výr., 41, 17–23.
- Pribela A. (1991): Analýza potravín. Bratislava, STU. 394 s.
- STN 56 0065: Chemické rozbory v zemědělských laboratořích II. díl – 2. část. 1987.
- Tóth J., Hronec O. (1995): Ťažké kovy v krmovinách a v cereáliách v okolí kovohúť Krompach. In: IV. Vedecké sympóziu o ekológii vo vybraných aglomeráciách Jelšavy-Lubenika a Stredného Spiša. Hrádok.
- ÚKSÚP (1989): Jednotné pracovné postupy pre agrochemické skúšanie pôd (mechanika-manuskript). Bratislava.
- Yates S. R., Yates M. V. (1990): Geostatistics for Waste Management: a User's Manual for the Geopack (Ver. 1, 0) Geostatistical Software System. Ada, Oklahoma, U.S. EPA.
- Vestník MZ SR čiastka 9–13, r. 44, zo dňa 15. júla 1996.
- Zawadska T., Mazur H., Wojciechowska T., Mazurek M., Starka K. (1990): Contents of metals in vegetables from different regions of Poland in the years 1986–1988. I. Contents of lead, cadmium, and mercury. Roczn. Panstw. Zakl. Hig., 41, 11–131.
- Zákon SNR č. 307/1992 Zb. O ochrane poľnohospodárskeho fondu.

Received: 99–05–14

Kontaktná adresa:

RNDr. Alžbeta Hegedúsová, PhD., Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, Slovenská republika
Tel. +421 87 51 47 55, kl. 347, e-mail: dfpv@ukf.sk

ANTIOXIDANT CONTENTS AND COMPOSITION IN SOME VEGETABLES AND THEIR ROLE IN HUMAN NUTRITION

OBSAH A SLOŽENÍ ANTIOXIDANTŮ VE VYBRANÝCH ZELENINÁCH
A JEJICH ROLE V LIDSKÉ VÝŽIVĚ

J. Lachman, M. Orsák, V. Pivec

Faculty of Agronomy, Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Vegetables are significant sources of antioxidants in human nutrition both in direct consumption and in the form of vegetable juices. Natural antioxidants regarding their chemical structure, can be divided into polyphenols (flavonoids, anthocyanins, phenolcarboxylic acids, and coumarins), carotenoids, and tocopherols. Effective antioxidant activity is exhibited also by ascorbic acid and selenium. Major sources of antioxidants in direct consumption and in vegetable juices are onion, parsley, tomatoes, carrot, red and green pepper, red beet and celery. Onion bulbs have the highest polyphenol antioxidant contents (65 455–87 266 mg/kg) and are also high in ascorbic acid contents (60–5 000 mg/kg). The most frequent polyphenol antioxidants in onion are flavonoids, among them quercetin and its glycosides (spiraeoside, quercetin 3,4'-di-O- β -glucoside, quercetin 4'-O- β -D-glucoside, quercetin 7,4'-di-O- β -D-glucoside and quercetin 3-O- β -D-glucoside) and phenolcarboxylic acids (protocatechuic acid, vanillic acid and *p*-hydroxybenzoic acid) prevail. Phenolic amino acid tyrosine is also dominant. Second richest source of antioxidants is parsley. In antioxidant effect of parsley leaves antioxidants of different chemical nature share: polyphenols (30 051–32 412 mg/kg), ascorbic acid (430–7 695 mg/kg), α -tocopherol (36–252 mg/kg) and selenium (up to 0.021 mg/kg). In parsley in the greatest extent occur the following substances: quercetin glycoside rutin and furanocoumarins bergapten, xanthotoxin, isopimpinellin and psoralen. The third dominant source of antioxidants are tomatoes. In the greatest extent they contribute to this complex – polyphenols (24 070–27 054 mg/kg), α -tocopherol (7–143 mg/kg) and relatively selenium contents is high (0.034 mg/kg), too. In total polyphenol contents in greatest extent are represented flavonol quercetin glycoside rutin and phenolcarboxylic acids (caffeic acid) and phenolic amino acid tyrosine. Among carotenoids in tomatoes are in greatest extent present lycopene, β -carotene, lutein and α -carotene. An important source of antioxidants is red pepper. In antioxidant complex of its fruits ascorbic acid contents (230–20 982 mg in 1 kg of fruits), carotenoids (462 mg/kg) and α -tocopherol (22–284 mg/kg) prevail. Fruits of red pepper contain up to 44-fold more total carotenoids (303.7 mg/kg) in comparison with green pepper (paprika) (7.0 mg/kg). Red pepper contains mainly capsanthin and capsorubin, capsolutein, β -carotene, zeaxanthin, mutatoxanthin (zeaxanthin 5,8-epoxide), antheraxanthin (zeaxanthin 5,6-epoxide) and cryptoxanthin. Green pepper mostly contains lutein, violaxanthin (zeaxanthin 5,6,5',6'-diepoxide), and β -carotene. In celery parts on antioxidant contents share mostly polyphenols (2 268–4 746 mg/kg), carotenoids (as much as 144 mg/kg) and ascorbic acid (17–129 mg/kg). Polyphenolic complex is mostly formed with apigenin glycoside (apiin) and quercetin glycosides (rutin). Tyrosine is also significantly occurring and in higher levels phenolcarboxylic acids (*p*-methoxycinnamic acid) and furanocoumarins (bergapten, 8-hydroxy-5-methoxypsoralen and xanthotoxin). Among carotenoids β -carotene prevails. Regarding antioxidant contents, red beet roots mostly contain polyphenols (350–2 760 mg/kg), betacyanins (840–990 mg/l of sap), ascorbic acid (50–868 mg/kg), and carotenoids (438 mg/kg). The highest portion is formed by tyrosine, of betacyanins betanin, and of carotenoids β -carotene. In carrot roots occurrence of individual groups of antioxidants (polyphenols: 300.9–1 847 mg/kg, carotenoids: 136–854 mg/kg, ascorbic acid: 91–775 mg/kg) is well proportional and balanced. In carrot selenium level could reach as high as 0.020 mg/kg. Major polyphenol compounds contained in carrot are tyrosine and luteolin 7-O- β -glucoside. From carotenoids are present at highest levels β - and α -carotene. Their contents increases during development and enlarging of carrot root. From ratios of individual types of antioxidants in different vegetable species and vegetable juices results that their combination in human nutrition is favourable because levels of individual types of antioxidants contained in vegetables could complete each other in antioxidant network and in this way strengthen their antioxidant effect.

antioxidants; polyphenols; ascorbic acid; carotenoids; tocopherols; selenium; onion; parsley; tomato; red and green pepper; celery; red beet; carrot

ABSTRAKT: Polyfenolické látky zejména flavonoidy, jsou účinnými antioxidanty vzhledem k jejich schopnosti reagovat s volnými radikály mastných kyselin a kyslíku. Zeleniny jsou významným zdrojem antioxidantů v lidské výživě jak při přímé

konsumaci, tak i ve formě zeleninových šťáv. Antioxidanty po chemické stránce patří k látkám polyfenolického charakteru (flavonoidy, antokyany, fenolkarboxylové kyseliny, kumariny), karotenoidům a tokoferolům. Významnou antioxidační účinnost má také askorbová kyselina a selen. Významnými zdroji antioxidantů v přímé konzumaci i zeleninových šťávách jsou cibule, nať petržele, rajčata, mrkev, červená paprika, červená řepa a celerová nať. Cibule má nejvyšší obsah polyfenolických antioxidantů (65 455–87 266 mg/kg) a má také vysoký obsah askorbové kyseliny (60–5 000 mg/kg). Nejvíce zastoupenými polyfenolickými antioxidanty v cibuli jsou flavonoidy, z nich především kvercetin a jeho glykosidy (spiraeosid, 3,4'-di-O-β-glukosid kvercetinu, 4'-O-β-D-glukosid kvercetinu, 7,4'-di-O-β-D-glukosid kvercetinu a 3-O-β-D-glukosid kvercetinu – obr. 2). Fenolkarboxylové kyseliny (protokatechová kyselina, vanillová kyselina, *p*-hydroxybenzoová kyselina – obr. 2). Významně je zastoupena i fenolická aminokyselina tyrozin. Druhým nejbohatším zdrojem antioxidantů je petržel, především její nať. Na antioxidačních účincích natě petržele se podílejí antioxidanty různé chemické povahy – polyfenoly (30 051–32 412 mg/kg), askorbová kyselina (430–7 695 mg/kg), α-tokoferol (36–252 mg/kg) a selen (až 0,021 mg/kg). V petrželi je nejvíce zastoupen glykosid kvercetinu rutin a dále pak furanokumariny bergapten, xantotoxin, izopimpinellin a psoralen. Třetím významným zdrojem antioxidantů jsou rajčata. Nejvíce k tomuto komplexu přispívají polyfenoly (24 070–27 054 mg/kg), α-tokoferol (7–143 mg/kg) a relativně vysoký je i obsah selenu (0,034 mg/kg). K obsahu celkových polyfenolů nejvíce přispívají flavonolový glykosid kvercetin rutin, fenolkarboxylové kyseliny (kávová) a aminokyselina tyrozin. Z karotenoidů jsou v rajčatech nejvíce zastoupeny lykopen, β-karoten, lutein a α-karoten. Významným zdrojem antioxidantů je paprika, která obsahuje nejvíce askorbové kyseliny (230–20 982 mg/kg plodů), dále pak karotenoidy (462 mg/kg) a α-tokoferol (22–284 mg/kg). Plody červené papriky obsahují až 44krát více celkových karotenoidů (303,7 mg/kg) ve srovnání s paprikou zelenou (7,0 mg/kg). V červené paprice je nejvíce obsažen kapsantin a kapsorubin, kapsolutein, β-karoten, zeaxantin, mutatoxantin (5,8-epoxid zeaxantinu), antheraxantin (5,6-epoxid zeaxantinu) a kryptoxantin. V zelené paprice jsou nejvíce zastoupeny lutein, violaxantin (5,6,5',6'-di-epoxid zeaxantinu) a β-karoten. Na obsahu antioxidantů natě celeru se nejvíce podílejí látky polyfenolického charakteru (2 268 až 4 746 mg/kg), karotenoidy (až 144 mg/kg) a askorbová kyselina (17–129 mg/kg). Z polyfenolického komplexu jsou nejvíce zastoupeny glykosidy apigeninu (apiin) a kvercetinu (rutin). Významně jsou zastoupeny tyroziny, fenolkarboxylové kyseliny (*p*-metoxykořicová kyselina) a furanokumariny (bergapten, 8-hydroxy-5-metoxypsoralen a xantotoxin). Z karotenů je nejvíce zastoupen β-karoten. Na celkovém obsahu antioxidantů červené řepy se nejvíce podílejí polyfenoly (350–2 760 mg/kg), betakyaniny (840–990 mg/l šťávy), askorbová kyselina (50–868 mg/kg) a karotenoidy (438 mg/kg). Nejvíce je zastoupena aminokyselina tyrozin, z betakyaninů betanin a karotenoidů β-karoten. V kořenech mrkve je zastoupen polyfenol (300–1 847 mg/kg), karotenoidy (136–854 mg/kg) a askorbové kyseliny (91–775 mg/kg) vyvážené. V mrkvi může být až 0,020 mg selenu/kg. Dominantními fenolickými sloučeninami v mrkvi jsou tyroziny a 7-O-β-glukosid luteolinu. Z karotenoidů jsou nejvíce zastoupeny β- a α-karoten, jejichž obsah se během vývoje a zvěšování kořene zvyšuje. Ze zastoupení jednotlivých typů antioxidantů v různých druzích zeleniny vyplývá, že právě jejich kombinace ve výživě a zeleninových šťávách je výhodná, neboť obsahy jednotlivých typů antioxidantů se mohou v antioxidační síti vzájemně doplňovat.

antioxidanty; polyfenoly; askorbová kyselina; karotenoidy; tokoferoly; selen; cibule; petržel; rajčata; paprika; celer; červená řepa; mrkev

ÚVOD

Přírodní antioxidanty obsažené v potravinách a dalších biologických zdrojích vyvolaly v posledním období značný zájem vzhledem k jejich potenciálním nutričním a terapeutickým účinkům.

Významnými zeleninovými zdroji antioxidantů v přímé výživě i ve formě produktů, jako jsou zeleninové šťávy, jsou rajčata, celer, petržel, cibule, mrkev, paprika a červená řepa. Jejich zastoupení v zeleninových šťávách a výrobcích je různé, stejně jako i povaha jednotlivých antioxidantů, které je možné zařadit k flavonoidům, karotenoidům, askorbové kyselině, tokoferolům a selenu.

