



COMPARISON OF OLD AND LANDRACES VARIETIES OF THE APPLE TREE (*MALUS DOMESTICA* BORKH) IN THE VARIABILITY OF SOME MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF LEAVES AND FLOWERS

Horčinová Sedláčková Vladimíra*, Hulin Miloš, Brindza Ján

Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Institute of Biodiversity Conservation and Biosafety, Nitra, Slovakia

Received: 6. 11. 2020

Revised: 16. 11. 2020

Published: 20. 11. 2020

Old and landraces varieties of cultivated plant species selected from natural populations adapted to long-term cultivation, which represent a rich genetic potential for the development of agroecosystems and agriculture under specific conditions, resources for an environment aestheticization, landscaping and development of cultural traditions. The research focused on determining the economic value of a selected collection of old and landraces varieties and fruit-bearing seedlings of apple tree (*Malus domestica* Borkh), widespread in Slovakia for their practical use in organic farming or as genetic resources for breeding new varieties for organic food production. For experimental evaluation, we used 73 old and landraces varieties of apple trees concentrated and preserved ex-situ in a clone repository in the village Bacúch and 77 fruit-bearing seedlings, which originated from free pollination and grown in-situ form around Nitra, Levice, Nové Zámky, Šaľa, Galanta, Hlohovec, Piešťany, Prievidza, Partizánske, Zlaté Moravce. By morphological analysis we determined for old and landraces varieties/fruit-bearing seedlings the range for the length of leaf blade 37.41–97.50 mm/57.54–107.93 mm, width of the leaf blade 27.00–66.44 mm/30.08–62.18 mm, the diameter of flowers 35.43–54.85 mm/32.55–62.08 mm, length of petals 15.48–24.41 mm/14.63–28.06 mm. The results document that in both collections of old and landraces varieties and fruit-bearing seedlings, we detected genotypes suitable for organic cultivation, such as germplasm for apple breeding for agroecological usage.

Keywords: *Malus domestica*, genetic resources, clone repository, morphometric analysis, variability

Úvod

Na Slovensku má pestovanie ovocných drevín dlhoročnú tradíciu. Dominantné postavenie v ovocnárstve majú jablone. Rod *Malus* z čeľade Rosaceae a podčeľade Pomoideae ako príklad ovocných stromov jablone domácej (*Malus domestica* Borkh.) je jedným z najdôležitejších, najviac rozšírených a najlepšie prispôbených ovocných druhov mierneho pásma z hľadiska produkcie a zaujíma ústredné miesto vo folklóre, kultúre a umení (Juniper and Maberley, 2006). Pestuje sa v oblastiach s vysokou zemepisnou šírkou, kde môžu teploty dosahovať -40 °C až do vysokých nadmorských výšok v trópoch, kde je možné pestovať dve plodiny

*Corresponding author: Vladimíra Horčinová Sedláčková, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Inštitút ochrany biodiverzity a biologickej bezpečnosti, Nitra, Slovenská republika
✉ vladimira.sedlackova@uniag.sk

v jednom roku (Janick, 1974), avšak najlepšie klimatické podmienky sú pre tento ovocný druh medzi 35 – 50°. Jablň má rozsah výskytu severnejší než iné ovocné druhy z dôvodu relatívne neskorého kvitnutia a vyššej mrazuvzdornosti (Hancock et al., 2008). V súčasnosti pestovatelia najmä z ekonomického hľadiska využívajú výkonné odrody s novými pestovateľskými tvarmi, s úzkymi intenzívnymi sponmi, pestovaním na slabo rastúcich podpníkoch atď (Forsline et al., 2003; Shakhnovych and Melnychuk, 2015). Popri intenzifikácii ovocinárstva sa aktívne rozvíja aj ekologické ovocinárstvo, v ktorom sa vyžaduje pestovať odrody vysoko tolerantné proti biotickým a abiotickým faktorom pestovateľského prostredia (Cornille et al., 2013; Margitay, 2016). Do pozornosti sa dostávajú staré a krajové odrody kultúrnych druhov rastlín, ktoré vznikli ako súčasť dlhodobého procesu domestikácie rastlín človekom. Boli vyselektované z prírodných populácií a pestované pre využitie vo výžive alebo pre iné účely. S ohľadom na ich dlhodobé pestovanie v rôznych oblastiach sa adaptovali na určité špecifické pestovateľské podmienky, čím nadobudli vysoký stupeň tolerancie proti nepriaznivým faktorom prostredia. Predstavujú výrobné prostriedky pre rozvoj agroekosystémov a poľnohospodárstva v špecifických podmienkach, zdroje pre estetizáciu životného prostredia, krajnotvorbu a rozvoj kultúrnych tradícií (Brindza, 2001; Tóth et al., 2004; Ganopoulos et al., 2017). Zakladanie klonových repozitórií s cieľom záchrany ohrozeného genofondu rastlín má u nás uplatnenie pri mnohých ovocných druhoch akými sú hruška, čerešňa, slivka, gaštan atď. (Bolvanský a Užík, 2012; Paprstein et al., 2013; Benediková et al., 2016).

