



UDK: 630*165.51:582.635.1(497.113 Sombor)

Оригинални научни рад

DOI: 10.2298/GSF1715147V

ВАРИЈАБИЛНОСТ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТОВА И ПЛОДОВА ТЕСТ СТАБАЛА АМЕРИЧКОГ КОПРИВИЋА (*Celtis occidentalis* L.) СА ПОДРУЧЈА СОМБОРА

Мастер инж. шум. Владимир Вукичевић, ЈП "Војводинашуме", ШГ "Сомбор", Сомбор, Србија
др Марина Нонић, доцент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет (marina.nonic@sfb.bg.ac.rs)
др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет

Извод: На подручју града Сомбора заступљене су две врсте из рода *Celtis* L., од којих је најбројнији *Celtis occidentalis* L., распрострањен у парковима и дрворедима, који су постали симбол града, са својом непроцењивом социјалном, економском и еколошком вредношћу. Њихово данашње стање могло би се описати као забрињавајуће. У раду су приказани резултати анализе морфолошких карактеристика листова и плодова америчког копривића, обављене на нивоу 15 тест стабала, у циљу процене генетичке варијабилности расположивог генофонда у дрворедима Сомбора. Анализирани су следећи параметри: укупна дужина листа, ширина лисне плоче, дужина петељке, ширина лисне плоче са леве и десне стране у односу на главни нерв, пречник плодова и маса 1000 плодова. Урађена је дескриптивна статистика, једнофакторијална анализа варијансе, LSD тест и кластер анализа. Најкрупнији листови евидентирани су код стабала 1, 5 и 11, а најситнији код стабала 7, 9 и 13, при чему се генотип 1, на основу више карактеристика, издвојио од осталих тест стабала. Највеће средње вредности пречника коштунца евидентирани су код стабала 4, 12 и 3. Добијени резултати указују на задовољавајући степен варијабилности анализираних својстава на нивоу тест стабала, који представља добру полазну основу за упознавање и адекватно коришћење генетског потенцијала врсте, као и за конзервацију расположивог генофонда.

Кључне речи: амерички копривић, генофонд, варијабилност, морфолошке карактеристике листова и плодова

УВОД

Поуздане информације о генетичкој варијабилности унутар генофонда врсте представљају предуслов за његову конзервацију и усмерено коришћење. Са аспекта конзервације, примарно се сматрају врсте које су ретке, реликтне или ендемичне, као и оне чији је генофонд угрожен. Генетички диверзитет, који се у конзервационој биологији помиње од 1970.

године, основ је за дугорочан опстанак угрожених врста (Frankel, Bennett, 1970). Варијабилност морфолошких карактеристика била је предмет истраживања различитих дрвенастих врста у Србији, између осталог и на нивоу листова (Nonić et al., 2012a; Šijačić-Nikolić et al., 2012; 2013; Devetaković, Šijačić-Nikolić, 2013; Maksimović, Šijačić-Nikolić, 2013; Čortan et al.,

2015), плодова и семена (Anderson, Tauer, 1993; Šijačić-Nikolić et al., 2007; 2009; Nonić et al., 2012b; 2013), итд. Генетичка варијабилност је кључни фактор у прилагођавању врста променама животне средине, из чега следи да мала варијабилност одређених врста доводи у питање њен опстанак (Čortan et al., 2014).

На територији града Сомбора постоји значајан генофонд америчког копривића (*Celtis occidentalis* L.), који је садржан у хиљадама добро адаптираних генотипова - више од 7000 стабала (Samardžić et al., 2016; Vukičević et al., 2016), што га чини јединственим, не само у нашој земљи, него и у региону.

Као интродукована врста, копривић се добро адаптирао условима локалне средине и током времена постао симбол Сомбора (Šijačić-Nikolić et al., 2008). Последњих година, долази до ломљења и пада великог броја стабала, углавном због старости и лошег здравственог стања, на које додатно утичу временске непогоде. Планску обнову постојећих дрвореда треба заснивати на расположивом генофонду америчког копривића, при чему је потребно обавити процену генетичке варијабилности на различитим нивоима (Šijačić-Nikolić et al., 2008; Samardžić, 2015).

Циљ овог рада била је анализа морфолошких карактеристика листова и плодова тест стабала америчког копривића, у циљу процене генетичке варијабилности расположивог генофонда у дрворедима Сомбора.

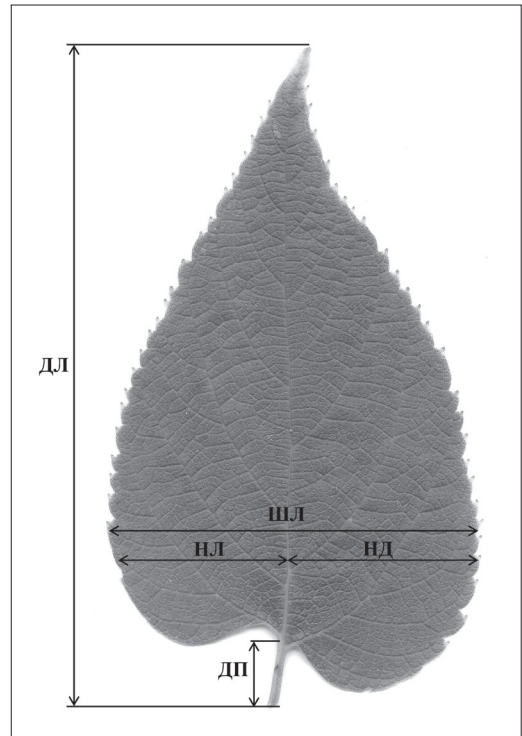
МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

За потребе процене генетичке варијабилности расположивог генофонда америчког копривића, обављена је индивидуална селекција 15 тест стабала. Основне карактеристике селекционисаних тест стабала америчког копривића са подручја Сомбора приказане су у табели 1.