Hlavními flavonoidními antioxidanty jsou antokyany, flavanony, flavony, katechiny, flavonoly a fenolické kyseliny (Bors a Saran, 1987). Antioxidanty mají schopnost zachytávat volné radikály předtím, než mohou způsobit poškození tkáně nebo mohou bránit rozšíření oxidačního poškození. Antioxidační obranné systémy v lidském těle jsou rozsáhlé a jsou složeny z násobných vrstev, které působí na různých místech a proti různým typům volných radikálů. Antioxidanty mají schopnost deaktivovat excitovan

é molekuly kyslíku a volné organické radikály. Hrají významnou roli v prevenci stárnutí (Cutler, 1991), aterosklerózy, srdečních onemocnění, některých typů rakoviny, onemocnění trávicího ústrojí, imunitních poškození v důsledku zánětů, autoimunitních onemocnění – reumatoidní artritidy, lupénky, ARDS aj. (Frei, 1994). Askorbová kyselina brání přeměně nitrátů na rakovinotvorné látky. Tokoferoly zpomalují stárnutí buněk způsobené oxidací a pomáhají blokovat oxidaci, která přeměňuje LDL cholesterol z formy, která zůstává v krvi, na formu, která může ucpávat arterie (Good, 1994).

Peterson a Dwyer (1998) po statistickém vyhodnocení 153 potravin došli k závěru, že 35 %, tj. 54 potravin obsahuje flavonoidy a dalších 12 %, tj. 19 potravin, obsahovalo flavonoidní komponenty nebo ingredience. 39 potravin (25 %) obsahovalo flavonoidy, jejichž obsah byl snížen nebo zcela odstraněn mletím nebo jiným technologickým zpracováním, 41 potravin (tj. 27 %) flavonoidy neobsahuje vůbec.

Z antioxidantů flavonoidního typu jsou největším přínosem rajčata a celer, významné jsou i petržel a cibule. V zeleninových šťávách je významně zastoupena i mrkev,

1. Dominantní polyfenolické antioxidanty ve vybraných druzích zeleniny (mg/kg) – Major polyphenolic antioxidants in selected vegetable species (mg/kg)

Zelenina ¹	Látka ²	Obsah ³
Cibule ⁴ <i>Allium cepa</i> L.	kvercetin	48 100 (C) ^a , 54–286 (C) ^c , 3 451 (C) ^d , 185–634 (C) ^e , 30 660 (VV) ^d , 347–486 (C) ^f , 20 640 (VV) ^f
	protokatechová kyselina	4 500–17 540 (C) ^a
	spiraosid	10 000–11 300 (C) ^a
	3,4'-di-O-β-D-glukosid kvercetinu	1 700–5 600 (C) ^a , 50–1 300 (C) ^b
	tyrozin	290–3 161 (C) ^a
	4'-O-β-D-glukosid kvercetinu	100–800 (C) ^a 36–394 (C) ^b
	vanillová kyselina	258 (C) ^a
	7,4'-di-O-β-D-glukosid kvercetinu	160 (C) ^a
	p-hydroxybenzoová kyselina	107 (C) ^a
	floroglucinol	100 (C) ^a
	floroglucinolkarboxylová kyselina	100 (C) ^a
	flavonoly	30–1000 (C) ^f
Rajčata ⁵ <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	3-O-β-D-glukosid kvercetinu	40 (C) ^a
	kvercetin	2–203 (P) ^c 8–11 (P) ^f
	rutin	24 000 (L), (P) ^a
	tyrozin	38–2 479 (P) ^a
	celkové polyfenoly	27–570 (P) ^a
Celer ⁶ <i>Apium graveolens</i> L.	kávová kyselina	6 (P) ^a
	apiin	2 000 (R) ^a
	apigenin	0–191 (K) ^c 108 (K) ^f
	luteolin	0–40 (K) ^c 22 (K) ^f
	rutin	170 (R) ^a
	tyrozin	90–1 865 (Pt) ^a
	bergapten	1–520 (R), 1 (S), 0,04–0,35 (Pt) ^a
	8-hydroxy-5-metoxypsoralen	375 (S) ^a
	xantotoxin	6–183 (R), 0,04–0,61 (Pt) ^a
	furanokumariny	2,1–4,5 (K) ^f , 0,34–1,84 (L) ^g , 12–50 (L) ^h
	p-metoxyskořicová kyselina	7,5 (S) ^a
	5-metoxypsoralen	7,0 (P) ^a
	5-metoxy-8-O-β-D-glukosyloxypsoralen	2,9 (S) ^a
	8-metoxypsoralen	1,0 (L) ^a
Petržel ⁷ <i>Petroselinum crispum</i> Mill.	psoralen	0,03–0,15 (Pt) ^a
	rutin	30 000 (L) ^a
	bergapten	21–2 000 (V, R, S) ^a
	xantotoxin	3–289 (V) ^a
	izopimpinellin	0,3–79 (K) ^a
	5-metoxypsoralen	12 (R), 10 (L) ^a
	psoralen	1–10 (R), 2,5 (L) ^a
	izoimperatorin	6 (P) ^a
	imperatorin	1–6 (P), 0,53 (L) ^a
	8-metoxypsoralen	5 (P) ^a
	6-acetyl-7-hydroxykumarin	5 (S) ^a
Mrkev ⁸ <i>Daucus carota</i> L.	tyrozin	200–1 640 (K) ^a
	7-O-β-glukosid luteolinu	100 (K), (S) ^a
	xantotoxin	1,6 (V), 0,3 (K) ^a
	psoralen	0,8 (V), 0,3 (K) ^a
	bergapten	0,3 (K) ^a
Červená paprika ⁹ <i>Capsicum annuum</i> L.	tyrozin	180–2 455 (P) ^a
	p-kumarová kyselina	79 (P) ^a
	N-trans-feruloyltyramin	12 (K) ^a
	luteolin	11–31 (P) ^f
	kávová kyselina	11 (P) ^a
	N-trans-p-kumaroyltyramin	2 (K) ^a
	N-trans-feruloyloktopamin	1–2 (K) ^a
	N-trans-p-kumaroyloktopamin	1 (K) ^a
Červená řepa ¹⁰ <i>Beta vulgaris</i> subsp.	tyrozin	350–2 760 (K) ^a
	betanin	840–990* ^k

Vysvětlivky – Explanations:

* (mg/l šťávy) – (mg/l of sap), (C) = cibule – bulb, (P) = plod – fruit, (L) = list – leaf, (R) = rostlina – plant, (K) = kořen – root, (S) = semeno – seed, (V) = výhonek – shoot, (Pt) = část – part, (VV) = vrchní vrstvy cibule vztažené na sušinu – bulb outer layers dry matter

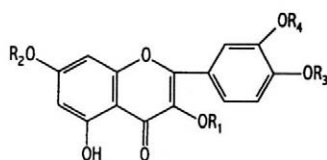
^aDuke (1992), ^bPrice and Rhodes (1997), ^cPatil et al. (1995a, b), ^dPatil and Pike (1995), ^eCrozier et al. (1997b), ^fJarvenpää et al. (1997), ^gTrumble et al. (1994), ^hNigg et al. (1997), ⁱLeighton et al. (1992), ^jHertog et al. (1992), ^kMichalik and Grzebelus (1995), ^lPark and Lee (1995)

¹vegetable, ²compound, ³content, ⁴onion, ⁵tomatoes, ⁶celery, ⁷parsley, ⁸carrot, ⁹red pepper, ¹⁰red beet

kde hlavními antioxidačními látkami jsou karoteny. Hagiwara aj. (1997) stanovili lykopen, α - a β -karoten v zeleninových šťávách pomocí HPLC a chemickou ionizační hmotovou spektrometrií atmosférickým tlakem (LC/APCI-MS) a selektivním iontovým monitoringem (SIM). V zeleninových šťávách stanovili lykopen, α - a β -karoten. Kromě již zmíněných zelenin významně doplňuje antioxidační komplex i askorbová kyselina zastoupená především v paprikách. Sít' antioxidantů zahrnuje i tokoferoly (Packer, 1994), především α -tokoferol a také selen.

FLAVONOIDY CIBULE (*ALLIUM CEPA* L.)

Podrobný přehled obsahu a zastoupení flavonoidů (tab. I, II, obr. 1 a 2) a askorbové kyseliny (tab. V a VI) v cibuli uvádí Lachman aj. (1999). Crozier aj. (1997b) pomocí HPLC s gradientovou elucí na C18 Nova-Pak dosáhli dobré separace rutinu, 3-O-glukosidu kvercetin, kvercitrinu, myricetinu, kvercetin, kempferolu a izoramnetinu. Nejvíce zastoupený kvercetin dosahuje průměrných hodnot 347 ± 63 mg/kg a maximální hodnoty 486 mg/kg. Justesen aj. (1997) uvádějí denní příjem flavonoidů 26 mg na osobu, přičemž hlavními zdroji jsou čaj, cibule, jablka, pomeranče a pomerančová šťáva. Al-Saikhaj aj. (1995) uvádějí, že nejvyšší antioxidační aktivitu naměřili v sestupném pořadí v těchto zeleninách: brokolice > brambory > cibule > mrkev, paprika. Také Cao aj. (1996) na základě změřených antioxidačních aktivit vyjádřených v μ mol Trolox ekv./g čerstvé hmoty vůči $O_2^{\cdot-}$ radikálům, udává vysokou antioxidační aktivitu cibule. Podle velikosti antioxidační aktivity seřadili zeleninu takto: česnek (19,4) > kapusta (17,7) > špenát (12,6) > růžičková kapusta, vojtěškové výhonky, květy brokolice, řepa, paprika, cibule, lilek (9,8 až 3,9) > květák, brambory, salát, zeli, mrkev, žlutá tykev, celer, okurky (3,8 až 0,5). Pizzocaro aj. (1992) a Gasparoli aj. (1995) uvádějí, že



$R_1=H, R_2=R_3=glu:$	3,7,4'-O- β -D-triglucoside
$R_1=R_2=H, R_3=glu:$	7,4'-O- β -D-diglucoside
$R_2=R_3=H, R_1=glu:$	3,7-O- β -D-diglucoside
$R_1=R_2=H, R_3=glu:$	3,4'-O- β -D-diglucoside
$R_2=R_3=H, R_1=R_2=glu:$	3,7,4'-O- β -D-triglucoside
$R_2=R_3=H, R_1=glu-glu(1 \rightarrow 2\beta), R_2=glucuronyl:$	3-O-sophoroside-7-O- β -D-glucuronide
$R_2=R_3=H, R_1=rha, glu:$	rutin
$R_2=R_3=H, R_1=glu:$	spiraoside
$R_2=R_3=H, R_1=glu:$	3-O- β -D-glucoside
$R_1=R_2=H, R_3=glu:$	7-O- β -D-glucoside
$R_1=R_2=H, R_3=glu:$	3'-O- β -D-glucoside

1. Glykosidy kvercetin – Glycosides of quercetin

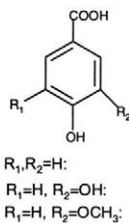
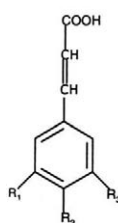
homogenizované artyčoky, mrkev, zeli, cibule, paprika, rajčata, fenykl, špenát a dýně jsou účinnými antioxidanty v sójovém oleji. Také vodné-etanolické extrakty rostlin jsou účinnými antioxidanty tuků (Demidov aj. (1992).

FLAVONOIDY A FURANOKUMARINY PETRŽELE (*PETROSELINUM SATIVUM* L.)

Pro petržel jsou charakteristické fotoaktivní furanokumariny (tab. I a II, obr. 3), které inhibují řadu mikroorganismů. Manderfeld aj. (1997) identifikovali metodou GC-MS psoralen, 8-metoxypsoralen a 5-metoxypsoralen, oxypeucedanin a izopimpinellin a současně je kvantifikovali. Nalezli silnou odrůdovou závislost, především u 5-metoxypsoralenu, závislost u 8-metoxypsoralenu byla srovnatelná s psoralenem. Jak zjistili Mattem aj. (1992), zavedení genu petržele pro syntézu kávoyl-CoA 3-O-metyltransferázy do ostatních rostlin zvyšuje rezistenci vůči plísňovým patogenům.

FLAVONOIDY RAJČAT (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.)