Okrem krajových odrôd možno za významné genotypy pre ekologické ovocinárstvo využiť aj voľne rastúce semenáče jabloní. Je všeobecne známe, že mnohé krajové odrody ako aj pestované odrody boli vyselektované zo semenáčov (Boček, 2008). Semenáče jablone domácej – rastliny dopestované zo semien sa využívali a využívajú ako východiskový materiál pre šľachtenie alebo ako genetické zdroje pre podpníky (Sedov et al., 2013; Solomatin et al., 2017). Ontogenetický vývoj semenáčov jabloní a ich význam pre šľachtenie jabloní experimentálne rozpracoval I.V. Mičurin (Sedov et al., 1966; Boček, 2008).

Uvedené problematika sa stala hlavným objektom experimentálneho štúdia genetických zdrojov jablone domácej pre ekologické poľnohospodárstvo v kolekcii krajových a starých odrôd ako aj voľne rastúcich semenáčov rozšírených v podmienkach Slovenska.

Materiál a metodika

Biologický materiál

Pre experimentálne účely sa použili dva súbory biologického materiálu ako genetických zdrojov:

- a) staré a krajové odrody sústredené z rôznych oblastí Slovenska a uchovávané v klonovom repozitóriu formou *ex situ* v obci Bacúch – 73 vybraných genotypov. V experimentoch sme ich označovali skratkou R;
- b) voľne rastúce hybridy – semenáče z rôznych lokalít (Nitra, Levice, Nové Zámky, Šaľa, Galanta, Hlohovec, Piešťany, Prievidza, Partizánske, Zlaté Moravce) udržiavané formou *in situ* – 77 vybraných genotypov. V experimentoch sme ich označovali skratkou V.

Kvety so stopkami boli odoberané zo stromov a krov v máji, listy so stopkou z letorastov, typické, nepoškodené v auguste 2010 a prenesené do morfologetického laboratória na Inštitúte ochrany biodiverzity a biologickej bezpečnosti v Nitre na analýzy. Fotodokumentácia pochádza z exteriéru (habitus) aj interiéru (púčiky, kvety, listy); obrazové záznamy o genotype boli vyhotovené digitálnymi fotoaparátmi Fuji FinePix S 7000, Panasonic DMC FZ50.

Morfometrická analýza

Hodnotili sa nasledujúce znaky:

- ▶ šírka listovej čepele (mm), $n = 30$, z každého genotypu boli hodnotené znaky na 30 listoch;
- ▶ dĺžka listovej čepele (mm), $n = 30$;
- ▶ index tvaru listovej čepele (mm), $n = 30$;
- ▶ priemer kvetu (mm), $n = 10$, z každého genotypu boli hodnotené znaky na 30 kvetoch;
- ▶ šírka korunného lupienka (mm), $n = 30$;
- ▶ dĺžka korunného lupienka (mm), $n = 30$;

Kvety a listy boli merané posuvným meradlom s presnosťou na 0,01 mm.

Štatistická analýza

Základné štatistické analýzy boli vykonané s použitím PAST 2.17; Variabilitu testovaných súborov v jednotlivých znakoch sme hodnotili pomocou deskriptívnej štatistiky. Stupeň variability sme určovali podľa hodnôt variačných koeficientov. Daný ukazovateľ je nezávislý na meranej jednotke hodnoteného znaku. Teoreticky môžu nadobúdať ľubovoľné hodnoty (Stehlíková, 1998). Na vzájomné zistenie rozdielov medzi hodnotenými znakmi sme použili analýzu rozptylu ANOVA v programe STATISTICA 1.10.

Výsledky a diskusia

Hodnotenie a identifikácia genotypov na základe morfologetických znakov je dôležitá z hľadiska detekcie a selekcie jedincov, ktoré sú vhodným genetickým materiálom pre hybridizáciu a šľachtenie nových odrôd, čo prispieva k celkovému zachovaniu biologickej diverzity (Monka et al., 2014; Grygorieva et al., 2017, 2018; Ivanišová et al., 2017; Vinogradova et al., 2017).

Morfometrická analýza listovej čepele

Priemernú šírku listovej čepele sme určili v kolekcii krajových a starých odrôd v rozsahu 27,00 mm (R41/4) – 66,44 mm (R28/6) a v kolekcii voľne rastúcich semenáčov v rozsahu 30,08 mm (V44) – 62,18 mm (V30), čo dokumentujú údaje prezentované v Tabuľke 1. Zo vzájomného porovnania genotypov dosahujúcich nízke a vysoké hodnoty znaku a variačných rozpätí hodnoteného znaku vyplýva, že v oboch kolekciách boli určené genotypy s rôznou šírkou listovej čepele. Medzi kolekciami sme nezistili významné rozdiely. Hodnoty variačných koeficientov potvrdzujú nízky až vysoký stupeň variability daného znaku.