На нивоу селекционисаних стабала, спроведена је анализа морфолошких карактеристика листова и плодова. Анализа морфолошких карактеристика листова спроведена је на узорку од по 50 листова са сваког тест стабла. Листови су сакупљени у јулу месецу, са кратких фертилних избојака, из спољашњег дела крошње, са исте стране света. Мерења су извршена лењи-

ром, са тачношћу од 1 mm. Анализирана су следећа морфолошка својства (mm): укупна дужина листа, ширина лисне плоче, дужина петељке, ширина лисне плоче са леве стране у односу на главни нерв и ширина лисне плоче са десне стране у односу на главни нерв (слика 1).

Анализа морфолошких карактеристика плодова 15 тест стабала, обављена је на узорку од по 500 плодова са сваког стабла, при чему је анализиран пречник плода (mm), помоћу дигиталног нонијуса (са тачношћу од 0,01 mm) у два унакрсна мерења и маса 1000 плодова (g). Прикупљени подаци, обрађени су у програму *Statgraphics Plus 5.0* и *Statistica 6.0*. Утврђени су: дескриптивна статистика, једнофактори-



Слика 1. Анализиране морфолошке карактеристике листа америчког копривића (*Celtis occidentalis* L.)

Легенда: ДЛ – укупна дужина листа (mm); ШЛ - ширина лисне плоче (mm); ДП - дужина петељке (mm); НЛ - ширина лисне плоче са леве стране у односу на главни нерв (mm); НД - ширина лисне плоче са десне стране у односу на главни нерв (mm)

Табела 1. Основне карактеристике 15 селекционисаних тест стабала америчког копривића

| Ознака стабла | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|-------------------------------|--|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| СТАНИШТЕ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Над. висина | 90 м | | | | | | | | | | | | | | |
| Земљиште | хумусно-акумулативно земљиште (типа чернозема) | | | | | | | | | | | | | | |
| Порекло | саднице (5-8 год.) | | | | | | | | | | | | | | |
| ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Пречник на прсној висини (mm) | 510 | 530 | 550 | 500 | 620 | 760 | 580 | 390 | 660 | 540 | 520 | 480 | 900 | 450 | 700 |
| Монопод. или ракљаво | мон. | рак. | мон. | рак. | мон. | рак. | рак. | мон. | мон. | мон. | мон. | мон. | рак. | мон. | мон. |
| Висина (m) | 14 | 15 | 16 | 16 | 16,5 | 18 | 14 | 16,7 | 15,6 | 16 | 14,2 | 13,3 | 18,7 | 16,6 | 15,3 |
| Висина до крошње (m) | 10,3 | 10 | 9,7 | 9,6 | 10,5 | 10 | 5 | 5,6 | 6,4 | 11,9 | 7,7 | 6,4 | 8,8 | 9,5 | 9,4 |
| Облик круне | лопт. | лопт. | полул. | полул. | лопт. | врет. | врет. | лопт. | лопт. | полул. | врет. | лопт. | врет. | лопт. | полул. |
| Старост | 28,3 | 31,4 | 31,4 | 31,4 | 25,1 | 37,7 | 28,3 | 25,1 | 34,5 | 34,5 | 25,1 | 43,9 | 43,9 | 25,1 | 31,4 |
| ОБЛИК ДЕБЛА | | | | | | | | | | | | | | | |
| пунодрвно | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правост | право | закр. | закр. | закр. | право | закр. | закр. | право | право | право | закр. | право | закр. | право | право |
| Чистоћа од грана | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| ОПШТА ОЦЕНА | | | | | | | | | | | | | | | |
| Од 1 до 5 (5 је најбоље) | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 |

Табела 2. Дескриптивна статистика морфолошких карактеристика листова

| Пар. (mm) | ДЛ | ШЛ | ДП | НЛ | НД | ДЛ | ШЛ | ДП | НЛ | НД | ДЛ | ШЛ | ДП | НЛ | НД |
|-----------|-----------------------|--------|-------|-------|-------|-----------------|------|------|------|------|-----------------------|------|-----|-----|-----|
| Ст. | $X_{\min} - X_{\max}$ | | | | | Средња вредност | | | | | Стандардна девијација | | | | |
| 1 | 75-175 | 44-88 | 9-21 | 22-48 | 19-46 | 129,7 | 67,4 | 17,0 | 33,5 | 33,8 | 24,8 | 11,3 | 3,4 | 6,8 | 6,2 |
| 2 | 69-134 | 32-63 | 9-20 | 16-32 | 15-32 | 105,3 | 47,9 | 14,4 | 23,2 | 24,7 | 17,3 | 7,4 | 2,2 | 3,9 | 4,2 |
| 3 | 74-132 | 36-56 | 11-20 | 16-28 | 17-31 | 92,2 | 45,8 | 15,2 | 22,1 | 23,6 | 11,9 | 4,7 | 2,0 | 2,9 | 2,9 |
| 4 | 82-150 | 39-72 | 9-19 | 20-37 | 6-37 | 112,4 | 53,7 | 13,9 | 27,0 | 26,7 | 17,4 | 7,4 | 2,0 | 4,2 | 5,2 |
| 5 | 70-153 | 38-100 | 10-21 | 16-60 | 18-58 | 108,7 | 62,9 | 14,5 | 30,7 | 32,1 | 24,1 | 17,8 | 2,9 | 9,4 | 9,8 |
| 6 | 62-146 | 29-80 | 9-21 | 13-40 | 14-45 | 98,0 | 56,2 | 14,2 | 27,6 | 28,6 | 21,9 | 12,6 | 2,7 | 6,3 | 7,4 |
| 7 | 45-110 | 23-55 | 6-17 | 12-29 | 6-30 | 76,7 | 39,8 | 12,6 | 20,0 | 19,7 | 14,1 | 7,3 | 2,7 | 3,6 | 4,5 |
| 8 | 17-173 | 30-60 | 10-17 | 15-33 | 15-31 | 94,2 | 48,3 | 12,9 | 24,1 | 24,2 | 21,0 | 6,7 | 1,9 | 3,7 | 3,5 |
| 9 | 67-90 | 32-46 | 9-19 | 15-24 | 16-26 | 77,7 | 39,5 | 14,3 | 19,4 | 20,1 | 6,7 | 3,8 | 2,2 | 2,5 | 2,5 |
| 10 | 67-160 | 29-70 | 10-25 | 15-39 | 13-36 | 114,0 | 52,2 | 19,0 | 26,0 | 26,2 | 25,2 | 10,5 | 3,4 | 6,0 | 5,7 |
| 11 | 80-160 | 41-67 | 12-24 | 18-36 | 19-37 | 119,9 | 51,8 | 17,4 | 25,5 | 26,3 | 19,4 | 7,8 | 2,9 | 4,6 | 4,7 |
| 12 | 62-112 | 37-66 | 10-19 | 17-33 | 17-34 | 86,8 | 49,4 | 13,5 | 24,8 | 24,6 | 11,5 | 6,9 | 2,2 | 4,0 | 3,9 |
| 13 | 60-105 | 26-62 | 8-15 | 12-32 | 3-34 | 82,9 | 42,6 | 11,4 | 20,9 | 21,6 | 10,4 | 7,3 | 1,5 | 4,1 | 5,1 |
| 14 | 62-152 | 34-82 | 10-21 | 18-43 | 16-42 | 106,4 | 56,4 | 15,0 | 28,2 | 28,3 | 22,9 | 11,8 | 2,3 | 5,8 | 6,4 |
| 15 | 59-150 | 24-72 | 8-22 | 13-36 | 11-41 | 107,4 | 53,7 | 14,6 | 26,6 | 27,0 | 22,2 | 9,2 | 2,8 | 4,8 | 5,1 |