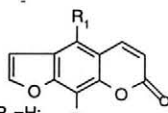
Nejvýznamnějším zdrojem flavonoidních antioxidantů v zeleninových šťávách jsou rajčata, která mohou být použita i ve 100% rajčatových šťávách, kečupech, rajských polévkách nebo podobných produktech, anebo mohou být konzumována přímo. Z flavonoidů jsou v rajčatech nejvíce zastoupeny glykosidy kvercetin ($8,0 \pm 3,1$ mg/kg) a kempferolu (< 2 mg/kg), v rajčatové šťávě kvercetin (13 mg/l) a myricetinu ($< 0,5$ mg/l). Crozier aj. (1977b) sta-



$R_1, R_2=H:$ p-hydroxybenzoic acid
 $R_1=H, R_2=OH:$ protocatechuic acid
 $R_1=H, R_2=OCH_3:$ vanillic acid

$R_1, R_3=H, R_2=OCH_3:$ p-methoxycinnamic acid
 $R_1=H, R_2, R_3=OH:$ caffeic acid

2. Fenolické kyseliny – Phenolic acids



$R_1, R_2=H:$ psoralen
 $R_1=OCH_3, R_2=H:$ bergapten
 $R_1=H, R_2=OCH_3:$ xanthotoxin
 $R_1=H, R_2=O-CH_2-CH=C(CH_3)_2:$ imperatorin
 $R_1=R_2=OCH_3:$ isopimpinellin
 $R_1=OCH_3, R_2=OH:$ 8-hydroxy-5-metoxypsoralen

3. Furanokumariny – Furanocoumarins

Zelenina ¹		Látka ²
Cibule ³	cibule ¹⁰	kávová kys., ferulová kys., <i>p</i> -kumarová kys., sinapová kyselina, catechin, pyrokatechin, 3-O-laminaribiosid kyanidinu, biosid kyanidinu, diglykosid kyanidinu, monoglykosid kyanidinu, kempferol, 3-O-β-D-diglykosid kempferolu, 3,4'-di-O-β-D-glukosid kempferolu, 7,4'-di-O-β-D-glukosid kempferolu, 4'-O-β-D-glukosid kempferolu, rutin, glykosid peonidinu, monoglykosid pelargonidinu
	listy ¹¹	1-O-kávoyl-β-D-glukóza, 1-O-feruloyl-β-D-glukóza, 1-O- <i>p</i> -kumaryl-β-D-glukóza
Rajčata ⁴	rostlina ¹²	vanillin
	plody ¹³	ferulová kys., <i>p</i> -kumarová kys., 1-O-feruloyl-β-D-glukóza, 1-O- <i>p</i> -kumaryl-β-D-glukóza, 1-O-feruloyl-β-D-glukosid, hydroxykysličníkový aldehyd, naringenin, kvercetin, kvercitrin, 3-O-rhamnosid kvercitrinu
	listy ¹¹	1-O-feruloylchínová kyselina, gentisová kyselina, neochlorogenová kyselina
Celer ⁵	rostlina ¹²	sinapová kys., <i>p</i> -hydroxykysličníková kys., protokatechová kyselina, kumarin, skopoletin, apigenin, 7-O-β-glukosid luteolinu, glykosid luteolinu, 3-O-galaktosid kvercitrinu, 3-O-β-glukosid kvercitrinu
	plody ¹³	7-O-apiosylglukosid luteolinu
	listy ¹¹	kávová kyselina, chlorogenová kyselina, gentisová kyselina, izochlorogenová kyselina, <i>p</i> -kumarylchínová kyselina, skopolin, 7-O-β-apiosylglukosid apigeninu, luteolin
	semena ¹⁴	7-O-apiosylglukosid chrysoeriolu, izokvercitrin, umbelliferon, izoimperatorin
Petržel ⁶	kořen ¹⁵	ferulová kyselina, <i>p</i> -kumarová kyselina
	rostlina ¹²	kávová kyselina, apigenin, 7-O-β-D-glukosid apigeninu, 7-O-glukoapiosid apigeninu, kempferol, 7-O-diglykosid luteolinu, naringenin, kvercetin
	semena ¹⁴	apiin, 7-O-β-D-glukosid chrysoeriolu, 7-O-apiosylglukosid luteolinu
	stonek ¹⁶	chlorogenová kyselina, <i>p</i> -kumarová kyselina, protokatechová kyselina
Mrkev ⁷	rostlina ¹²	4-O-β-D-glukosid kávové kyseliny, 7-O-β-D-galaktomanosid apigeninu, 7-O-β-D-galaktopyranosyl-(1→4)-O-β-D-manosid apigeninu, luteolin, 7-O-(6''-O-malonyl)-β-D-diglykosid luteolinu, 7-O-β-glukuronid luteolinu, kvercitrin, 5-metoxypsoralen
	semena ¹⁴	4'-O-β-D-glukosid apigeninu, 7-O-β-D-glukosid apigeninu, 7-O-β-D-rutinosid apigeninu, astragalín, chrysin, kempferol, 4'-O-β-D-diglykosid luteolinu, 4'-O-β-D-glukosid luteolinu, 7-O-β-D-diglykosid luteolinu, 7-O-β-rutinosid luteolinu, kvercetin, 3-O-β-glukosid kvercitrinu
	kořen ¹⁵	kávová kyselina, kávoylchínová kyselina (chlorogenová kyselina), ferulová kyselina, <i>p</i> -kumarová kyselina, <i>p</i> -hydroxybenzoová kyselina, syringová kyselina, gallová kyselina, protokatechová kyselina, salicylová kyselina, vanillová kyselina, vanillin, protokatechový aldehyd a <i>p</i> -hydroxybenzaldehyd, guajakol, diglykosid kyanidinu, 3-O-β-D-glukosid kempferolu, 3,5-diglykosid malvidinu, kumarin, skopoletin, izopimpinellin
	výhonky ¹⁷	trans-chlorogenová kyselina, O-β-D-glukosid ferulové kyseliny, O-β-D-glukosid <i>p</i> -kumarové kyseliny
	listy ¹¹	izochlorogenová kyselina, 3-(sinapoylxylosylglukosyl)galaktosid kyanidinu, eskuletin, umbelliferon
	plody ¹³	myricetin, sakunaretin
	tkáňová kultura ¹⁸	gentisová kyselina, vanillová kyselina, 4-hydroxykumarová kyselina, ferulová kyselina, 4-hydroxybenzoová kyselina, sinapová kyselina, 3,5-digalaktosid kyanidinu, 3-galaktosid kyanidinu, 3-glukogalaktosid kyanidinu, 3-O-β-D-glukosid kyanidinu, 3-O-latyrosid kyanidinu, 3-O-(2''-O-β-xylopyranosyl-6''-O-β-D-glukopyranosyl)-β-D-galaktopyranosid kyanidinu, 8-hydroxy-6-metoxy-3-methyl-3,4-dihydroizokumarin
Paprika ⁸	plody ¹³	chlorogenová kyselina, <i>p</i> -kumarová kyselina, ferulová kyselina, vanillová kyselina, <i>p</i> -hydroxybenzoová kyselina, gallová kyselina, vanillin, 1-O-kávoyl-β-D-glukóza, 1-O-feruloyl-β-glukóza, 4-O-β-D-glukosid hydroxybenzoové kyseliny, vanilloylglukóza, vanilloylkaproylamid, apiin, hesperidin, skopoletin
	listy ¹¹	7-O-β-apioglykosid, 7-O-β-D-glukosid, 7-O-β-diglykosid luteolinu a apigeninu
Řepa ⁹	rostlina ¹²	<i>p</i> -kumarová kyselina, kempferol, kvercetin
	bulva ¹⁴	homogentisová kyselina, hydroxykávová kyselina, <i>p</i> -hydroxybenzoová kyselina, salicylová kyselina, syringová kyselina, vanillin, lamprantin I a II, betanin, neobetatin, betanidin, 1-O-(E)-feruloyl-β-glukopyranosid, β-D-fruktofuranosyl-α-(6-O-[E]-feruloylglukopyranosid, 6-O-(E)-feruloyl-β-glukopyranosid, 1-O-(E)-feruloyl-3-α-glukuronoylglycerol, N-(E)-feruloylasparagová kyselina
	listy ¹¹	kávová kyselina, chlorogenová kyselina, ferulová kyselina, vanillová kyselina, glykosid kempferolu, glukosid kvercitrinu

¹vegetable, ²compound, ³onion, ⁴tomatoes, ⁵celery, ⁶parsley, ⁷carrot, ⁸red pepper, ⁹beet, ¹⁰bulb, ¹¹leaves, ¹²plant, ¹³fruits, ¹⁴seeds, ¹⁵root, ¹⁶stem, ¹⁷shoots, ¹⁸tissue culture

novovali pomocí HPLC obsah volných flavonoidů v kyselých hydrolyzátech rajsých jableček. Rajčata skotského, španělského a německého původu obsahovala 2,2 až 11 mg kvercitrinu na 1 kg čerstvé hmoty, „třešňová“ rajska jablička 17 až 203 mg kvercitrinu na 1 kg čerstvé hmoty. Vařením se obsah kvercitrinu snižuje, snížení při úpravě vařením a mikrovlnnou tepelnou úpravou bylo

vyšší ve srovnání se smažením. Významnou antioxidační aktivitu rajčat i ostatních druhů zelenin a jejich šťáv potvrzují Gasparoli aj. (1995). Pizzocaro aj. (1992) zjistili, že homogenizované rajčat stejně jako i ostatních druhů zelenin a koření (kromě fenyklu), mají výraznou antioxidační účinnost. Obsah flavonoidů v rajčatech je významně ovlivněn i různými stresovými faktory, například vlivem dusíkového

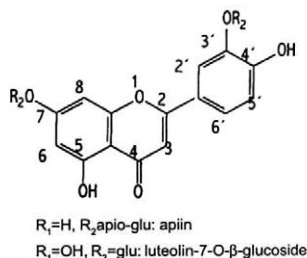
stresu (Bongue-Bartelsman, 1992). Během zpracování a skladování rajčat dochází ke snižování antioxidantní aktivity, stanovené na základě spotřeby kyslíku, antiradikálové aktivity (Lerici aj., 1997). Na antioxidantní aktivitu rajčat se významně podílí i látky terpenického charakteru, například lykopen. Bohm a Bitch (1997) analyzovali v rajčatové šťávě pomocí HPLC izomery karotenoidů. Zjistili vyšší stupeň izomerace β -karotenu v rajčatové šťávě ve srovnání s mrkvovou. Výstavení světlu po ≤ 72 h mělo za následek snížení obsahu lykopenu v rajčatové šťávě, zatímco obsah α - a β -karotenu byl v obou šťávách stabilní. Jak zjistili Nicolai aj. (1997) v rajčatovém protlaku, v průběhu termické úpravy produkty Maillardovy reakce zvyšovaly celkové antioxidantní vlastnosti. Buta a Spaulding (1997) uvádějí jako hlavní polyfenolické sloučeniny v rajčatech chlorogenovou kyselinu, rutin, konjugát *p*-kumarové kyseliny s rutinem. Sledovali jejich změny v metabolismu u odrůd Ailsa Craig a Pik-Red ve vztahu k vývoji. Nejvyšší hladiny chlorogenové kyseliny byly nalezeny pouze ve dřeni, během zrání stadií vývoje, během zrání však jejich obsah rychle klesal. Rutin je zastoupen pouze v perikarpu a jeho obsah během vývoje rostliny sleduje stejnou křivku. Konjugát *p*-kumarové kyseliny s rutinem byl zastoupen pouze v nízkých koncentracích během vývoje i zrání. Jeho nejvyšší hladiny byly nalezeny pouze ve dřeni, během zrání nebyl zjištěn úbytek. Během zrání však dochází k úbytku obsahu chlorogenové kyseliny i rutinu, což je v souladu i s úbytkem 3-indolyloctové kyseliny. To potvrzuje jejich roli jako regulátorů metabolismu auxinů. Mezi fenolickými kyselinami obsaženými v rajčatech uvádějí Xu aj. (1997) také salicylovou kyselinu, kterou stanovili pomocí HPLC.

FLAVONOIDY KOŘENE CELERU (*APIUM GRAVEOLENS* L., VAR. *DULCE*)

Crozier aj. (1997a,b) po kyselé hydrolýze stanovili pomocí HPLC v celeru 0 až 40 mg luteolinu na 1 kg čerstvé hmoty a 0 až 191 mg apigeninu/kg čerstvé hmoty. Tyto aglykony jsou v celeru dominantní. Průměrné uváděné hodnoty jsou 108 mg apigeninu a 22 mg luteolinu v 1 kg čerstvé hmoty (tab. I, II, obr. 4).