Möllerová (2008) a Walia et al. (2012) uvádzajú hodnoty daného znaku v rozsahu 3,5 – 6,5 cm, zatiaľ čo Chuanromanee et al. (2019) prezentujú nižšie priemerné hodnoty šírky listov

2,7 – 3,0 cm. Z porovnania údajov našich experimentov s autormi Möllerová, (2008) a Walia et al. (2012) sme určili významnú zhodu.

Tabuľka 1: Variabilita listovej čepele genotypov starých a krajových odrôd a rodiacich semenáčov jablone domácej (*Malus domestica* Borkh)

Table 1: Variability of leaf blade of genotypes of old and landraces varieties and fruit-bearing seedlings of apple tree (*Malus domestica* Borkh)

Šírka listovej čepele (mm)													
genotypy voľne rastúce						genotypy rastúce v repozitórii Bacúch							
	<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH		<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH
Genotypy s nízkymi hodnotami znaku													
V44	30	26,15	32,58	30,08	5,97	j	R41/4	30	21,34	31,8	27,00	9,27	jk
V17	30	28,21	42,96	33,58	12,07	ij	R3/2	30	23,62	36,66	27,30	11,14	jk
Genotypy s vysokými hodnotami znaku													
V30	30	40,21	68,78	62,18	10,77	a	R28/6	30	58,14	79,26	66,44	8,46	a
V35	30	52,32	69,43	61,83	10,33	a	R35/3	30	60,43	71,22	65,34	5,32	a
Dĺžka listovej čepele (mm)													
genotypy voľne rastúce						genotypy rastúce v repozitórii Bacúch							
	<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH		<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH
Genotypy s nízkymi hodnotami znaku													
V44	30	46,76	66,11	57,54	11,21	k	R33/5	30	33,13	43,20	37,41	7,24	kl
V9	30	51,12	68,40	58,37	8,71	k	R3/2	30	31,82	49,12	39,29	12,60	k
Genotypy s vysokými hodnotami znaku													
V28	30	95,07	120,59	107,93	6,61	a	R15/5	30	84,54	108,25	97,50	6,59	a
V76	30	77,27	128,41	104,19	13,30	a	R5/4	30	86,94	112,4	96,89	7,03	a
Index tvaru listovej čepele													
genotypy voľne rastúce						genotypy rastúce v repozitórii Bacúch							
	<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH		<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH
Genotypy s nízkymi hodnotami znaku													
V9	30	1,20	1,56	1,24	6,97		R33/5	30	1,01	1,19	1,09	4,77	
V59	30	1,00	1,57	1,33	11,30		R7/6	30	1,11	1,29	1,18	3,92	
Genotypy s vysokými hodnotami znaku													
V76	30	1,73	3,06	2,19	14,90		R18/9	30	1,73	2,64	2,17	11,48	
V22	30	1,83	2,85	2,18	13,20		R5/4	30	1,75	2,36	1,93	8,88	

Poznámky: *n* – počet meraní; min, max – minimálna a maximálna nameraná hodnota; \bar{x} – aritmetický priemer; V – variačný koeficient (%); TH – test homogenity podľa LSD pri preukaznosti $P_{0,05}$

Pri hodnotení priemernej dĺžky listovej čepele sme určili v kolekcii krajových a starých odrôd rozsah daného znaku 37,41 mm (R33/5) – 97,50 mm (R15/5) a v kolekcii voľne

rastúcich semenáčov rozsah 57,54 mm (V44) – 107,93 mm (V28), čo dokumentujú údaje prezentované v tabuľke 2. Zo vzájomného porovnania genotypov dosahujúcich nízke a vysoké hodnoty znaku a variačných rozpätí hodnoteného znaku vyplýva, že v oboch kolekciách boli určené genotypy s rôznou dĺžkou listovej čepele. Medzi kolekciami sme nezistili významné rozdiely. Hodnoty variačných koeficientov potvrdzujú nízky až stredný stupeň variability daného znaku. Möllerová (2008) a Walia et al. (2012) uvádzajú hodnoty daného znaku v rozsahu 6 – 12 cm, zatiaľ čo Chuanromanee et al. (2019) prezentujú nižšie priemerné hodnoty dĺžky listov 4,5 – 5,3 cm. Z porovnania nami získaných výsledkov s literárnymi poznatkami vyplýva určitá zhoda.