Легенда: ДЛ – укупна дужина листа (mm); ШЛ – ширина лисне плоче (mm); ДП – дужина петелке (mm); НЛ – ширина лисне плоче са леве стране у односу на главни нерв (mm); НД – ширина лисне плоче са десне стране у односу на главни нерв (mm)

јална анализа варијансе (енгл. *One-way ANOVA*) и Фишеров **тест најмање значајне разлике** (енгл. *LSD test*). Сличности и разлике између анализираних матичних стабала утврђене су помоћу кластер анализе.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Резултати обављених истраживања посебно су приказани за процену варијабилности морфолошких карактеристика листова и плодова.

Варијабилност морфолошких карактеристика листова

Дескриптивна статистика морфолошких карактеристика листова 15 тест стабала америчког копривића (*Celtis occidentalis* L.), приказана је у табели 2. Може се констатовати да су се средње вредности укупне дужине листа кретале у распону од 76,66 mm (стабло 7) до 129,66 mm (стабло 1). Најмања укупна дужина листа евидентирана је код стабла 8 (17,0 mm), а највећа код стабла 1 (175,0 mm). Средње вредности ширине лисне плоче кретале су се у опсегу од 39,54 mm (стабло 9) до 67,44 mm (стабло 1). Најмања ширина лисне плоче измерена је код стабла 7 (23,0 mm), а највећа код стабла 5

(100,0 mm). Најмања средња вредност дужине петељке евидентирана је на листовима стабла 13 (11,38 mm), а највећа на листовима стабла 10 (19,04 mm), где је измерена и највећа дужина петељке (25,0 mm). Средње вредности ширине лисне плоче лево у односу на главни нерв, кретале су се у опсегу од 19,40 mm (стабло 9) до 33,52 mm (стабло 1). Најмање вредности овог параметра евидентирани су код стабла 7 и 13 (12,0 mm), а највећа код стабла 5 (60,0 mm). Средње вредности ширине лисне плоче десно од главног нерва кретале су се у распону од 19,70 mm (стабло 7) до 33,84 mm (стабло 1). Најмања вредност уочена је код листова стабла 13 (3,0 mm), док је највећа уочена код листова стабла 5 (58,0 mm).

Резултати анализе варијансе за морфолошке карактеристике листова приказани су у табели 3. Може се констатовати да су добијене разлике између средњих вредности свих анализираних морфолошких карактеристика листова статистички значајне (p -вредност $< 0,05$). Према вредностима F -односа, може се уочити да између тест стабала не постоји велика варијабилност морфолошких карактеристика листова.

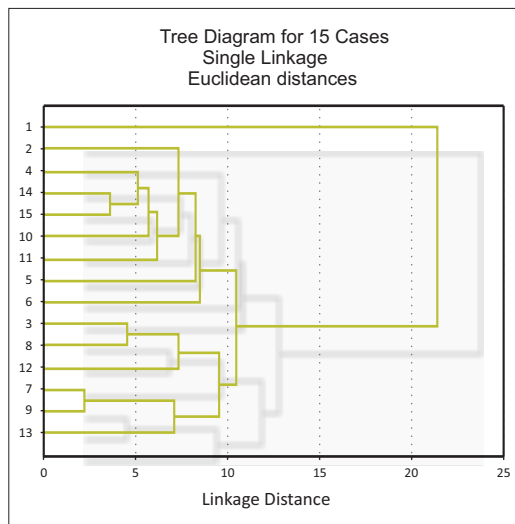
Највеће диференцирање запажено је у ширини лисне плоче (34,17), затим у укупној дужини листа (34,10) и дужини петељке (29,67), а најмање разлике су у погледу ширине лисне плоче десно (25,96) и лево (28,19) у односу на главни нерв.