FURANOKUMARINY CELERU (*APIUM GRAVEOLENS* L., VAR. *RAPECEUM*) A FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ JEJICH OBSAH

Pro rostliny celeru je charakteristický obsah lineárních furanokumarinů. Jarvenpaa aj. (1997) stanovovali furanokumariny v čerstvém celeru za použití superkritické kapalinové extrakce (SFE) a HPLC. Optimální výsledky byly dosaženy při hustotě CO_2 0,58 g/ml. Nejlepší výtěžnosti bylo dosaženo u čerstvého celeru, horší výsledky byly získány u sušeného a lyofilizovaného celeru. Obsah furanokumarinů se pohyboval v rozmezí 2,1 do 4,5 mg/kg čerstvé hmoty kořenů a stejný výsledek byl získán i extrakcí



4. Flavonové glykosidy – Flavone glycosides

v Soxhletově přístroji. Tyto lineární furanokumariny jsou fototoxické a jejich obsah v různých orgánech celeru je ovlivněn řadou faktorů. Trumble aj. (1994) sledovali vlivy pesticidů, hmyzu a sezony na celkový obsah furanokumarinů v petiolách a listech celeru. Jejich celkový obsah v petiolách u neošetřených rostlin (0,34 až 1,84 mg/kg čerstvé hmoty) nedosahoval hladin způsobujících kontaktní dermatitidu. Také v listech byl jejich obsah nízký (2,95 mg/kg v roce 1989, 5,90 mg/kg v roce 1990). Nejvíce byly zastoupeny bergapten > xantotoxin > psoralen. Při stárnutí rostliny dochází ke snížení obsahu bergaptenu. Koncentrace v listech nebyly v korelaci s koncentracemi v petiolách. Zatímco pesticidy neměly na obsah furanokumarinů téměř žádný vliv, *Spodoptera exigua* Hübner vyvolala značné zvýšení obsahu furanokumarinů. Nigg aj. (1997) však zjistili, že ošetření kultivarů celeru Florida 2–14, Florimart, M 9, Florida 296, M 68 a Junebelle fungicidy Bravo 500, Manzate-D nebo Kocide 101 zvýšilo obsah bergaptenu v listech a stoncích 2 až 4×, xantotoxinu ve stoncích 2 až 3×, izopimpinellinu v listech 2 až 3×. Původní hodnoty celkového množství psoralenu, bergaptenu, xantotoxinu a izopimpinellinu se pohybovaly v rozmezí od 12 do 50 mg/kg. Ošetření listů celeru (*Apium graveolens*, cv. Secalinum) jasmonovou kyselinou nebo analogy jasmonové kyseliny s aminokyselinou (konjugát leucinu s 1-oxoindan-4-karboxylovou kyselinou) stimulovalo biosyntézu furanokumarinů psoralenu, xantotoxinu, bergaptenu a izopimpinellinu (Stanjek aj., 1997). Kromě zvýšení obsahu kumarinů uvnitř listů bylo zjištěno i značné zvýšení (až o 20 % celkových furanokumarinů) na povrchu listů, především dvou monomethoxyfuranokumarinů, jejichž poměr byl na povrchu a uvnitř listů různý. Zobel aj. (1994) sledovali vliv přirozených a umělých stresů na produkci furanokumarinů. Ve většině případů rostliny po počátečním snížení syntézy po jednom až dvou dnech vykazovaly zvýšenou koncentraci kumarinů a jejich kumulaci v povrchových částech, kde tvořily bariéru proti bakteriím, sporám plísní a také ochrannou vrstvu proti UV záření. Vztah mezi rezistencí celeru vůči larvám *Spodoptera exigua* (Hübner) potvrzují i poznatky autorů Diawara aj. (1994), kteří zjistili, že rezistentní divoký celer *Apium prostratum* obsahuje podstatně vyšší koncentrace lineárních furanokumarinů psoralenu, bergaptenu a xantotoxinu ve srovnání s náchylným kultivarem celeru Tall Utah 52–70 R. To bylo potvrzeno i zvýšením jejich obsahu vlivem UV záření a zvýšením rezistence. Zvýšená koncentrace furanokumarinů v dietách výrazně

prodlužovala generační dobu, snižovala hmotnost larev a zvyšovala mortalitu. Autoři doporučují křížení *A. prostratum* s *A. graveolens*. Berdegue a Trumble (1997) doporučují pro redukci larev *Spodoptera exigua* kombinaci sekundárních furanokumarinů s entomopatogeny.

FLAVONOIDY MRKVE (*DAUCUS CAROTA* L.)

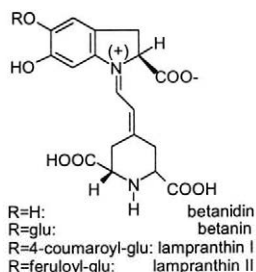
Glaessgen aj. (1992a, b, c) zjistili, že pro tkáň mrkve jsou typické antokyaniny. Stanovili sedm glykosidů odvozených od kyanidinu. Identifikovali 3-O-latyrosid, 3-O-(2"-O-β-xylopyranosyl-6"-O-β-D-galaktopyranosid) neacylovaný a acylovaný *p*-kumarovou, ferulovou, *p*-hydroxybenzoovou nebo sinapovou kyselinou. Rajendran aj. (1992) zjistili, že vlivem nitrátového nebo fosfátového stresu, resp. vlivem sacharózy nebo manitolu docházelo ke zvýšené produkci antokyanů. Dle Ilana aj. (1992) také růstové retardanty inhibiči biosyntézy giberellinu zvyšují akumulaci antokyanů. Nagahashi aj. (1996) identifikovali v buněčných stěnách kořenů *p*-hydroxybenzoovou a vanillovou kyselinu a v cytoplasmě chlorogenovou a ferulovou kyselinu.

FLAVONOIDY PAPIRIKY (*CAPSICUM ANNUUM* L.)

Souto aj. (1995) zjistili v paprice pět fenolkarboxylových kyselin (*p*-kumarovou, ferulovou, vanillovou, *p*-hydroxybenzoovou a gallovou) a vanillin. Diaz aj. (1997) se domnívají, že chlorogenová kyselina může v paprice sloužit jako aromatický zbytek pro výstavbu fenolických alkoholů během lignifikace buněčných stěn. Candela aj. (1995) zjistili nárůst obsahu fenolkarboxylových kyselin u rezistentních kultivarů, především *p*-hydroxybenzoové, vanilové a salicylové kyseliny. Lizzi aj. (1995) separovali z listů papriky chlorogenovou kyselinu a glykosidy apigeninu a luteolinu. Mun aj. (1994) testováním DPPH antioxidační radikálové aktivity považují papriku za nejúčinnější a značně velkou aktivitu našli též u řepy.

FENOLKARBOXYLOVÉ KYSELINY, FLAVONOIDY A BETALAINY ŘEPY (*BETA VULGARIS* VAR. *SACCHARIFERA* A *RUBRUM*)

Z polyfenolických sloučenin jsou bulvy řepy bohaté na tyrosin (350 až 2 760 mg/kg), avšak jsou zde také významně zastoupeny i další fenolické kyseliny. Maestro-Duran aj. (1996) identifikovali šest fenolkarboxylových kyselin typu benzoové kyseliny – gallovou, protokatechovou, *p*-hydroxybenzoovou, salicylovou, vanillovou a syringovou, dvě hydroxykořicové kyseliny – *p*-kumarovou a ferulovou, tři aldehydy – protokatechový aldehyd, *p*-hydroxybenzaldehyd a vanillin a guajakol. Významnou složku bulv červené řepy představují betalainy (betacyaniny) (obr. 5), z nichž především betanin a neobetainin (izobetainin) a jejich aglykony betanidin a izobetainidin obsahují na



5. Dominantní betalainy (betacyaniny) červené řepy – Major betalains (betacyanins) of red beet

rozdílu od betaxantinů fenolické hydroxylové skupiny (Harborne a Baxter, 1983). Michalík a Grzebelus (1995) uvádějí obsah betaninu v řepné šťávě v rozmezí 840 až 990 mg na 1 l šťávy, přičemž tento obsah je ovlivněn řadou faktorů: odrůdou (nejvyšší obsah měla odrůda Okragly Ciemnoczerwony – 980 mg betaninu na 1 l šťávy), vegetačním obdobím (od 100 dní do 140 dní vegetace se obsah snižoval od 840 do 990 mg/l šťávy) a způsobem hnojení dusíkem. Nejvyšší obsah betaninu byl získán při středních dávkách hnojení dusíkem amonným (820 mg/l), zatímco při nižších a vyšších dávkách byly hodnoty betaninu nižší (700 a 630 mg/l). Tyto látky mají antianemickou účinnost (Kaplan aj., 1997) a byla vyvinuta celá řada metod pro jejich izolaci z červené řepy (Czapski aj., 1993). Betanin je odolnější vůči teplotě ve srovnání s vulgaxantinem (Patkai a Barta, 1996). Při nižším obsahu kyslíku při teplotě 60 °C (pH 3,3 až 6,3) má reakce lineární průběh, při 70 až 80 °C (pH 3,3 až 4,65) exponenciální charakter. Bokern aj. (1991) identifikovali pomocí ¹H/¹³C NMR spektroskopie a hmotové spektroskopie konjugáty betacyaninu betaninu s ferulovou kyselinou a glykosidy ferulové kyseliny: lampranthin II (feruloylbetanin), 1-O-(E)-feruloyl-β-glukopyranosid, β-D-fruktofuranosyl-α-(6-O-(E)-feruloylglukopyranosid, 6-O-(E)-feruloyl-β-glukopyranosid, 1-O-(E)-feruloyl-3-α-glukuronylglycerol a N-(E)-feruloyl-asparagovou kyselinu. Dijoux aj. (1995) vyizolovali z listů *B. vulgaris* 3-(O-β-D-glukopyranosyl)-(1→6) β-D-glukopyranosid izorhamnetinu a 2"-O-β-D-xylosylizovitexin a 2"-O-α-L-rhamnosylizovitexin. Jak potvrzují Hamburg a Hamburg (1991), betalainy jsou nejstabilnější při pH 5,0, avšak jsou relativně termolabilní. Mikrokrystalická celulóza a β-cykloextrin tato barviva ve šťávách z červené řepy stabilizují.

ANTIOXIDANTY KAROTENOIDNÍHO CHARAKTERU

Jak zjistil Müller (1997), existuje nepřímá korelace mezi konzumací zeleniny a ovoce bohatých na karotenoidy a výskytem rakoviny a kardiovaskulárních onemocnění. Na základě HPLC analýz 22 zelenin (včetně brambor) stanovil 27 karotenoidů, z nichž nejvíce zastoupené byly β-karoten, lutein a violaxantin a jeho *cis*- izomer. Ve všech zelených zeleninách byly dominantní lutein, β-karoten (trans- i *cis*-) a violaxantin. Naproti tomu ve žluté a žluto-

červeně zbarvených zeleninách jsou dominantní β -karoten, α -karoten, β -kryptoxantin a α -kryptoxantin. Ve všech druhích zeleniny pak byly přítomny anteraxantin a neoxantin. V rajčatech je dominantní lykopen (tab. III a IV, obr. 6). Nejbohatší zeleniny s obsahem 100 mg celkových karotenoidů v kg jedlé části jsou: kapusta (348) > červená paprika (304) > petržel (257) > špenát (173) > hlávkový salát (160) > mrkev (159) > rajčata (127). Hart a Scott (1995) uvádějí obsahy dominantních karotenoidů v zeleninách:

- lutein (> 10 mg/kg): brokolice, hlávkový salát, petržel, hrách, paprika, špenát,
- lykopen (> 10 mg/kg): rajčata a jejich produkty,
- β -karoten (> 10 mg/kg): brokolice, mrkev, hlávkový salát, petržel, špenát.

Nejbohatším zdrojem karotenoidů je paprika, kde Deli aj. (1996) identifikovali pomocí HPLC až 34 karotenoidů během zrání plodů. Zvláštní struktury představují 3,6-epoxy- β -oxabicyclo[2,2,1] a 3,5,6-trihydroxy- β -struktury. Autoři prokazují identitu kapsoluteinu s kukurbitaxantinem A. Vesper a Nitz (1997) rozdělili karotenoidy papriky dle jejich UV-VIS spekter na zeaxantinovou a kapsantinovou skupinu. Dále je dělí na neesterifikované, monoesterifikované a diesterifikované. Kapsantin byl esterifikován myristovou, laurovou a palmitovou kyselinou. Deli a Toth (1997) identifikovali v luscích papriky cv. Bovet 4 během zrání 34 karotenoidů, z nichž nejvíce byly zastoupeny kapsantin, kapsorubin, zeaxantin, kukurbitaxantin A a β -karoten (obr. 7). Dalšími látkami byly 5,6-epoxid a 3,6-epoxid kapsantinu, karpoxantin, kukurbitaxantin B, violaxantin, cykloviolaxantin, anteraxantin, kapsanton, nigroxantin, β -kryptoxantin a jejich cis- izomery a furanooxidy.