Tabuľka 2 Analýza rozptylu hodnotených znakov listov genotypov starých a krajových odrôd a rodiacich semenáčov jablone domácej (*Malus domestica* Borkh)

Table 2 Analysis of variance of evaluated leaf traits of genotypes of old and landraces varieties and fruit-bearing seedlings of apple tree (*Malus domestica* Borkh)

Faktory	f	S	MS	F	P	LSD	
Voľne rastúce semenáče (in situ)							
Šírka listovej čepele (mm)							
Medzi súbormi	9	2 238,625	248,736	8,677	0,000	0,05	5,255
V rámci súborov	190	5 446,454	28,665			0,01	6,081
Celkom	199	7 685,078					
Dĺžka listovej čepele (mm)							
Medzi súbormi	9	19 049,380	2 116,597	33,746	0,000	0,05	7,774
V rámci súborov	190	11 916,972	62,720			0,01	8,996
Celkom	199	30 966,347					
Krajové a staré odrody v klonovom repozitóriu Bacúch (ex situ)							
Šírka listovej čepele (mm)							
Medzi súbormi	9	6 366,700	707,411	69,948	0,000	0,05	4,575
V rámci súborov	90	910,203	10,113			0,01	3,210
Celkom	99	7 276,906					
Dĺžka listovej čepele (mm)							
Medzi súbormi	9	23 792,970	2 643,663	113,657	0,000	0,05	6,939
V rámci súborov	90	2 093,394	23,259			0,01	8,174
Celkom	99	25 886,363					

Vysvetlivky: f – počet stupňov voľnosti; S – súčet štvorcov; MS – priemerný štvorec; F – hodnota testu Fischera; P – štatistická preukaznosť hodnoty Fischera; LSD – najmenšie preukazné rozdiely pre rôzne stupne pravdepodobnosti

Pomer strán dĺžky k šírke je hlavným ukazovateľom zmien v tvare listu. Rozdielne pomery strán vedú k neúmernemu zväčšeniu alebo zmenšeniu dĺžky v pomere k šírke, čo má za následok alometrické odchýlky v listoch (Gurevitch, 1992; Chitwood a kol., 2013). Aj keď sú užitočné lineárne merania ako dĺžka a šírka listu, nedokážu zachytiť celý rozsah tvarovej rozmanitosti listov. Na zachytenie genetickej dedičnosti komplexnej morfometrie fenotypu

listov (Migicovsky et al., 2019), pri ktorej nepostačujú iba lineárne merania sa používa technika persistent homology (PH) a eliptické Fourierove deskriptory (EFD).

Index tvaru listovej čepele sme určili v kolekcii krajových a starých odrôd v rozsahu 1,09 (R33/5) – 2,17 (R18/9) a v kolekcii voľne rastúcich semenáčov v rozsahu 1,24 (V9) – 2,19 (V76), čo dokumentujú údaje prezentované v Tabuľke 3. Zo vzájomného porovnania genotypov dosahujúcich nízke a vysoké hodnoty znaku a variačných rozpätí hodnoteného znaku vyplýva, že v oboch kolekciami boli určené genotypy s rôznou hodnotou indexu tvaru listovej čepele. Medzi kolekciami sme nezistili významné rozdiely. Hodnoty variačných koeficientov potvrdzujú nízky až stredný stupeň variability daného znaku. Michálek et al. (2003) uvádza hodnoty tvarového indexu (pomer dĺžky k šírke listovej čepele) v rozmedzí 1,20 až 2,0 pričom najčastejšie sú listy oválneho až vajcovitého tvaru. V porovnaní s výsledkami Micháleka et al. (2003) sme zaznamenali hodnoty znaku so širším variačným rozpätím.

V hodnotenej kolekcii krajových a starých odrôd ako aj voľne rastúcich semenáčov sme určili aj významnú fenotypovú variabilitu v tvaroch a farbe listov (Obrázok 1).



Obrázok 1 Porovnanie vybraných genotypov z kolekcie voľne rastúcich semenáčov jablone domácej (*Malus domestica* Borkh) v tvare listov (Foto: M. Hulin, 2010)
Figure 1 Comparison of selected genotypes from the collection of wild seedlings of apple tree (*Malus domestica* Borkh) in the shape of leaves (Photo: M. Hulin, 2010)

Na listoch genotypov sme hodnotili dĺžku a šírku listovej čepele. Výsledky z analýzy rozptylu hodnotených znakov (Tabuľka 2) potvrdzujú štatisticky preukazné rozdiely medzi hodnotenými genotypmi.

Morfometrická analýza kvetu

Kvety sa posudzujú hlavne podľa veľkosti (v mm, pri kvetoch naplno rozvinutých a otvorených), zafarbenia korunných lístkov (najintenzívnejšie je v dobe rozvíjajúceho sa puku, po rozvinutí blednú), celkového tvaru kvetu, i jednotlivých korunných lístkov, ktoré majú u rôznych odrôd taktiež rozdielny povrch. Sú buď rovné, člnkovité alebo nepravidelne zvlhnené a pod. Taktiež postavenie plátkov v kvetoch je rôzne. Buď je kvet zovretý alebo plochý a pod.