Табела 3. Резултати анализе варијансе за морфолошке карактеристике листова

| Мерено својство | Средина квадрата | F-однос | P-вредност |
|---|------------------|---------|------------|
| Између стабала | | | |
| Укупна ужина листа (mm) | 12231,20 | 34,10 | 0,00 |
| Ширина лисне плоче (mm) | 3065,86 | 34,17 | 0,00 |
| Дужина петељке (mm) | 189,66 | 29,67 | 0,00 |
| Ширина лисне плоче лево у односу на главни нерв (mm) | 759,05 | 28,19 | 0,00 |
| Ширина лисне плоче десно у односу на главни нерв (mm) | 779,44 | 25,96 | 0,00 |

Табела 4. LSD-тест за морфолошке карактеристике листова

| Стабло | Средња вредност | Хомогене групе | Стабло | Средња вредност | Хомогене групе |
|--|-----------------|----------------|---|-----------------|----------------|
| Укупна дужина листа (mm) | | | Ширина лисне плоче (mm) | | |
| 7 | 76,66 | X | 9 | 39,54 | X |
| 9 | 77,68 | X | 7 | 39,76 | X |
| 13 | 82,90 | XX | 13 | 42,56 | XX |
| 12 | 86,78 | XX | 3 | 45,78 | XX |
| 3 | 92,22 | XX | 2 | 47,96 | X |
| 8 | 94,24 | X | 8 | 48,34 | XX |
| 6 | 98,06 | XX | 12 | 49,40 | XXX |
| 2 | 105,30 | XX | 11 | 51,80 | XXX |
| 14 | 106,40 | X | 10 | 52,18 | XX |
| 15 | 107,38 | XX | 15 | 53,66 | XX |
| 5 | 108,70 | XX | 4 | 53,76 | XX |
| 4 | 112,42 | XX | 6 | 56,16 | X |
| 10 | 114,02 | XX | 14 | 56,44 | X |
| 11 | 119,94 | X | 5 | 62,86 | X |
| 1 | 129,66 | X | 1 | 67,44 | X |
| Дужина петелке (mm) | | | Ширина лисне плоче лево од главног нерва (mm) | | |
| 13 | 11,38 | X | 9 | 19,40 | X |
| 7 | 12,64 | X | 7 | 20,06 | X |
| 8 | 12,88 | X | 13 | 20,98 | XX |
| 12 | 13,54 | XX | 3 | 22,14 | XX |
| 4 | 13,94 | XX | 2 | 23,22 | XX |
| 6 | 14,20 | XXX | 8 | 24,12 | XXX |
| 9 | 14,34 | XXXX | 12 | 24,82 | XXX |
| 2 | 14,38 | XXXX | 11 | 25,54 | XXX |
| 5 | 14,48 | XXXX | 10 | 26,02 | XXXX |
| 15 | 14,64 | XXX | 15 | 26,58 | XXXX |
| 14 | 15,06 | XX | 4 | 27,04 | XXX |
| 3 | 15,20 | X | 6 | 27,58 | XX |
| 1 | 17,06 | X | 14 | 28,18 | X |
| 11 | 17,40 | X | 5 | 30,72 | X |
| 10 | 19,04 | X | 1 | 33,52 | X |
| Ширина лисне плоче десно од главног нерва (mm) | | | | | |
| 7 | 19,70 | X | | | |
| 9 | 20,14 | X | | | |
| 13 | 21,58 | XX | | | |
| 3 | 23,64 | XX | | | |
| 8 | 24,22 | XX | | | |
| 12 | 24,58 | XXX | | | |
| 2 | 24,74 | XXX | | | |
| 10 | 26,16 | XXX | | | |
| 11 | 26,26 | XXX | | | |
| 4 | 26,72 | XXX | | | |
| 15 | 27,08 | XX | | | |
| 14 | 28,26 | XX | | | |
| 6 | 28,58 | X | | | |
| 5 | 32,14 | X | | | |
| 1 | 33,84 | X | | | |



Графикон 1. Дендрограм кластер анализе урађен на основу морфолошких карактеристика листова

Резултати LSD теста морфолошких карактеристика листова приказани су у табели 4 и указују на постојање различитих хомогених група.

Најкрупнији листови евидентирани су код стабала 1, 5 и 11, а најситнији код стабала 7, 9 и 13. И у погледу ширине листа у односу на централни нерв (лево и десно), најмање средње вредности уочене су код стабала 7 и 9, а највеће код стабала 5 и 1.

Дендрограм кластер анализе, урађен на основу морфолошких карактеристика листова различитих тест стабала, приказан је на графику 1.

На основу дендрограма кластер анализе, може се констатовати специфичност генотипа 1, који се на највећој дистанци групише са свим осталим тест стаблима. На најмањој генетичкој дистанци групишу се тест стабла 7 и 9, 14 и 15 односно 3 и 8.

Варијабилност морфолошких карактеристика плодова

Дескриптивна статистика морфолошких карактеристика плодова 15 тест стабала америчког копривића (*Celtis occidentalis* L.) приказана је у табели 5.

Табела 5. Дескриптивна статистика морфолошких карактеристика коштуница

| Стабло | Пречник коштунице (mm) | | |
|--------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| | $X_{min} - X_{max}$ | Средња вредност | Стандардна девијација |
| 1 | 6,95-9,10 | 8,01 | 0,40 |
| 2 | 6,99-9,44 | 8,25 | 0,41 |
| 3 | 6,85-9,68 | 8,30 | 0,45 |
| 4 | 6,70-9,48 | 8,32 | 0,45 |
| 5 | 6,04-9,25 | 8,15 | 0,43 |
| 6 | 6,69-9,51 | 8,25 | 0,47 |
| 7 | 6,51-8,82 | 7,92 | 0,38 |
| 8 | 6,81-9,33 | 8,08 | 0,40 |
| 9 | 6,60-9,23 | 8,05 | 0,52 |
| 10 | 6,53-8,80 | 7,91 | 0,38 |
| 11 | 6,41-9,16 | 8,07 | 0,42 |
| 12 | 7,01-9,37 | 8,31 | 0,36 |
| 13 | 6,64-9,75 | 8,25 | 0,47 |
| 14 | 6,35-9,04 | 7,81 | 0,42 |
| 15 | 6,71-9,35 | 8,13 | 0,42 |

Табела 6. Варијабилност масе 1000 коштуница

| Стабло | Средња вредност | Стандардна девијација |
|--------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 65,16 | 1,38 |
| 2 | 73,56 | 2,14 |
| 3 | 74,48 | 5,40 |
| 4 | 74,76 | 3,20 |
| 5 | 71,12 | 3,78 |
| 6 | 73,26 | 11,62 |
| 7 | 71,64 | 1,88 |
| 8 | 76,80 | 2,34 |
| 9 | 69,98 | 6,86 |
| 10 | 68,76 | 1,50 |
| 11 | 70,54 | 0,96 |
| 12 | 74,98 | 0,84 |
| 13 | 64,80 | 1,42 |
| 14 | 64,10 | 1,00 |
| 15 | 68,26 | 1,76 |

На основу резултата приказаних у табели 5, може се констатовати да су се средње вредности пречника коштуница кретале у распону од 7,81 mm (стабло 14) до 8,32 mm (стабло 4). Највећи пречник евидентиран је код стабла 13 (9,75 mm), а најмањи код стабла 5 (6,04 mm). Варијабилност масе 1000 коштуница, приказана је у табели 6. Средње вредности су се кретале у распону од 64,10 g (стабло 14) до 76,80 g (стабло 8).