III. Dominantní karotenoidní antioxidanty ve vybraných druzích zeleniny (mg/kg) – Major carotenoid antioxidants in selected vegetable species (mg/kg)

Zelenina ¹	Látka ²	Obsah ³
Cibule ⁴	β -karoten	12–158 (L), 52 (C), 28 (K)
Rajčata ⁵	β -karoten	7–113 (P)
	lykopen	1–20 (P)
	lykopersikonolid	6,7 (K)
Celer ⁶	karoten	80–145 (L)
	β -karoten	1–144 (Pt)
Petržel ⁷	β -karoten	15–267 (R)
	α -kopaen	7,92 (L)
Mrkev ⁸	β -karoten	27–673 (K)
	β -jonon (prekurzor)	300 (S)
	lykopen	80–140 (K)
	α -karoten	17–25 (K)
	xantofyl	12–16 (K)
Paprika ⁹	β -karoten	462 (P)
Červená řepa ¹⁰	β -karoten	438 (K)

Vysvětlivky – Explanation:

(C) = cibule – bulb, (P) = plod – fruit, (L) = list – leaf, (R) = rostlina – plant, (K) = kořen – root, (S) = semeno – seed, (Pt) = část – part

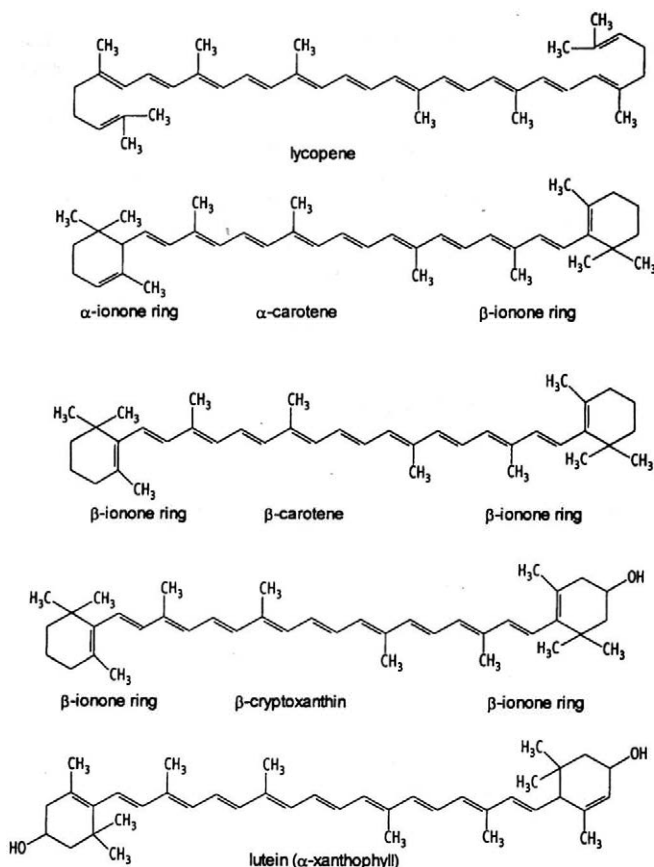
¹vegetable, ²compound, ³content, ⁴onion, ⁵tomatoes, ⁶celery, ⁷parsley, ⁸carrot, ⁹red pepper, ¹⁰red beet

Během vaření nedochází k žádné nebo jenom malé ztrátě karotenoidů a u zelených zelenin se dokonce zvýšil obsah luteinu o 24 % a β -karotenu o 38 %. Yamauchi a Watada (1993) monitorovali v listech petržele skladovaných na vzduchu nebo vzduchu s obsahem 10 μ l/l etylenu či 10 % CO_2 antioxidační pigmenty. Zjistili, že během skladování se snižuje obsah xantofylů a se žloutnutím listů se objevuje nový pigment – esterifikovaný xantofyl. Biochemická degradace chlorofylu a xantofylů nebyla etylemem a kontrolovanou atmosférou (10 % O_2 + 10 % CO_2) ovlivněna, avšak na vzduchu se obsahy chlorofylů a, b rychle snižovaly. V mrkvi jsou obsaženy především α -, β -, γ - a ζ -karoten. Turk aj. (1994) zjistili snížení původního obsahu chlorofylu (2 mg/kg), karotenu (72,89 mg/kg) a zvýšení obsahu lykopenu (3 625 mg/kg) v rajčatech skladovaných při 0 °C a 18 °C, přičemž tyto změny byly při nižší teplotě pomalejší. Chen aj. (1996) prokázali, že obsah luteinu, α -karotenu, β -karotenu a vitamínu A v mrkvi se snižuje během skladování se zvyšující se teplotou. Také světlo je destruktivním faktorem pro stabilitu karotenoidů. Při skladování na světle byly dominantními izomery karotenoidů 9-cis- izomery, zatímco 13-cis- izomery se tvořily převážně ve tmě. Kim a Kim (1992) stanovili karotenoidy – α - a β -karoten, xantofyl a kapsantin v různých paprikách a jejich produktech pomocí HPLC a UV-VIS spektroskopie. Nejvyšší obsah β -karotenu a kapsantinu našli v práškové formě červené papriky a xantofylu v listech červené papriky. α -Karoten byl minoritní a tak hlavním zdrojem vitamínu A je pouze β -karoten. Obsah kapsantinu a β -karotenu byl vyšší u červené papriky, obsah xantofylu naopak v zelené paprice. Tee a Lim (1992) kombinací HPLC, sloupcové chromatografie a UV-VIS spektrometrie analyzovali zmýdelněné a nezsmýdelněné extrakty rajčat a mrkve. Pik odpovídající β -karotenu byl nalezen u všech analyzovaných zelenin. α -Karoten je charakteristický pouze pro mrkev a lykopen pro rajčata, lutein byl nalezen v rajčatech. Carvalho aj. (1992) stanovovali metodou sloupcové chromatografie a HPLC α - a β -karoten v mrkvi a β -karoten v rajčatech. Izokratickým způsobem stanovili xantofyl v kořenech mrkve a dosáhli účinné separace xantofylů a karotenů. Haag aj. (1944) našli nejvyšší obsahy α - a β -karotenu v mrkvi a rajčatech. Granado aj. (1997) prokázali, že příjem ekvivalentu retinolu je nadhodnocen o 2 až 48 %, zatímco celkový příjem karotenoidů je podhodnocen o 30 až 50 %. Biacs a Daood (1994) zjistili, že nejúčinnější formou provitaminu A je cis- izomer β -karotenu, který je přítomen v paprice, mrkvi a rajčatech. Kim (1990) prokázal, že lykopen, lutein a α -karoten mají silnější antioxidační účinky než β -karoten nebo DL- α -tokoferol v systémech Fe^{3+} -ADP/NADPH a paraquat/NADPH. Marsili a Callahan (1993) stanovili pomocí HPLC α - a β -karoten v mrkvi a dalších druzích zeleniny, například v květech brokolice, cuketach, dýních, kapustě, hořčici, tuřinu aj.

Müller (1997) stanovil různé karotenoidy v zeleninách (mg/kg):

Listy petržele: 137,8 luteinu, 55 β -karotenu, 35,9 violaxantinu, 8,6 cis- β -karotenu, 6,6 anteroxantinu, 3,7 neoxantinu,

6. Dominantní karotenoidy v zelenině – Major carotenoids in vegetables



IV. Minoritní karotenoidní antioxidanty a jejich prekurzory ve vybraných druzích zeleniny – Minor carotenoid antioxidants and their precursors in selected vegetable species

Zelenina ¹		Látka ²
Rajčata ³	plody ⁸	1',2'-epoxy-1',2'-dihydro- β , ϵ -pseudokaroten, 1',2'-epoxy-1',2'-dihydro- β , ψ -karoten, 1,2-epoxy-1,2-dihydro- ψ , ψ -karoten, 5,6-epoxy-5,6-dihydropseudo-pseudokaroten, α -jonen, β -jonen, epoxylutein, lutein, luteinepoxid, lutein-5,6-epoxid, lykofyl, lykoxantin, neo- β -karoten-B, neo- β -karoten-U, neolykopen-A, neolykopen-B, neoxantin, violaxantin, zeaxantin, ζ -karoten
	kořen ⁹	lykopersikonol
Celer ⁴	rostlina ¹⁰	α -jonon
Petržel ⁵	rostlina ¹⁰	lutein
Mrkev ⁶	kořen ⁹	neoxantin
	kořen ⁹	α -jonon, β -kryptoxantin, ϵ -karoten, γ -karoten, jonen
	listy ¹¹	antheraxantin, krocetin, neoxantin, violaxantin
Paprika ⁷	rostlina ¹⁰	α -kryptoxantin, neo- β -karoten, xantofyl
	plody ⁸	kukurbitaxantin A, kukurbitaxantin B, β -apo-8'-karotenal, 5,6-dihydroxy-5,6-dihydrozeaxantin, α -karoten, 3-hydroxy- α -karoten, α -kopaen, anteraxantin, β -karotenepoxid, α - a β -krypto-xantin, kapsochrom, kapsolutein, kapsorubin, citroxantin, lutein, neoxantin, fytoen, violaxantin, cykloviolaxantin, xantofylepoxid, zeaxantin, ζ -karoten, kapsantin, 5,6- a 3,6-epoxid kapsantinu, cis-13'-kapsantin, cis-9'-kapsantin, cis-9,10-dihydrokapsenon, karpoxantin, kapsanton, nigroxantin, mutatoxantin, estery a furanooxidy

¹vegetable, ²compound, ³tomatoes, ⁴celery, ⁵parsley, ⁶carrot, ⁷red pepper, ⁸fruits, ⁹root, ¹⁰plant, ¹¹leaves

3,4 zeaxantinu, 1,7 α -karotenu, 1,1 β -kryptoxantinu a 0,9 α -kryproxantinu.

Plody červené papriky: 139,4 kapsantinu/kapsorubinu, 50 kapsoluteinu, 32,5 β -karotenu, 22,0 zeaxantinu, 20,2 mutatoxantinu, 16,7 anteraxantinu, 10,1 β -kryptoxantinu, 5,3 cis- β -karotenu, 5,1 α -karotenu, 1,3 lykopenu, 1,2 α -kryptoxantinu.

Plody zelené papriky: 4,1 luteinu, 1,2 violaxantinu, 1,0 β -karotenu, 0,25 anteraxantinu, 0,12 neoxantinu, 0,1 α -karotenu, 0,09 cis- β -karotenu, 0,05 α -kryptoxantinu, 0,02 β -kryptoxantinu.

Rajčata: 114,4 lykopenu, 8,9 β -karotenu, 2,1 luteinu, 1,5 α -karotenu.

Cibule: 0,15 luteinu, 0,03 violaxantinu, 0,02 β -karotenu, 0,01 anteraxantinu.

Mrkev velká: 90,2 β -karotenu, 48,9 α -karotenu, 9,9 ζ -karotenu, 5,2 cis- β -karotenu, 3,6 luteinu, 0,09 5,6-epoxidu β -karotenu.

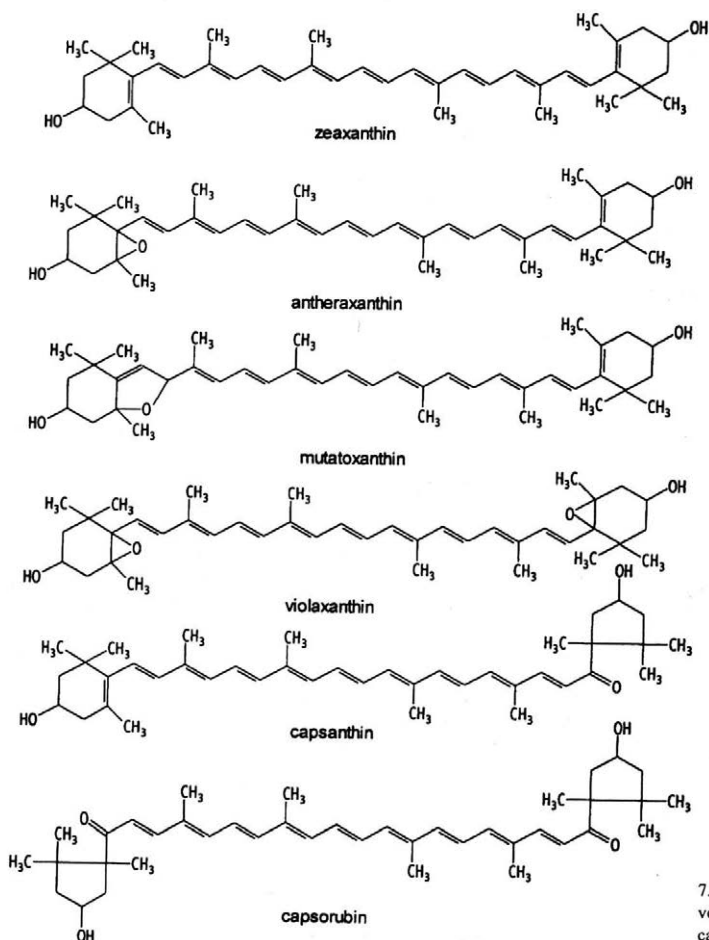
Mrkev středně velká: 65,0 β -karotenu, 30,6 α -karotenu, 5,6 luteinu, 1,4 cis- β -karotenu, 0,26 α -kryptoxantinu, 0,12 β -kryptoxantinu.

Mrkev mladá: 46,5 β -karotenu, 41,2 α -karotenu, 4,4 luteinu, 1,6 cis- β -karotenu, 0,28 β -kryptoxantinu, 0,2 α -kryptoxantinu, 0,15 lykopenu, 0,14 violaxantinu, 0,14 anteraxantinu.

Se stářím a velikostí mrkve vzrůstá obsah karotenoidů – kořen velké mrkve obsahuje 158,7 karotenoidů/kg, zatímco mladé mrkve pouze 94,6 mg/kg. Dochází také ke kvalitativním změnám. Zatímco v mladé mrkvi Müller (1997) identifikoval lykopen, violaxantin, α - a β -kryptoxantin, ve středně velké mrkvi nebyly z těchto karotenoidů zastoupeny lykopen a violaxantin. Ve velké mrkvi tyto karotenoidy nebyly identifikovány vůbec, ale navíc zde byly kvantifikovány ζ -karoten a 5,6-epoxid β -karotenu.