Dobrym určovacím a dôležitým hospodárskym znakom je skorosť a dĺžka obdobia trvania kvetu, ktorými sa jednotlivé odrody líšia. Doba kvetu je skorá, poloskorá, poloneskorá, a neskorá. Neskoro kvitnúce odrody majú spravidla kratšiu dobu trvania kvetu, pretože kvitnú pri teplejšom počasí, kedy kvet už tak dlho nevydrží. Dlhšia doba trvania kvetu má význam hlavne pri nepriaznivom počasí, kedy je obmedzené lietanie včiel. Skorosť a trvanie doby kvetu nie sú v jednotlivých rokoch vždy rovnaké a závisia na stanovišti a priebehu počasia, ktoré býva každým rokom iné. Zvláštny význam má citlivosť kvetu proti namrzaniu a nepriaznivým prírodným podmienkam, hlavne proti dažďu.

Hodnotu znaku priemeru kvetu sme určili v kolekcii krajových a starých odrôd v rozsahu 35,43 mm (R26/3) – 54,85 mm (R16/12) a v kolekcii voľne rastúcich semenáčov v rozsahu 32,55 mm (V21) – 62,08 mm (V67), čo dokumentujú údaje prezentované v tabuľke 3. Zo vzájomného porovnania genotypov dosahujúcich nízke a vysoké hodnoty znaku a variačných rozpätí hodnoteného znaku vyplýva, že v oboch kolekciách boli určené genotypy s rôznym priemerom kvetu. Medzi kolekciami sme nezistili významné rozdiely. Hodnoty variačných koeficientov potvrdzujú nízky stupeň variability daného znaku. Möllerová (2008) uvádza hodnoty daného znaku v rozsahu 4,0 – 5,0 cm, nami zaznamenané hodnoty znaku vykazujú širšie variačné rozpätie.

Priemernú šírku korunného lupienka sme určili v kolekcii krajových a starých odrôd v rozsahu 11,42 mm (R31/10) – 19,85 mm (R16/12) a v kolekcii voľne rastúcich semenáčov v rozsahu 10,58 mm (V65) – 21,80 mm (V67), čo dokumentujú údaje prezentované v tabuľke 3. Zo vzájomného porovnania genotypov dosahujúcich nízke a vysoké hodnoty znaku a variačných rozpätí hodnoteného znaku vyplýva, že v oboch kolekciách boli určené genotypy s rôznou šírkou korunného lupienka. Medzi kolekciami sme nezistili významné rozdiely. Hodnoty variačných koeficientov potvrdzujú nízky až stredný stupeň variability daného znaku. Variabilitu hodnotených genotypov v znaku šírky korunného lupienka dokumentuje aj obrázok 3. Möllerová (2008) uvádza šírku 15–20 mm, nami zaznamenané hodnoty majú širšie variačné rozpätie znaku.

Priemernú dĺžku korunného lupienka sme určili v kolekcii krajových a starých odrôd v rozsahu 15,48 mm (R31/10) – 24,41 mm (R16/12) a v kolekcii voľne rastúcich semenáčov v rozsahu 14,63 mm (V26) – 28,06 mm (V66), čo dokumentujú údaje prezentované v tabuľke 3. Zo vzájomného porovnania genotypov dosahujúcich nízke a vysoké hodnoty znaku a variačných rozpätí hodnoteného znaku vyplýva, že v oboch kolekciách boli určené genotypy s rôznou

dĺžkou korunného lupienka. Medzi kolekciami sme nezistili významné rozdiely. Hodnoty variačných koeficientov potvrdzujú nízky až stredný stupeň variability daného znaku. Variabilitu hodnotených genotypov v danom znaku dokumentuje aj porovnanie vybranej skupiny genotypov na obrázku 3. Möllerová (2008) uvádza hodnoty daného znaku v rozsahu 16 – 25 mm. Z porovnania nami získaných výsledkov s literárnymi poznatkami vyplýva zhoda.

Tabuľka 3 Variabilita v znakoch kvetu genotypov krajových a starých odrôd z klonového repozitória a voľne rastúcich semenáčov jablone domácej (*Malus domestica* Borkh)

Table 3 Variability of flower of genotypes of old and landraces varieties and fruit-bearing seedlings of apple tree (*Malus domestica* Borkh)