На основу резултата анализе варијансе за пречник коштуница 15 тест стабала (табела 7), може се констатовати да је, на узорку од по 500 коштуница са сваког стабла, средња вредност била статистички значајна (P-вредност <0,05).

Резултати LSD-теста (табела 8) за пречник коштуница 15 тест стабала, указују да су издво-

Табела 8. LSD-тест за пречник коштуница

| Стабло | Средња вредност | Хомогене групе |
|------------------------|-----------------|----------------|
| Пречник коштуница (mm) | | |
| 14 | 7,81 | X |
| 10 | 7,91 | X |
| 7 | 7,92 | X |
| 1 | 8,01 | X |
| 9 | 8,05 | XX |
| 11 | 8,07 | X |
| 8 | 8,08 | XX |
| 15 | 8,13 | XX |
| 5 | 8,15 | X |
| 6 | 8,25 | X |
| 13 | 8,25 | X |
| 2 | 8,25 | X |
| 3 | 8,30 | XX |
| 12 | 8,31 | X |
| 4 | 8,32 | X |

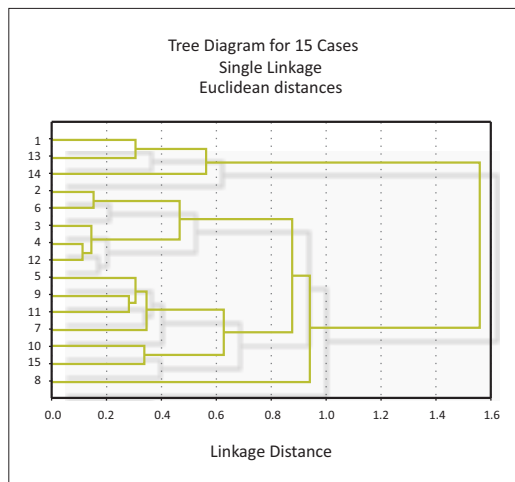
јене групе са најмањим средњим вредностима пречника коштуница (стабала 14, 10 и 7), док су највеће средње вредности код групе коју чине стабла 4, 12 и 3.

Дендрограм кластер анализе, урађен на основу морфолошких карактеристика плодова различитих тест стабала америчког копривића, приказан је на графикону 2.

Дендрограм кластер анализе, урађен на основу морфометријских карактеристика плодова тест стабала (графикон 2), показује постојање три хомогене групе. Прву хомогену групу чине тест стабла 1, 13 и 14; другу тест стабла 12, 4, 3, 6 и 2, а трећу тест стабла 5, 9, 11, 7, 10, 15 и 8. На најмањој дистанци групишу се стабла 4 и 12, односно 2 и 6.

Табела 7. Резултати анализе варијансе за пречник коштуница 15 тест стабала

| Мерено својство | Средина квадрата | F-однос | P-вредност |
|------------------------|------------------|---------|------------|
| Између стабала | | | |
| Пречник коштунице (mm) | 12,91 | 70,69 | 0 |



Графикон 2. Дендрограм кластер анализе рађен на основу морфолошких карактеристика плодова

ДИСКУСИЈА

Компаративном анализом варијабилности морфолошких карактеристика листова 15 тест стабала америчког копривића, може се констатовати постојање знатне варијабилности у погледу димензија листова.

Највећа средња вредност укупне дужине листова констатована је код тест стабала 1 (129,66 mm), 11 (119,94 mm) и 10 (114,02 mm). Ове вредности су изнад оних које се за дужину листова америчког копривића наводе у литератури и крећу се у опсегу 50-100 mm (Jovanović, 1991); односно 60-125 mm дужине (El-Alfy et al., 2011), као и од вредности добијених у претходним истраживањима (Samardžić, 2015), где се средња вредност дужине листова кретала у опсегу 57,4-70,5 mm.

Ширина листа америчког копривића се, према El-Alfy et al. (2011), креће у распону 40-80 mm, што је у складу са резултатима ових истраживања, где је констатовано да се средње вредности ширине лисне плоче крећу у распону од 39,54 mm (стабло 9) до 67,44 mm (стабло 1). У истраживању Samardžić (2015), средње вредности ширине листа биле су мало ниже (30,6-35,5 mm).

Средње вредности дужине петељке у овим истраживањима, кретале су се у дијапазону од 11,38 mm (стабло 13) до 19,04 mm (стабло

10). Према литературним подацима, лисна дршка је танка и длакава, дуга 10-12 mm (Jovanović, 1991), односно 3-7 mm (El-Alfy et al., 2011). Вредности за дужину петељке у овом раду, мање су од добијених у истраживањима Samardžić (2015), где су се средње вредности овог параметра кретале у опсегу од 8,0 до 10,8 mm.

Може се констатовати да стабла 1, 10 и 11 показују више средње вредности већине морфолошких карактеристика листова од наведених у литератури (Jovanović, 1991; El-Alfy et al., 2011), док остала стабла имају вредности блиске онима у оквиру литературних извора. Веће вредности димензија листова од просечних које се наводе у литератури или вредности које се приближавају горњој граници опсега варирања, говоре у прилог чињеници да се амерички копривић, иако интродукована врста, добро адаптирао на локалне услове средине у дрворедима Сомбора. Опсег варирања анализираних својстава, који је, на пример, за дужину листа између 76,66 и 129,66 mm, указује на висок степен генетичке варијабилности квантитативних својстава и на значајан генофонд ове врсте.