OBSAH TOKOFEROLŮ VE VYBRANÝCH ZELENINÁCH

Významnou antioxidační složkou zelenin jsou také tokoferoly (tab. V a VI). V zeleninách je obsažen především α -tokoferol, i když např. v cibuli je přítomen i β -tokoferol. Jejich



7. Karotenoidy zeaxantínového a kapsantínového typu – Carotenoids of zeaxanthin and capsanthin types

obsah se v zelenině pohybuje v širokém rozmezí od 0,4 do 788 mg/kg (Duke, 1992). Nejvíce je zastoupen α -tokoferol v mrkvových listech (788 mg/kg), v kořenech je jeho obsah nižší (36 mg/kg). Dále je významně zastoupen v listech řepy (321 až 439 mg/kg), naproti tomu v bulvách řepy je jeho zastoupení nepatrné (0,5 až 3,6 mg/kg). Významnými zdroji jsou i plody papriky (22 až 284 mg/kg), listy petržele (36 až 252 mg/kg) a rajčata (7 až 143 mg/kg).

OBSAH ASKORBOVÉ KYSELINY VE VYBRANÝCH ZELENINÁCH

Obsah askorbové kyseliny ve vybraných druzích zeleniny je uveden v tab. V a VI. Hagg aj. (1994) našli nejvyšší hladiny askorbové kyseliny ve žlutých a červených paprikách. Lee aj. (1997) sledovali hladiny askorbové a dehydroaskorbové kyseliny v mrkvové šťávě, kde další antioxidanty působily příznivě na zachování hladin askorbové kyseliny během skladování. Orak (1997) zjistil pokles

obsahu askorbové kyseliny a karotenoidů v naložené paprice během skladování po dobu osmi měsíců v ledničce.

OBSAH SELENU VE VYBRANÝCH ZELENINÁCH

Také selen je důležitým antioxidantem. Jeho hladiny dosahují v zelenině hodnot v rozmezí od 0,001 do 0,034 mg/kg (Duke, 1992) – (tab. V a VI). Nejbohatší jsou rajčata (až 0,034 mg/kg) a mrkev (0,020 mg/kg). V cibuli jsou jeho hodnoty nízké (0,001 až 0,003 mg/kg), avšak je vázán zejména v pěti organických sloučeninách jako jsou selenohomocystin, selenosid, selenometionin, selenometylselenocystein a selenometylselenometionin.

ZÁVĚR

Cibule se vyznačuje nejvyšším obsahem polyfenolických antioxidantů (65 455 až 87 266 mg/kg) a má také poměrně

V. Obsah antioxidantů askorbové kyseliny, α -tokoferolu a selenu ve vybraných druzích zeleniny (mg/kg) – Content of antioxidants – ascorbic acid, α -tocopherol and selenium in selected vegetable species (mg/kg)

Zelenina ¹	Askorbová kyselina ²	α -tokoferol ³	Selen ⁴
Cibule ⁵	390–5 000 (L), 60–2 703 (C)	0,4–30 (C), β -tokoferol (S)	0,001–0,003 (C), selenohomocystin (R), selenosid (R), selenometionin (C), selenometylselenocystein (C), selenometylselenometionin (C)
Rajčata ⁶	50–2 952 (P)	7–143 (P)	0,001–0,034 (P)
Celer ⁷	17–129 (R), 171–182 (S), dehydroaskorbová kyselina	64 (R)	neuvedeno ¹² (K)
Petržel ⁸	430–7 695 (R)	36–252 (L)	0,001–0,021 (R)
Mrkev ⁹	91–775 (K)	788 (L), 4–36 (K)	0,001–0,02 (K)
Paprika ¹⁰	230–20 982 (P), 20 000 (P), dehydroaskorbová kyselina	22–284 (P)	0,001–0,002 (P)
Červená řepa ¹¹	120–3 696 (L), 50–868 (K)	321–439 (L), 0,5–3,6 (K)	neuvedeno ¹² (K)

Vysvětlivky – Explanation:

(L) = list – leaf, (C) = cibule – bulb, (R) = rostlina – plant, (P) = plod – fruit, (S) = semeno – seed, (K) = kořen – root

¹vegetable, ²ascorbic acid, ³ α -tocopherol, ⁴selenium, ⁵onion, ⁶tomatoes, ⁷celery, ⁸parsley, ⁹carrot, ¹⁰red pepper, ¹¹red beet, ¹²not cited

VI. Celkový obsah jednotlivých typů antioxidantů a jejich celkové množství ve vybraných druzích zeleniny (mg/kg) – Individual antioxidant contents and total antioxidant amounts in selected vegetable species (mg/kg)

Zelenina ¹	Polyfenoly ⁹	Karotenoidy ¹⁰	Askorbová kyselina ¹¹	α -Tokoferol ¹²	Selen ¹³
Cibule ²	65 455–87 266	12–158	60–5 000	0,4–30,0	0,001–0,003
Rajčata ³	24 070–27 054	8–133	50–2 952	7,0–43,0	0,001–0,034
Celer (listy) ⁴	2 268–4 746	1–144	17–129	64,0	–
Petržel (listy) ⁵	30 051–32 412	23–275	430–7 695	36,0–252,0	0,001–0,021
Mrkev ⁶	300–1 847	136–854	91–775	4,0–36,0	0,001–0,020
Paprika ⁷	286–2 562	462	230–20 982	22,0–284,0	0,001–0,002
Červená řepa ⁸	350–2 760	438	50–868	0,5–3,6	–

¹vegetable, ²onion, ³tomatoes, ⁴celery (leaves), ⁵parsley (leaves), ⁶carrot, ⁷red pepper, ⁸red beet, ⁹polyphenols, ¹⁰carotenoids, ¹¹ascorbic acid, ¹² α -tocopherol, ¹³selenium

vysoký obsah askorbové kyseliny (60–5 000 mg/kg). Druhý nejbohatší zdroj antioxidantů představují listy petržele, kde převládajícími antioxidanty jsou polyfenolické sloučeniny (30 051 až 32 412 mg/kg) a poměrně vysoký je obsah askorbové kyseliny (430 až 7 695 mg/kg), α -tokoferolu (36 až 252 mg/kg) i selenu (až 0,021 mg/kg). Dalším významným zdrojem celkových antioxidantů jsou rajčata, ve kterých jsou obsaženy především antioxidanty polyfenolického charakteru (24 070 až 27 054 mg/kg), α -tokoferol (7 až 143 mg/kg) a také je relativně vysoce zastoupen selen (0,034 mg/kg). Nejvyšší obsah karotenoidů má mrkev (až 854 mg/kg), červená paprika (462 mg/kg) a bulvy červené řepy (438 mg/kg). Červená řepa má také významný obsah betacyaninů, především betaninu (840 až 990 mg/l šťávy). Značná část betaninu je esterifikována ferulovou a *p*-kumarovou kyselinou. Nejvíce askorbové kyseliny a α -tokoferolu obsahuje červená paprika (až 20 982 mg/kg askorbové kyseliny a 284 mg/kg α -tokoferolu).

Na zastoupení antioxidantů v zeleninách se maximálně podílejí látky polyfenolického charakteru a askorbová kyselina. Komplexní zastoupení antioxidantů v zeleninových šťávách nebo šťávách vyrobených z jednotlivých zelenin (mrkvová, rajčatová) působí pozitivně na zachování jejich obsahu, např. askorbové kyseliny (Lee, 1996; Lee aj., 1997).

LITERATURA

- Al-Saikhan M. S., Howard L. R., Miller J. C. (1995): Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato (*Solanum tuberosum* L.). *J. Food Sci.*, **60**, 341–343.
- Berdegue M., Trumble J. T. (1997): Interaction between linear furanocoumarins found in celery and a commercial *Bacillus thuringiensis* formulation on *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) larval feeding behaviour. *J. Econ. Entomol.*, **90**, 961–966.
- Biacs P. A., Daoud H. G. (1994): High-performance liquid chromatography with photodiode-array detection of carotenoids and carotenoid esters in fruits and vegetables. *J. Plant Physiol.*, **143**, 520–525.
- Bohm V., Bitsch R. (1997): Analytical aspects on carotenoids in fruit and vegetable juices. *GIT Labor – Fachz.*, **41**, 154, 156.
- Bokern M., Heuer S., Wray V., Witte L., Macek T., Vanek T., Strack D. (1991): Ferulic acid conjugates and betacyanins from cell cultures of *Beta vulgaris*. *Phytochemistry*, **30**, 3261–3265.
- Bongue-Bartelsman A. M. (1992): The effects of nitrogen stress on the flavonoid pathway of tomato. 118 pp. Avail. Univ. Microfilms Int., Order No. DA 9313482. From Diss. Abstr. Int. B (1993), **54**, 74.
- Bors W., Saran M. (1987): Radical scavenging by flavonoid antioxidants. *Free Radic. Res. Commun.*, **2**, 289–294.
- Buta A. J. G., Spaulding D. W. (1997): Endogenous levels of phenolics in tomato fruit during growth and maturation. *J. Plant Growth Regul.*, **16**, 43–46.
- Candela M. E., Alcazar M. D., Espin A., Egea C., Almela L. (1995): Soluble phenolic acids in *Capsicum annuum* stems infected with *Phytophthora capsici*. *Plant Pathol.*, **44**, 116–123.
- Cao G., Sofic E., Prior R. L. (1996): Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 3426–3431.
- Carvalho P. R. N., Collins Ch., Rodriguez-Amaya D. B. (1992): Comparison of provitamin A determination by normal-phase gravity-flow column chromatography and reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Chromatographia*, **33**, 133–137.
- Chen H. E., Peng H. Y., Chen B. H. (1996): Stability of carotenoids and vitamin A during storage of carrot juice. *Food Chem.*, **57**, 497–503.
- Crozier A., Jensen E., Lean M. E. J., McDonald M. S. (1997a): Quantitative analysis of flavonoids by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr. A*, **761**, 315–321.
- Crozier A., Lean M. E. J., McDonald M. S., Black Ch. (1997b): Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 590–595.
- Cutler R. G. (1991): Antioxidants and aging. *Am. J. Clin. Nutr.*, **53**, 373–380.
- Czapski J., Sobkowska E., Formanowicz M. (1993): Method for obtaining dyes from red beets. *Pol. PL 160 304* (Cl. C09B61/00), 26 Feb 1993, Appl. 275,930,21 Nov 1988, 6 pp.
- Deli J., Matus Z., Toth G. (1996): Carotenoid composition in the fruits of *Capsicum annuum* cv. Szentesi Kossarv during ripening. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 711–716.
- Deli J., Toth G. (1997): Carotenoid composition of the fruits of *Capsicum annuum* cv. Bovet 4 during ripening. *Z. Lebensm. – Unters. Forsch. A*, **205**, 388–391.
- Demidov I. N., Danilova I. A., Chernova L. A., Gladkaya V. F., Radionova L. L., Dementy V. A. (1992): Possible use of plant extracts as antioxidants for fats. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved., Pishch. Tekhnol.*, **3–4**, 30–31.
- Diawara M. M., Trumble J. T., Quiros C. F. (1994): Linear furanocoumarins and *Apium prostratum*/*Spodoptera exigua* interactions. *Acta Hort.*, **381**, 589–595.
- Diaz J., Barcelo A. R., De Caceres F. M. (1997): Changes in shikimate dehydrogenase and the end products of the shikimate pathway, chlorogenic acid and lignins, during the early development of seedlings of *Capsicum annuum*. *New Phytol.*, **136**, 183–188.
- Dijoux M. G., Lavaud C., Massiot G., Men-Olivier L. L. (1995): Flavonoids from *Beta vulgaris* varieties. *Fitoterapia*, **66**, 189.
- Duke J. A. (1992): Handbook of Phytochemical Constituents of Grass Herbs and Other Economic Plants. Boca Raton, FL. CRC Press.
- Frei B. (1994): Reactive oxygen species and antioxidant vitamins: mechanisms of action. *Am. J. Med.*, **97**, 5.
- Gasparoli A., Pizzocaro F., Ambrogi A. (1995): Antioxidative and prooxidative activities of tissues and juices of edible vegetable species. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, **72**, 185–191.
- Glaessgen W. E., Seitz H. U., Metzger J. W. (1992a): High-performance liquid chromatography/electrospray mass spectrometry and tandem mass spectrometry of anthocyanins from plant tissues and cell cultures of *Daucus carota* L. *Biol. Mass Spectrom.*, **21**, 271–277.