Priemer kvetu (mm)													
genotypy voľne rastúce							genotypy rastúce v repozitórii Bacúch						
	<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH		<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH
Genotypy s nízkymi hodnotami znaku													
V21	30	29,39	35,81	32,55	5,76	h	R26/3	30	33,89	37,18	35,43	2,99	h
V26	30	31,06	38,5	34,22	7,11	gh	R23/3	30	32,74	39,08	35,56	5,85	h
Genotypy s vysokými hodnotami znaku													
V67	30	59,77	66,74	62,08	3,25	a	R16/12	30	50,66	58,27	54,85	4,45	a
V66	30	57,36	65,36	60,83	4,35	a	R16/14	30	50,09	57,96	52,88	4,80	a
Šírka korunného lupienka (mm)													
genotypy voľne rastúce							genotypy rastúce v repozitórii Bacúch						
	<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH		<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH
Genotypy s nízkymi hodnotami znaku													
V65	30	9,77	11,46	10,58	5,17	d	R31/10	30	10,10	12,17	11,42	5,81	f
V25	30	10,07	12,40	10,89	6,01	cd	R24/13	30	11,02	12,75	11,79	4,94	ef
Genotypy s vysokými hodnotami znaku													
V67	30	19,36	25,08	21,80	10,22	a	R16/12	30	19,05	21,53	19,85	4,47	a
V74	30	18,45	24,05	21,74	8,48	a	R20/8	30	16,61	19,47	17,79	5,30	ab
Dĺžka korunného lupienka (mm)													
genotypy voľne rastúce							genotypy rastúce v repozitórii Bacúch						
	<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH		<i>n</i>	min	max	\bar{x}	V	TH
Genotypy s nízkymi hodnotami znaku													
V26	30	12,99	16,04	14,63	6,40	g	R31/10	30	13,16	16,95	15,48	7,67	d
V25	30	14,78	18,78	16,15	7,28	f	R4/15	30	13,45	18,80	15,50	9,92	d
Genotypy s vysokými hodnotami znaku													
V66	30	26,98	28,95	28,06	2,58	a	R16/12	30	22,47	26,13	24,41	5,76	a
V67	30	25,56	28,22	26,86	3,23	a	R16/14	30	20,11	24,57	22,78	6,68	a

Poznámky: *n* – počet meraní; min, max – minimálna a maximálna nameraná hodnota; \bar{x} – aritmetický priemer; V – variačný koeficient (%); TH – test homogenity podľa LSD pri preukaznosti $P_{0,05}$

V hodnotenej kolekcii krajových a starých odrôd ako aj voľne rastúcich semenáčov sme určili aj významnú fenotypovú variabilitu v tvaroch a farbe kvetných púčikov, kvetov, kvetných lupienkov a kalichov (obrázok 2).



Obrázok 2 Porovnanie genotypov z kolekcie voľne rastúcich semenáčov jablone domácej (*Malus domestica* Borkh) v znakoch púčikov (Foto: M. Hulin, 2010)

Figure 2 Comparison of genotypes from the collection of wild seedlings of apple tree (*Malus domestica* Borkh) in bud traits (Photo: M. Hulin, 2010)



Obrázok 3 Porovnanie genotypov z kolekcie voľne rastúcich semenáčov jablone domácej (*Malus domestica* Borkh) v znakoch kvetov (Foto: M. Hulin, 2010)

Figure 3 Comparison of genotypes from the collection of wild seedlings of apple tree (*Malus domestica* Borkh) in flower traits (Foto: M. Hulin, 2010)

Získaná dokumentácia z hodnotenia kvetov v oboch experimentálnych skupinách potvrdzuje pomerne významnú variabilitu kvalitatívnych ako aj kvantitatívnych znakov. Na kvetoch

genotypov sme hodnotili znaky priemer kvetu (mm), šírka korunných lupienkov (mm), výška korunných lupienkov (mm). Výsledky z analýzy rozptylu hodnotených znakov (Tabuľka 4) potvrdzujú štatisticky preukazné rozdiely medzi hodnotenými genotypmi.

Tabuľka 4 Analýza rozptylu hodnotených znakov kvetov v testovanej kolekcii genotypov krajových a starých odrôd z klonového repozitória a voľne rastúcich semenáčov jablone domácej (*Malus domestica* Borkh)

Table 4 Analysis of variance of evaluated flower traits of genotypes of old and landraces varieties and fruit-bearing seedlings of apple tree (*Malus domestica* Borkh)

Faktory	f	S	MS	F	Preukaznosť	LSD	
Voľne rastúce semenáče (<i>in situ</i>)							
Priemer kvetu (mm)							
Medzi súbormi	9	10,109	1,123	15,295	0,000	0,05	0,389
V rámci súborov	90	6,609	0,073			0,01	0,459
Celkom	99	16,719					
Šírka korunných lupienkov (mm)							
Medzi súbormi	9	236,517	26,279	13,868	0,000	0,05	1,980
V rámci súborov	90	170,546	1,895			0,01	2,333
Celkom	99	407,063					
Výška korunných lupienkov (mm)							
Medzi súbormi	9	547,601	60,844	20,567	0,000	0,05	2,474
V rámci súborov	90	266,243	2,958			0,01	2,915
Celkom	99	813,845					
Krajové a staré odrody v klonovom repozitórii Bacúch (<i>ex situ</i>)							
Priemer kvetu (mm)							
Medzi súbormi	9	2 402,594	266,95	47,681	0,000	0,05	3,404
V rámci súborov	90	503,885	5,598			0,01	4,010
Celkom	99	2 906,479					
Šírka korunných lupienkov (mm)							
Medzi súbormi	9	469,980	52,220	70,302	0,000	0,05	1,240
V rámci súborov	90	66,851	0,742			0,01	1,460
Celkom	99	536,831					
Výška korunných lupienkov (mm)							
Medzi súbormi	9	506,574	56,286	39,429	0,000	0,05	1,719
V rámci súborov	90	128,476	1,427			0,01	2,025
Celkom	99	635,050					

Vysvetlivky: f – počet stupňov voľnosti; S – súčet štvorcov; MS – priemerný štvorec; F – hodnota testu Fischera; P – štatistická preukaznosť hodnoty Fischera; LSD – najmenšie preukazné rozdiely pre rôzne stupne pravdepodobnosti.