Према литературним изворима (Stilinović, 1985, 1987; Jovanović, 1991), плод америчког копривића је месната коштуница, 7-10 mm дуга, округла или мало издужена, са купастим врхом, глатка, плавичасто црвена или тамно смеђе црвена са 10-30 mm дугом дршком. Средње вредности пречника коштуница са 15 тест стабала америчког копривића са подручја Сомбора, кретале су се у распону 7,81-8,32 mm, што је у складу са подацима наведеним у литературним изворима (Stilinović, 1985, 1987; Jovanović, 1991).

Варијабилност масе 1000 коштуница кретала се у распону од 64,10-76,80 g. Највећа је измерена код стабла број 8, а најмања код стабла 14. У истраживањима Šijačić-Nikolić et al. (2008), пречник коштуница 9 материнских стабала, селекционисаних у оквиру дрвореда Штросмајерове улице у Сомбору, кретао се у распону од 7,36-7,82 mm (Šijačić-Nikolić et al., 2008), док се у истраживањима 15 материнских стабала семенске састојине у Сомбору кретао у распону од 7,12 mm до 7,48 mm (Samardžić, 2015; Samardžić et al., 2016), што је слично резултатима ових истраживања.

ЗАКЉУЧАК

Спроведена истраживања представљају континуитет започетих активности у циљу процене генетичке варијабилности расположивог генофонда америчког копривића на подручју Сомбора. Досадашња истраживања су вршена на нивоу дрвореда и семенске састојине, при чему су анализирана морфолошка својства листова, плодова и биљака у јувенилној етапи развића (*Šijačić-Nikolić et al., 2008; Samardžić, 2015; Vukičević, 2012*). На основу резултата ових истраживања, може се констатовати да амерички копривић има изражену варијабилност, на нивоу селекционисаних тест стабала.

Генотип број 1 се, на основу морфолошких карактеристика листова, на највећој дистанци груписао са осталим тест стаблима.

Добијени резултати указују на постојање значајног генофонда америчког копривића (*Celtis occidentalis* L.) и могу представљати основу за масовну производњу квалитетног семенског и садног материјала за обнову и подизање нових дрвореда ове врсте у Сомбору.

Напомена: Рад је финансиран средствима пројекта „Шумски засади у функцији повећања пошумљености Србије” (ТП 31041), Министарства просвете и науке Републике Србије.

VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LEAVES AND FRUITS OF COMMON HACKBERRY (*Celtis occidentalis* L.) TEST TREES FROM SOMBOR AREA

Master Engineer of Forestry Vladimir Vukičević, PC "Vojvodinasume", FH "Sombor", Sombor, Serbia
Dr. Marina Nonić, Assistant Professor, University of Belgrade - Faculty of Forestry (marina.nonic@sfb.bg.ac.rs)
Dr. Mirjana Nikolić-Šijačić, Full Professor, University of Belgrade - Faculty of Forestry

Abstract: Two species of the genus *Celtis* L. are represented in the city of Sombor, of which the most numerous is *Celtis occidentalis* L., prevalent in parks and alleys, which became a symbol of the city, with its priceless social, economic and environmental value. Their present situation could be described as alarming. The paper presents the results of the analysis of morphological characteristics of leaves and fruits of common hackberry, investigated at the level of 15 test trees, in order to assess the genetic variability of the available gene pool in the tree alleys at Sombor area. Following parameters were analyzed: total leaf length, lamina width, petiole length, and lamina width at the left and right side from midrib, as well as drupe diameter and weight of 1000 fruits. The descriptive statistics, one-way analysis of variance, LSD test and cluster analysis were done. The largest leaves were recorded at trees 1, 5 and 11, and smallest at the trees 7, 9 and 13, wherein genotype 1 was distanced from the other test trees, on multiple characteristics. The highest average of drupes diameter were recorded at trees number 4, 12, and 3. The obtained results indicate a satisfactory degree of variability of the analyzed characteristics at the level of test trees, which provides a good basis for exploring and proper use of the genetic potential of this species, as well as for conservation of the available gene pool.

Keywords: Common hackberry, gene pool, variability, morphological characteristics of leaves and fruits

INTRODUCTION

Reliable information on the genetic variability within the gene pool of the species is a precondition for the conservation and directed utilization. From the standpoint of conservation, species that are rare, relict or endemic, and those whose gene pool is threatened are considered to be the primary. Genetic diversity, which is mentioned in conservation biology since 1970, is the basis for long-term survival of endangered species (Frankel, Bennett, 1970). The variability of morphological characteristics was a subject of research of the variety of woody species in Serbia, among others, at the level of leaves (Nonić *et al.*, 2012; Šijačić-Nikolić *et al.*, 2012; 2013; Devetaković, Šijačić-Nikolić, 2013; Maksimović, Šijačić-Nikolić, 2013; Čortan *et al.*, 2015), fruits and seeds (Anderson, Tower, 1993; Šijačić-Nikolić *et al.*, 2007; 2009; Nonić *et al.*, 2012b; 2013), etc. Genetic variability has been a key factor in adapting the species to environmental changes, following the fact that a small variation of certain species brings into question its survival (Čortan *et al.*, 2014).

There is a significant gene pool of common hackberry (*Celtis occidentalis* L.) in Sombor, which is contained in thousands of well-adapted genotypes - more than 7000 trees (Samardžić *et al.*, 2016; Vukičević *et al.*, 2016), which makes it unique, not only in this country, but also in the region.

As an introduced species, common hackberry is well adapted to local environmental conditions and over time it has become a symbol of Sombor (Šijačić-Nikolić *et al.*, 2008). In recent years, there was a breakage and fall of a large number of trees, mainly due to age and poor health, which was further influenced by weather conditions. Planned restoration of existing lines of trees should be based on the available hackberry gene pool, wherein it is necessary to carry out an assessment of genetic variation at the different levels (Šijačić-Nikolić *et al.*, 2008; Samardžić, 2015).