- Glaessgen W. E., Wray V., Strack D., Metzger J. W., Setz H. U. (1992b): Anthocyanins from cell suspension culture of *Daucus carota*. *Phytochemistry*, 31, 1593–1601.
- Glaessgen W. E., Hofmann R., Emmerling M., Neumann G. D., Seitz H. H. (1992c): Structure elucidation of saccharides in anthocyanins and flavonols by means of methylation analysis and gas chromatography. *J. Chromatogr.*, 598, 81–87.
- Good D. (1994): Health promotion and disease prevention: The role of antioxidant vitamins. *Am. J. Med.*, 97, 5–12.
- Granado F., Olmedilla B., Blanco I., Gil-Martinez E., Rojas-Hidalgo E. (1997): Variability in the intercomparison of food carotenoid content data: a users point of view. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 37, 621–633.
- Hagg M., Ylikoski S., Kumpulainen J. (1994): Vitamin C and α - and β -carotene in vegetables consumed in Finland during 1988–1989 and 1992–1993. *J. Food Compos. Anal.*, 7, 252–259.
- Hagiwara T., Yasuno T., Funayama K., Suzuki S. (1997): Determination of lycopene, α -carotene and β -carotene in vegetable juice by liquid chromatography/atmospheric pressure chemical ionisation – mass spectrometry. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*, 38, 211–218.
- Hamburg A., Hamburg A. (1991): The stability properties of red beet pigments: influence of pH, temperature and some stabilisers. *Meded. Fac. Landbouwwet., Rijksuniv. Gent*, 56, 1693–1695.
- Harborne J. B., Baxter H. (1983): *Phytochemical Dictionary. A Handbook of Bioactive Compounds from Plants*. London, Taylor and Frost. 791 pp.
- Hart D. J., Scott K. J. (1995): Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chem.*, 54, 101–111.
- Hertog M. G. L., Hollman P. C. H., Katan M. B. (1992): Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in The Netherlands. *J. Agric. Food Chem.*, 40, 2379–2383.
- Ilan A., Dougall D. K. (1992): The effect of growth retardants on anthocyanin production in carrot cell suspension cultures. *Plant Cell Rep.*, 11, 304–309.
- Jarvenpää E. P., Jestoi M. N., Huopalahti R. (1997): Quantitative determination of phototoxic furocoumarins in celeriac (*Apium graveolens* L. var. *Rapeceum*) using supercritical fluid extraction and high performance liquid chromatography. *Phytochem. Anal.*, 8, 250–256.
- Justesen U., Knuthsen P., Leth T. (1997): Determination of plant polyphenols in Danish foodstuffs by HPLC-UV and LC-MS detection. *Cancer Lett. (Shannon)*, 114, 165–167.
- Kaplan M. A., Lyublinkij S. L., Dzadzamiya R. G., Nazarov A. V., Gobechiya A. B., Lyublinkaya I. N. (1997): Antianemic agent. *Russ. RU 2,079,307 (Cl. A61K38/42)*, 20 May 1997, *Appl.* 96, 112,734, 8 Jul 1996. *Izobreteniya*, 14, 48.
- Kim H. (1990): Comparison of antioxidant activity of α -, β -carotene, lutein and lycopene by high-pressure liquid chromatography. *Korean J. Nutr.*, 23, 434–442.
- Kim Y., Kim N. K. (1992): Use of HPLC for determination of provitamin A carotenoids in red peppers. *Korean J. Nutr.*, 25, 389–396.
- Lachman J., Orsák M., Pivec V. (1999): Flavonoidní antioxi-danty a askorbová kyselina cibule (*Allium cepa* L.). *Zahrad-nictví – Hort. Sci. (Prague)*, 26, 125–134.
- Lee Y. (1996): Antioxidant compounds in peppers (*Capsicum annuum* L.) as affected by genotype, maturation, processing and storage. 98 pp. Avail. UMI, Order No DA9718399, *Diss. Abstr. Int.*, 1997, B, 58, 1.
- Lee S. M., Yu R., Rhee S. H., Park K. Y. (1997): Effects of carrot on the stability of vitamin C in (green-yellow) vegetable juices. *Han'guk Sikp'um Yongyang Kwahak Hoechi*, 26, 582–587.
- Leighton T., Ginther Ch., Fluss L., Harter W., Cansado J., Notario V. (1992): Molecular characterization of quercetin and quercetin glycosides in *Allium* vegetables. Their effects on malignant cell transformation. *ACS Symp. Ser. 507 (Phenolic Compd. Food Their Eff. Health II)*, 220–238.
- Lerici C. R., Manzocco L., Nicoli M. C., Anese M. (1997): Changes in antioxidant properties of foods during processing and storage. *Ind. Aliment.*, 36, 977–982.
- Lizzi Y., Roggero J. P., Coulomb P. J. (1995): Behaviour of the phenolic compounds on *Capsicum annuum* leaves infected with *Phytophthora capsici*. *J. Phytopathol.*, 143, 619–627.
- Maestro-Duran R., Borja R., Jimenez A. M., Leon M. (1996): Phenolic compounds in sugarbeet molasses. *Agrochimica*, 40, 173–179.
- Manderfeld M. M., Schafer H. W., Davidson P. M., Zottola E. A. (1997): Isolation and identification of antimicrobial furocoumarins from parsley. *J. Food Prot.*, 60, 73–77.
- Marsili R., Callahan D. (1993): Comparison of a liquid solvent extraction technique and supercritical fluid extraction for the determination of α - and β -carotene in vegetables. *J. Chromatogr. Sci.*, 31, 422–428.
- Mattern U., Hain R., Reif H. J., Stenzel K., Thomzik J. (1992): Use of a caffeoyl-CoA 3-O-methyltransferase gene to increase plant resistance to fungal pathogens. *Ger. Offen. DE 4, 117, 747 (Cl. A01H5/00)*, 03 Dec 1992; *Appl.* 30 May 1991, 15 pp.
- Michalik B., Grzebelus D. (1995): Betanine and nitrate contents in table beet cultivars as a function of growth period and manner of nitrogen fertilisation. In: *International Symposium on the Quality of Fruit and Vegetables: The Influence of Pre- and Post-Harvest Factors and Technology*, 1993. *Acta Hort.*, 379, 205–212.
- Müller H. (1997): Determination of the carotenoid content in selected vegetables and fruits by HPLC and photodiode array detection. *Z. Lebensm. – Unters. Forsch. A*, 204, 88–94.
- Mun S. I., Ryu H. S., Lee H. J., Choi J. S. (1994): Further screening for antioxidant activity of vegetable plants and its active principles from *Zanthoxylum schinifolium*. *Han'guk Yongyang Siklyong Hakhoechi*, 23, 466–471.
- Nagahashi G., Abney G. D., Doner L. (1996): A comparative study of phenolic acids associated with cell walls and cytoplasmic extracts of host and non-host roots for AM fungi. *New Phytol.*, 133, 281–288.
- Nicoli M. C., Anese M., Parpinel M. T., Franceschi S., Lerici C. R. (1997): Loss and/or formation of antioxidants during food processing and storage. *Cancer Lett. (Shannon)*, 114, 71–74.

- Nigg H. N., Strandberg J. O., Beier R. C., Petersen H. D., Harrison J. M. (1997): Furanocoumarins in Florida celery varieties increased by fungicide treatment. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 1430–1436.
- Orak H. (1997): Changes in the content of the carotenoids and ascorbic acid in red pepper (*Capsicum annuum* L.) pickle and pasta during storage. *Chim. Acta Turc.*, 25, 47–51.
- Patkar L. (1994): Vitamin E is nature's master antioxidant. *Sci. Med.*, 54–63.
- Park Y. K., Lee C. H. Y. (1995): Analysis of major flavonoids in onions. *Colloq. – Inst. Natl. Rech. Agron.* 69 (Polyphenols 94), 265–266.
- Patil B. S., Pike L. M. (1995): Distribution of quercetin content in different rings of various colored onion (*Allium cepa* L.) cultivars. *J. Hort. Sci.*, 70, 643–650.
- Patil B. S., Pike L. M., Yoo K. S. (1995a): Variation in the quercetin content in different colored onions (*Allium cepa* L.). *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 120, 909–913.
- Patil B. S., Pike L. M., Hamilton B. K. (1995b): Changes in quercetin concentration in onion (*Allium cepa* L.) owing to location, growth stage and soil type. *New Phytol.*, 130, 349–355.
- Patkai G., Barta J. (1996): Decomposition of betacyanins and betaxanthins by heat and pH changes. *Nahrung*, 40, 267–270.
- Peterson J., Dwyer J. (1998): Taxonomic classification helps identify flavonoid-containing foods on a semiquantitative food frequency questionnaire. *J. Am. Diet. Assoc.*, 98, 677–682, 685.
- Pizzocaro F., Gasparoli A., Fedeli E., Ambrogi A. (1992): Antioxidative activity of fresh vegetable homogenates. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 69, 555–561.
- Price K. R., Rhodes M. J. C. (1997): Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion (*Allium cepa*) and changes in composition resulting from autolysis. *J. Sci. Food Agric.*, 74, 331–339.
- Rajendran L., Ravishankar G. A., Venkataraman L. V., Prathiba K. R. (1992): Anthocyanin production in callus cultures of *Daucus carota* as influenced by nutrient stress and osmoticum. *Biotechnol. Lett.*, 14, 707–712.
- Souto X. C., Reigosa M. J., Gonzales L. (1995): Effect of potential phenolic allelochemicals released by *Capsicum annuum* on the growth of some microorganism populations. *Proc. Plant Growth Regul. Soc. Am.*, 22, 81–85.
- Stanjek V., Herhaus Ch., Ritgen U., Boland W., Stadler E. (1997): Changes in the leaf surface chemistry of *Apium graveolens* stimulated by jasmonic acid and perceived by a specialist insect. *Helv. Chim. Acta*, 80, 1408–1420.
- Tee E. S., Lim C. L. (1992): Analysis of carotenoids in vegetables by HPLC. *ASEAN Food J.*, 7, 91–99.
- Trumble J. T., Diawara M. M., Millar J. G., Ott D. E., Carson W. C. (1994): Implications of changing patterns of linear furanocoumarins in celery with plant growth, pesticide applications, and insect feeding. *Acta Hort.*, 381, 596–599.
- Turk R., Seniz V., Ozdemir N., Suzen M. A. (1994): Changes in the chlorophyll, carotenoid, and lycopene contents of tomatoes in relation to temperature. *Acta Hort.*, 368, 856–862.
- Xu Y., Ma Z., Cai X. (1997): Determination of salicylic acid in tomato by reversed phase high – performance liquid chromatography. *Zhiwu Shenglixue Tongsun*, 33, 49–52.
- Yamauchi N., Wataha A. E. (1993): Pigment changes in parsley leaves during storage in controlled or ethylene containing atmosphere. *J. Food Sci.*, 58, 616–618, 637.
- Vesper H., Nitz S. (1997): Isolation and characterisation of carotenoids in paprika (*Capsicum annuum*). *Adv. Food Sci.*, 19, 124–130.
- Zobel A. M., Crellin J., Glowinski K., Brown S. A. (1994): Concentration of furanocoumarins under stress conditions and their histological localisation. *Acta Hort.*, 381, 510–516.

Received: 99–11–25

Kontakní adresa:

Doc. Ing. Jaromír L a c h m a n, CSc., Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika

Tel. +420 2 24 38 27 20, fax +420 2 20 92 16 48, e-mail: lachman@af.czu.cz

NEW CULTIVARS OF APRICOTS

NOVÉ ODRŮDY MERUNĚK

Veselka

Registration into the List of Registered Cultivars of Slovak Republic: 1999

Breeder and maintainer: Research and Breeding Station, Ltd., Veselá pri Piešťanoch

Pedigree: The cross combination between cultivars Vesna × Vegama

Pomological characters and fruit quality: The fruit is medium large to large with average weight 60 to 65 g, included into the category AAA according to the international assessment. The shape of fruit is ovoid. The basic colour of the skin is orange, on the sun side is a good looking, crimson red cheek taking two thirds of the fruit surface. The flesh is orange, juicy. The taste of a fruit is very good, medium sweet with typical apricot fragrance. Because the flesh of the fruit is compact, the fruit at harvest and subsequent handling is not bruised, can be stored for a short time. The stone can be separated from the flesh with no problems. The stone is greater, flat of light brown colour. The fruit is suitable for direct consumption or as a table fruit. With regard to easy separability of the stone from the flesh and strength of the fruit, the fruit can be well preserved.

Breeding characters: The tree is less-grown, creates smaller crown of spoor character of the growth. Current year shoots are brown-red, relatively thick, the leaf is dark green with a great heart-shaped blade. Flowering is medium early, flowers are great, white, self-pollinating. The term of ripening of the fruit is early, 15 days before the control cultivar Maďarská. It starts to bear fruit very early, yielding potential is good. In some years it has a tendency to be over-yielding, thinning of fruit is suitable. It reacts well to cutting and regeneration of the tree crowns. Health condition of trees is good, no sensitivity to incidence of some diseases has not been observed till now. Special requirements for cultivation were not found.

Total evaluation: Good looking, large-fruited, early ripening cultivar for direct consumption. The cultivar is legally protected.

Veselka

Zápis do Listiny registrovaných odrôd SR: 1999

Šľachtiteľ a udržovateľ: Výskumno šľachtiteľská stanica, s.r.o., Veselá pri Piešťanoch

Rodokmeň: Vznikla v roku 1979 z kombináčného kríženia odrôd Vesna × Vegama.

Pomologické vlastnosti a kvalita plodov: Plod je stredne veľký až veľký s priemernou hmotnosťou 60 až 65 g, podľa medzinárodného hodnotenia kategórie AAA. Tvar plodu je vajcovitý. Základná farba šupky je pomarančová, na slnečnej strane je atraktívne karmínovočervené líčko pokrývajúce až dve tretiny povrchu plodu. Dužina je pomarančová, šťavnatá. Chuť plodu je veľmi dobrá, stredne sladká s typickou marhuľovou arómou. Nakoľko dužina plodu je pevná, plody sa pri zbere i následnej manipulácii neotláčajú, dajú sa krátkodobu skladovať. Oddeliteľnosť kôstky od dužiny je veľmi ľahká. Kôstka je väčšia, plochá bledohnedej farby. Plody sú vhodné najmä na priamy konzum ako stolové ovocie. Vzhľadom na ľahkú oddeliteľnosť kôstky od dužiny a pevnosť plodu dajú sa dobre i konzervovať.