Závery

Na základe morfolologickej analýzy listov a kvetov kolekcie krajových odrôd a voľne rastúcich semenáčov sme určili v oboch skupinách hodnotených genotypov významnú fenotypovú variabilitu vo všetkých znakoch a v kombinácií znakov. Pri vzájomnom porovnaní určených variačných rozpätí pri všetkých hodnotených znakoch sme zistili významný stupeň zhodnosti. Uvedený výsledok dokumentuje, že aj v kolekcii voľne rastúcich semenáčov je možné detekovať genotypy s významnými hospodárskymi a pomologickými znakmi, vhodné pre priame praktické využitie alebo ako potenciálne genetické zdroje pre využitie v šľachtení.

Podakovanie

Publikácia bola vytvorená v rámci spolupráce medzinárodnej siete AgroBioNet pri realizácii medzinárodného projektu v programe „Agrobiodiverzita pre zlepšenie výživy, zdravia a kvality života“ a v rámci projektu AgroBioTech (ITEBIO-ITMS 26220220115). Táto štúdia boli podporená štipendiom Slovenskej akademickej informačnej agentúry (SAIA) (schváleným 16.10.2020).

Literatúra

- BENEDIKOVÁ, D., GLASA, M., BENKOVÁ, M., SNAJDAR, N. 2016. Monitoring and preservation of old cherry cultivars in the Slovak Republic. In *Acta Horticulturae*, vol. 1139, p. 225–260. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.39>
- BOČEK, S. 2008. Ovocné dreviny v krajine. [Fruit trees in a country]. Sborník přednášek a seminárních prací. Hostětín. ISBN: 978-80-904109-2-3. [In Czech].
- BOLVANSKÝ, M., UŽÍK, M. 2012. Variability of chestnut in selected localities of Slovakia. Biodiversity in agricultural landscape and ecosystem. In *Proceedings of the International Congress REVERSE-INTERREG IVC*. Piešťany : Research Institute of Plant Production, p. 44–47.
- BRINDZA, J. 2001. *Ochrana genofondu rastlín*. [Conservation of plant gene pool]. Nitra – Bratislava, 2001. 143 s. ISBN 80-7137-974-3. [In Slovak].
- CHITWOOD, D. H., KUMAR, R., HEADLAND, L. R., RANJAN, A., COVINGTON, M. F., ICHIHASHI, Y., FULOP, D., JIMÉNEZ-GÓMEZ, M., PENG, J., MALOOF, J.N., SINHA, N.R. 2013. A quantitative genetic basis for leaf morphology in a set of precisely defined tomato introgression lines. In *Plant Cell*, vol. 25, p. 2465–2481. <https://doi.org/10.1105/tpc.113.112391>
- CHUANROMANEE, T.S., COHEN, J.I., RYAN, G.L. 2019. Morphological Analysis of Size and Shape (MASS): An integrative software program for morphometric analyses of leaves. In *Applications in Plant Sciences*, vol. 7(9), e11288, p. 1–9. <https://doi.org/10.1002/aps3.11288>
- CORNILLE, A., GIRAUD, T., SMULDERS, M.J.M., ROLDÁN-RUIZ, I., GLADIEUX, P. 2013. The domestication and evolutionary ecology of apples. Review. In *Trends in Genetics*, No. Xx, p. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2013.10.002>
- FORSLINE, P.L., ALDWINCKLE, H.S., DICKSON, E.E., LUBY, J.J., HOKANSON, S.J. 2003. Collection, Maintenance, Characterization, and Utilization of Wild Apples of Central Asia. In *Horticultural Reviews*, vol. 29, Edited by Jules Janick. 62 p. ISBN 0-471-21968-1.
- GANOPOULOS, I., TOURVAS, N., XANTHOPOULOU, A., ARAVANOPOULOS, A., AVRAMIDOU, E., ZAMBOUNIS, A., TSAFTARIS, A., MADESES, P., SOTIROPOULOS, T., KOUTINAS, N. 2017. Phenotypic and molecular characterization of apple (*Malus x domestica* Borkh) genetic resources in Greece. In *Scientia Agricola*, vol. 75(6), p. 509–518. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0499>
- GUREVITCH, J. 1992. Sources of variation in leaf shape among two populations of achillea lanulosa. In *Genetics*, vol. 130, p. 385–394.
- GRYGORIEVA, O., KLYMENKO, S., VINOGRADOVA, Y., ILYINSKA, A., PIÓRECKI, N., BRINDZA, J. 2018. Leaf characteristics as important morphometric discriminators for chestnut (*Castanea sativa* Mill.)