The aim of this study was to analyze the morphological characteristics of leaves and drupes of common hackberry test trees, in order to assess the genetic variability of the available gene pool in the tree alleys in Sombor.

MATERIAL AND METHODS

For the purpose of assessing the genetic variability of the available common hackberry gene pool, individual selection of 15 test trees was performed. Basic characteristics of selected common hackberry test trees from Sombor are shown in Table 1.

At the level of the selected trees, the analysis of morphological characteristics of leaves and drupes was carried out. Analysis of the morphological characteristics of leaves was conducted on a sample of 50 leaves from each test tree. The leaves were collected in July, from short fertile shoots, from the outer part of the tree crown, on the same point of the compass. The measurements were made with a ruler with an accuracy of 1 mm. The following morphological characteristics were analyzed (mm): total leaf length, lamina width, petiole length, lamina width at the left side from midrib and lamina width at the left side from midrib (Figure 1).

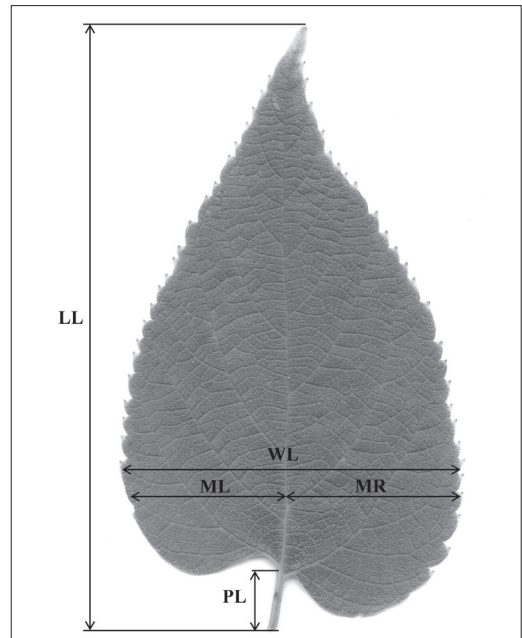


Figure 1. Analyzed morphological characteristics of leaf of common hackberry (*Celtis occidentalis* L.)

Legend: LL - total leaf length; WL - lamina width; PL - petiole length; ML - lamina width at the left side from midrib; MR - lamina width at the right side from midrib

Table 1. Basic characteristics of 15 selected test common hackberry trees

| Number of tree | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------------|---|--------|--------------|--------------|---------|--------|--------|---------|---------|--------------|--------|---------|--------|---------|--------------|
| HABITAT | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altitude | 90 m | | | | | | | | | | | | | | |
| Soil | humus accumulative land (chernozem soil type) | | | | | | | | | | | | | | |
| Origin | seedlings (5-8 yrs.) | | | | | | | | | | | | | | |
| GENERAL FEATURES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diameter at breast height (mm) | 510 | 530 | 550 | 500 | 620 | 760 | 580 | 390 | 660 | 540 | 520 | 480 | 900 | 450 | 700 |
| Monopod. or forked | mon. | fork. | mon. | fork. | mon. | fork. | mon. | fork. | mon. | mon. | mon. | mon. | fork. | mon. | mon. |
| Height (m) | 14 | 15 | 16 | 16 | 16,5 | 18 | 14 | 16,7 | 15,6 | 16 | 14,2 | 13,3 | 18,7 | 16,6 | 15,3 |
| Height to crown (m) | 10,3 | 10 | 9,7 | 9,6 | 10,5 | 10 | 5 | 5,6 | 6,4 | 11,9 | 7,7 | 6,4 | 8,8 | 9,5 | 9,4 |
| The shape of the crown | spher. | spher. | half sphere. | half sphere. | spher. | spin. | spin. | spher. | spher. | half sphere. | spin. | spher. | spin. | spher. | half sphere. |
| Age | 28,3 | 31,4 | 31,4 | 31,4 | 25,1 | 37,7 | 28,3 | 25,1 | 34,5 | 34,5 | 25,1 | 43,9 | 43,9 | 25,1 | 31,4 |
| LOG SHAPE | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slight taper | solid wood | | | | | | | | | | | | | | |
| Straightness of the stem | straig. | curved | curved | curved | straig. | curved | curved | straig. | straig. | straig. | curved | straig. | curved | straig. | straig. |
| Cleanliness of the branches | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.6 |
| OVERALL ASSESSMENT | | | | | | | | | | | | | | | |
| From 1 to 5 (5 is best) | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 |

The analysis of morphological characteristics of drupes from 15 test trees, was performed on a sample of 500 drupes from each tree, wherein the drupe diameter (mm) measured in the two cross-measurements, using a digital vernier, and weight of 1000 drupes (g) were analysed. The collected data were processed in the programs *Statgraphics Plus 5.0* and *Statistica 6.0*. The determined data included: descriptive statistics, analysis of variance (*One-way ANOVA*) and Fisher's least significant difference test (*LSD test*). Similarities and differences between the analyzed parent trees were determined using cluster analysis.

RESULTS

The obtained results are individually presented for assessment of variability of morphological characteristics of leaves and fruits.

Variability of morphological characteristics of leaves

Descriptive statistics of morphological characteristics of leaves of 15 common hackberry test trees is presented in Table 2. It can be observed that the average values of total leaf length ranged from 76.66 mm (tree 7) to 129.66 mm (tree 1). Minimum total leaf length was registered at tree 8 (17.0 mm), and maximum at the tree 1 (175.0 mm). The average values of lamina width ranged from 39.54 mm (tree 9) to 67.44 mm (tree 1). The minimum lamina width was measured in tree 7 (23.0 mm), and maximum in the tree 5 (100.0 mm). The smallest mean value of the petiole length was recorded on the leaves of tree 13 (11.38 mm), and the highest at the leaves of tree 10 (19.04 mm), where the maximum petiole length was also measured (25.0 mm). The average values of the lamina width at the left side from midrib were in the range from 19.40 mm (tree 9) to 33.52 mm (tree 1). The smallest values of this parameter were registered in trees 7 and 13 (12.0 mm) and the highest in tree 5 (60.0 mm).