Pestovateľské vlastnosti: Strom je menej vzrastný, vytvára menšiu korunu spúrového charakteru rastu. Letorasty sú hnedočervené, pomerne hrubé, list je tmavozelený s veľkou srdcovitou čepeľou. Kvitnutie je stredne skoré, kvety sú veľké, bielej farby, samoopelivé. Termín dozrievania plodov je skorý, 15 dní pred kontrolnou odrôdou Maďarská. Vstup do rodovitosti je veľmi skorý, rodivý potenciál je dobrý. V niektorých rokoch má snahu preplodzovať, vhodné je použiť prebierku plodov. Pri pestovaní veľmi dobre reaguje na rez a zmladzovanie korún stromu. Zdravotný stav stromov je dobrý, zatiaľ nebola pozorovaná citlivosť na výskyt niektorých ochorení. Špeciálne požiadavky na pestovanie neboli zistené.

Celkové zhodnotenie: Atraktívna, veľkoplodá, skoro dozrievajúca odroda na priamy konzum. Odrôda je právne chránená.

Velita

Registration into the List of Registered Cultivars of Slovak Republic: 1999

Breeder and maintainer: Research and Breeding Station, Ltd., Veselá pri Piešťanoch

Pedigree: The cross combination and subsequent selection of European and Middle-Asian cultivars (Maďarská × Achroři × Arzami × Zard) in the years 1964 to 1989.

Pomological characters and fruit quality: The fruit is great, mean weight of 56 g, included in category AAA according to international assessment. The shape of a fruit is oval, slightly flattened from sides. The basic colour of the skin is light orange, covered by pale red spots creating face. The fruit surface is smooth. The flesh is pale orange, softer, very juicy, of good balanced taste. The stone can be easily separated from the flesh. The stone is greater, flat, light-brown colour. With respect to the term of ripening and colours, the fruit is particularly suitable for direct consumption.

Breeding characters: The growth of tree is medium strong, the crown is thick, slightly pendent. Current year shoots are thin, brown-red colour. The term of flowering is later, flowers are large, white, self-pollinating. The date of fruit ripening is early, about ten days before the control cultivar Maďarská. The start of bearing fruits is medium early, high yielding potential. Health condition of the

trunk and skeletal branches is good, no higher sensitivity to incidence of some diseases has not been observed till now. The cultivar is distinguished by its frost-hardiness of flower buds.

Total evaluation: Frost-hardy, fertile, early ripening cultivar, suitable for direct consumption. The cultivar is legally protected.

Velita

Zápis do Listiny registrovaných odrôd SR: 1999

Šľachtiteľ a udržiavateľ: Výskumno šľachtiteľská stanica, s.r.o., Veselé pri Piešťanoch

Rodokmeň: Vznikla z kombináčného kríženia a následnej selekcie európskej a stredoázijských odrôd (Maďarská × Achrori × Arzami × Zard) v rokoch 1964 až 1989.

Pomologické vlastnosti a kvalita plodov: Plod je veľký s priemernou hmotnosťou 56 g, podľa medzinárodného hodnotenia kategórie AAA. Tvar plodu je oválny, z bokov mierne stlačený. Základná farba šupky je bledopomarančová, prekrytá svetločervenými škvrkami vytvárajúcimi líčko. Povrch plodu je hladký. Dužina je bledopomarančová, mäksia, veľmi šťavnatá, dobrej harmonickej chuti. Oddeliteľnosť kôstky od dužiny je dobrá. Kôstka je väčšia, plochá, bledohnedej farby. Plody vzhľadom na termín dozrievania a vyfarbenosť sú vhodné najmä na priamy konzum.

Pestovateľské vlastnosti: Rast stromu je stredne silný, koruna je riedka, mierne previsnutá. Letorasty sú tenké, hnedočervenej farby. Termín kvitnutia je neskorší, kvety sú veľké, biele, samoopelivé. Termín zrenia plodov je skorý, asi 10 dní pred kontrolnou odrodou Maďarská. Vstup do rodivosti je stredne skorý, rodivosť je vysoká. Zdravotný stav kmeňa i kostrových konárov je dobrý, zatiaľ nebola pozorovaná zvýšená citlivosť na výskyt niektorých ochorení. Odroda sa vyznačuje mrazuodolnosťou kvetných púčikov.

Celkové zhodnotenie: Mrazuodolná, úrodná, skoro dozrievajúca odroda, vhodná na priamy konzum. Odroda je právne chránená.

Vemina

Registration into the List of Registered Cultivars of Slovak Republic: 1999

Breeder and maintainer: Research and Breeding Station, Ltd., Veselé pri Piešťanoch

Pedigree: Cross combination of the cultivars Rakovský × Achrori × Arzami × Zard in the years 1964 to 1989.

Pomological characters and fruit quality: The fruit is medium large, mean weight of 50 g, included into the category AA according to international assessment. The globular shape, fruit surface is a little rugged. The basic colour of the skin is dark orange, covered by good looking face on the sun side. Much shiny skin. The total appearance of the fruit is good looking. The flesh is strong, orange, less juicy. Sour-sweet taste, balanced. The flesh can be very well separated from the skin. Smaller, globular, dark brown stone. The fruits can be well transported for their strength. Particularly suitable for industrial processing.

Breeding characters: The growth of the tree is weaker, the crown is smaller, globular, relatively thick. Current year shoots are shorter, strong, pale green. Earlier flowering, flowers are large, white with rounded petals, self-pollinating. The term of ripening of fruit is later, it is ripening three days after Maďarská cultivar. It starts to bear fruits medium early, the yielding potential is high. Good health condition of skeletal branches and trunk. When yielding is very high and fruits are concentrated on the fertile growing, the fruits can be damaged by Monilia rot caused by the fungus *Monilia fructigena*.

Total evaluation: Later ripening fertile cultivar, suitable particularly for industrial processing. The cultivar is legally protected.

Vemina

Zápis do Listiny registrovaných odrôd SR: 1999

Šľachtiteľ a udržiavateľ: Výskumno šľachtiteľská stanica, s.r.o., Veselé pri Piešťanoch

Rodokmeň: Vznikla kombináčným krížением odrôd Rakovského × Achrori × Arzami × Zard v rokoch 1964 až 1989.

Pomologické vlastnosti a kvalita plodov: Plod je stredne veľký s priemernou hmotnosťou 50 g, podľa medzinárodného hodnotenia kategórie AA. Tvar je guľovitý, povrch plodu je jemne hrboľatý. Základná farba šupky je tmavopomarančová, na slnečnej strane prekrytá atraktívnym červeným líčkom. Šupka je silne lesklá. Celkový vzhľad plodu je veľmi atraktívny. Dužina je pevná, pomarančovej farby, menej šťavnatá. Chuť je sladkokyslá, harmonická. Oddeliteľnosť dužiny od kôstky je veľmi dobrá. Kôstka je menšia, guľatá, tmavohnedej farby. Plody vzhľadom k svojej pevnosti dobre znášajú transport. Sú vhodné najmä na priemyselné spracovanie.

Pestovateľské vlastnosti: Rast stromu je slabší, koruna je menšia, guľovitá, pomerne hustá. Letorasty sú kratšie, pevné, bledozeleňé. Kvitnutie je skoršie, kvety sú veľké, biele s okrúhlymi korunnými lupienkami, sú samoopelivé. Termín zrenia plodov je neskorší, dozrieva tri dni po Maďarskej. Vstup do rodivosti je stredne skorý, rodivosť je vysoká. Zdravotný stav kostrových konárov a kmeňa je dobrý. Pri vysokej rodivosti a nahustení plodov na rodivom obraste však môže dochádzať k ich poškodeniu moniliovou hnilobou spôsobenou hubou *Monilia fructigena*.

Celkové zhodnotenie: Neskoršie dozrievajúca úrodná odroda, vhodná najmä na priemyselné spracovanie. Odroda je právne chránená.

Ing. Daniela Beneditková, PhD.
Výskumno šľachtiteľská stanica, s.r.o.
Veselé pri Piešťanoch

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem. Časopis zveřejňuje i názory, postřehy a připomínky čtenářů ve formě kurzívy, glosy, dopisu redakci, diskusního příspěvku, kritiky zásadního článku apod., ale i zkušenosti z cest do zahraničí, z porad a konferencí.

Autoři jsou plně odpovědní za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce. Redakce přijímá práce impromované vedoucím pracoviště nebo práce s prohlášením všech autorů, že se zveřejněním souhlasí.

Rozsah původních prací nemá přesáhnout 10 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI.

Rukopis má být napsán na papíře formátu A4 (30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery). K rukopisu je vhodné přiložit disketu s textem práce, popř. s grafickou dokumentací pořízenou na PC s uvedením použitého programu. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů a musí dát přesnou představu o obsahu práce. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo v práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě.

Rozšířený souhrn prací v češtině nebo slovenštině je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému. Tato úvodní část přináší také informaci, proč byla práce provedena.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál a způsob hodnocení výsledků.

Výsledky tvoří hlavní část práce a při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostatecích a výsledky se konfrontují s údaji publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura citovaná v textu práce se uvádí jménem autora a rokem vydání. Do seznamu se zařadí jen publikace citované v textu. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů.

Klíčová slova mají umožnit vyhledání práce podle sledovaných druhů zahradních rostlin, charakteristik jejich zdravotního stavu, podmínek jejich pěstování, látek použitých k jejich ovlivnění apod. Jako klíčová slova není vhodné používat termíny uvedené v nadpisu práce.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

Drobné pokyny pro autory lze vyžádat v redakci.

Applications for detailed instructions for authors should be sent to the editorial office.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short or a longer summary. The journal also publishes readers' views, remarks and comments in form of a text in italics, gloss, letter to the editor, short contribution, review of a major article, etc., and also experience of stays in foreign countries, meetings and conferences.

The authors are fully responsible for the originality of their papers, for its subject and formal correctness. The authors shall make a written declaration that their papers have not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper. The editors accept papers approved to print by the head of the workplace or papers with all the authors' statement they approve it to print.

The extent of original papers shall not exceed ten typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript should be typed on standard paper (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette with the paper text or graphical documentation should be provided with the paper manuscript, indicating the used editor program. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The **title** of the paper shall not exceed 85 strokes and it should provide a clear-cut idea of the paper subject. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract. It must present information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keywords and comprise base numerical data including statistical data.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form. This introductory section also provides information why the study has been undertaken.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material and the method of result evaluation.

In the section **Results**, which is the core of the paper, figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections **Results** and **Discussion** may be presented as one section only.

References in the manuscript are given in form of citations of the author's name and year of publication. A list of references should contain publications cited in the manuscript only. References are listed alphabetically by the first author's name.

Key words should make it possible to retrieve the paper on the basis of the horticultural crop species investigated, characteristics of their health, growing conditions, applied substances, etc. The terms used in the paper title should not be used as keywords.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number, or e-mail.

ZAHRADNICTVÍ

Ročník 27, č. 2, 2000

OBSAH

Goliáš J., Létal J., Šuderlová L.: Změny pevnosti odrůd jablek v průběhu zrání na stromě	41
Goliáš J., Létal J., Šuderlová L.: Měknutí jablek během zrání na stromě a při chladírenském skladování	49
Hegedüsová A., Hegedüs O.: Kontaminácia poľnohospodárskych pôd a zelenín ťažkými kovmi na južnom Slovensku	57
PŘEHLED	
Lachman J.: Obsah a složení antioxidantů ve vybraných zeleninách a jejich role v lidské výživě	65
NOVÉ ODRŮDY MERUNĚK	
Benediková D.: Veselka	79
Benediková D.: Velita	79
Benediková D.: Vemina	80
INFORMACE	
Kalendář akcí ISHS	56

HORTICULTURAL SCIENCE

Volume 27, No. 2, 2000

CONTENTS

Goliáš J., Létal J., Šuderlová L.: Changes in firmness of apples during maturation on trees	41
Goliáš J., Létal J., Šuderlová L.: Softening of apples during maturation and cooling storage	49
Hegedüsová A., Hegedüs O.: Contamination of agricultural soils and vegetables with heavy metals in Southern Slovakia	57
REVIEW ARTICLE	
Lachman J.: Antioxidant contents and composition in some vegetables and their role in human nutrition	65
NEW CULTIVARS OF APRICOTS	
Benediková D.: Veselka	79
Benediková D.: Velita	80
Benediková D.: Vemina	80
INFORMATION	
ISHS Calendar	56

Vědecký časopis ZAHRADNICTVÍ ● Vydává Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: edit@uzpi.cz ● Sazba a tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 2000

Rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, referát odbytu, Slezská 7, 120 56 Praha 2
Podávání novinových zásilek povoleno Českou poštou, s. p., Odštěpný závod Střední Čechy, č. j. NOV-6598/00-P/1 dne 16. 5. 2000