- genotypes. In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, vol. 2, p. 146–158. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2018.2585-8246.146-15>
- GRYGORIEVA, O., KLYMENKO, S., VINOGRADOVA, YU., VERGUN, O., BRINDZA, J. 2018. Variation in morphometric traits of fruits of *Mespilus germanica* L. In *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 12(1), p. 782–788. <https://doi.org/10.5219/999>
- HANCOCK, J.F., LUBY, J.J., BROWN, S.K., LOBOS, G.A. 2008. Apples. Chapter 1. 33 p. [cit. 2014-06-03]. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6907-9-1>
- IVANIŠOVÁ, E., GRYGORIEVA, O., ABRAHAMOVÁ, V., SCHUBERTOVA, Z., TERENTJEVA, M., BRINDZA, J. 2017. Characterization of morphological parameters and biological activity of jujube fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.) In *Journal of Berry Research*, vol. 7(4), p. 249–260. <https://doi.org/10.3233/JBR-170162>
- JANICK, J. 1974. The apple in Java. In *Horticulture Science*, vol. 9, p. 13–15.
- JUNIPER, B.E., MABBERLEY, D.J. 2006. *The Story of the Apple*. Timber Press : Portland, Oregon, USA.
- MARGITAY, V. 2016. Saving of endangered apple varieties of Zakarpattya Region of Ukraine for organic fruit-growing. In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, p. 280–284.
- MIGICOVSKY, Z., LI, M., CHITWOOD, D.H., MYLES, S. 2018. Morphometrics reveals complex and heritable apple leaf shapes. In *Frontiers in Plant Science*, vol. 8(2185), p. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02185>
- MICHÁLEK, S., PAULEN, O., ONDREJIČKOVÁ, A., GLASA, M., BÁTOROVÁ, B. 2003. Jablň. Biológia, pestovanie, využívanie. [Apple tree. Biology, cultivation, utilization.]. Nitra: SPU, 218 s. ISBN 80-8069-300-5. [In Slovak].
- MONKA, A., GRYGORIEVA, O., CHLEBO, P., BRINDZA, J. 2014. Morphological and antioxidant characteristics of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) and Chinese quince fruit (*Pseudocydonia sinensis* Schneid.). In *Potravinarstvo*, vol. 8, p. 333–340. <https://doi.org/10.5219/415>
- MÖLLEROVÁ, J. 2008. *Malus domestica* Borkh. – jablň domáca. [*Malus domestica* Borkh. – domestic apple tree]. In *Botany* [online]. 2008, [cit. 2011-01-12]. <http://botany.cz/cs/malus-domestica/> [In Slovak].
- PAPRSTEIN, F., SEDLAK, J. AND HOLUBEC, V. 2013. Rescue of Old Sweet Cherry Cultivars. In *Acta Horticulturae*, vol. 976, p. 227–230. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.976.29>
- SEDOV, E.N. 1966. Apple breeding in connection with some questions of ontogenesis. Breeding and variety investigation of fruit and berry crops in the Nechernozem zone. In *Kolos*, p. 59-70.
- SEDOV, E.N. 2013. Results and prospects in apple breeding. In *Universal Journal of Plant Science*, vol. 1(3), p. 55–65. <https://doi.org/10.13189/ujps.2013.010301>
- SHAKHNOVYCH, N.F., MELNYCHUK, O.A. 2015. Restoration and effective use of rare Local varieties of fruit crops in the conditions of Transcarpathia. In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, p. 589–592.
- SOLOMATIN, N.M., SOLOMATINA, E.A., SOROKOPUDOV, V.N. 2017. Evaluation of fruits of red-flesh apple hybrids for the production of stewed fruit. Pomiculture and small fruits culture in Russia. In *Plodovodstvo i ágodovodstvo Rossii*, vol. 51, p. 312–317. ISSN 2073-4948
- STEHLÍKOVÁ, B. 1998. *Základy bioštatistiky*. [Fundamentals of biostatistics]. Učebné texty pre dištančné štúdium. Nitra: Ochrana biodiverzity. [In Slovak].
- TÓTH, M., KÁSA, K., SZANI Z., BALIKÓ, E. 2004. Traditional Old Apple Cultivars as New Gene Sources for Apple Breeding. In *Xlth Eucarpia Symposium on Fruit Breeding & Genetics*, Eds. F. Laurens and K. Evans, In *Acta Horticulturae*, vol. 663, p. 609–612.
- VINOGRADOVA, YU., GRYGORIEVA, O., VERGUN, O., BRINDZA, J. 2017. Morphological characteristics for fruits of *Aronia Mitschurinii* A.K. Skvortsov & Maitul. In *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 11(1), p. 754–760. <https://doi.org/10.5219/845>
- WALIA, M., MANN, T.S., KUMAR, D., AGNIHOTRI, V.K., SINGH, B. 2012. Chemical composition and *In vitro* cytotoxic activity of essential oil of leaves of *Malus domestica* growing in western Himalaya (India). In *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, vol. ID 649727, 6 p. <https://doi.org/10.1155/2012/649727>
-