The average values of lamina width at the right side from midrib were in the range from 19.70 mm (tree 7) to 33.84 mm (tree 1). The min-

imum value was observed in the leaves of tree 13 (3.0 mm), while the highest was observed in the leaves of tree 5 (58.0 mm).

Results of the analysis of variance of the morphological characteristics of leaves is shown in Table 3. It can be stated that the differences between the mean values of all morphological characteristics of the leaves were statistically significant ($p\text{-value} < 0.05$). According to the F-ratio, it can be seen that there was no great variability of morphological characteristics of leaves between the test trees.

The greatest differentiation was noticed in the lamina width (34.17), then in the total leaf length (34.10) and the petiole length (29.67), and the smallest difference in lamina width at the right (25.96) and left (28.19) side from midrib.

The LSD test results for morphological characteristics of leaves are shown in Table 4, and indicate the existence of different homogenous groups. The largest leaves were recorded at trees 1, 5 and 11, and the smallest at trees 7, 9 and 13. Regarding the lamina width at the left and right side from midrib, the smallest mean values were also observed at trees 7 and 9, and the largest at trees 5 and 1.

The dendrogram of cluster analysis based on morphological characteristics of leaves of various test trees is shown in Figure 1.

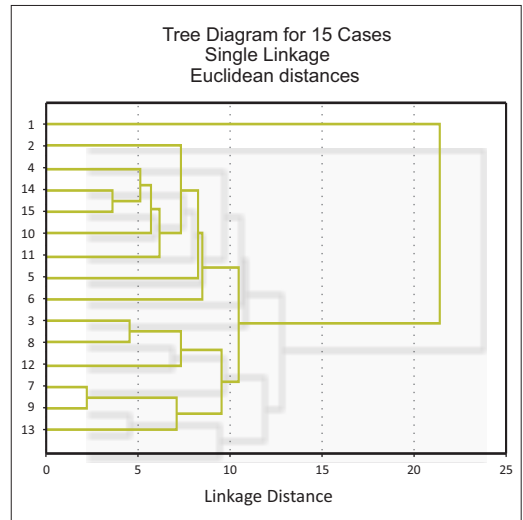


Figure 1. Dendrogram of cluster analysis based on morphological characteristics of leaves

Table 2. Descriptive statistics of morphological characteristics of leaves

| Pair. (mm) | LL | WL | PL | ML | MR | LL | WL | LP | ML | MR | LL | WL | LP | ML | MR |
|---------------|-----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------------------|------|-----|-----|-----|
| Tree | $X_{\min} - X_{\max}$ | | | | | Mean | | | | | Standard deviation | | | | |
| 1 | 75-175 | 44-88 | 9-21 | 22-48 | 19-46 | 129,7 | 67,4 | 17,0 | 33,5 | 33,8 | 24,8 | 11,3 | 3,4 | 6,8 | 6,2 |
| 2 | 69-134 | 32-63 | 9-20 | 16-32 | 15-32 | 105,3 | 47,9 | 14,4 | 23,2 | 24,7 | 17,3 | 7,4 | 2,2 | 3,9 | 4,2 |
| 3 | 74-132 | 36-56 | 11-20 | 16-28 | 17-31 | 92,2 | 45,8 | 15,2 | 22,1 | 23,6 | 11,9 | 4,7 | 2,0 | 2,9 | 2,9 |
| 4 | 82-150 | 39-72 | 9-19 | 20-37 | 6-37 | 112,4 | 53,7 | 13,9 | 27,0 | 26,7 | 17,4 | 7,4 | 2,0 | 4,2 | 5,2 |
| 5 | 70-153 | 38-100 | 10-21 | 16-60 | 18-58 | 108,7 | 62,9 | 14,5 | 30,7 | 32,1 | 24,1 | 17,8 | 2,9 | 9,4 | 9,8 |
| 6 | 62-146 | 29-80 | 9-21 | 13-40 | 14-45 | 98,0 | 56,2 | 14,2 | 27,6 | 28,6 | 21,9 | 12,6 | 2,7 | 6,3 | 7,4 |
| 7 | 45-110 | 23-55 | 6-17 | 12-29 | 6-30 | 76,7 | 39,8 | 12,6 | 20,0 | 19,7 | 14,1 | 7,3 | 2,7 | 3,6 | 4,5 |
| 8 | 17-173 | 30-60 | 10-17 | 15-33 | 15-31 | 94,2 | 48,3 | 12,9 | 24,1 | 24,2 | 21,0 | 6,7 | 1,9 | 3,7 | 3,5 |
| 9 | 67-90 | 32-46 | 9-19 | 15-24 | 16-26 | 77,7 | 39,5 | 14,3 | 19,4 | 20,1 | 6,7 | 3,8 | 2,2 | 2,5 | 2,5 |
| 10 | 67-160 | 29-70 | 10-25 | 15-39 | 13-36 | 114,0 | 52,2 | 19,0 | 26,0 | 26,2 | 25,2 | 10,5 | 3,4 | 6,0 | 5,7 |
| 11 | 80-160 | 41-67 | 12-24 | 18-36 | 19-37 | 119,9 | 51,8 | 17,4 | 25,5 | 26,3 | 19,4 | 7,8 | 2,9 | 4,6 | 4,7 |
| 12 | 62-112 | 37-66 | 10-19 | 17-33 | 17-34 | 86,8 | 49,4 | 13,5 | 24,8 | 24,6 | 11,5 | 6,9 | 2,2 | 4,0 | 3,9 |
| 13 | 60-105 | 26-62 | 8-15 | 12-32 | 3-34 | 82,9 | 42,6 | 11,4 | 20,9 | 21,6 | 10,4 | 7,3 | 1,5 | 4,1 | 5,1 |
| 14 | 62-152 | 34-82 | 10-21 | 18-43 | 16-42 | 106,4 | 56,4 | 15,0 | 28,2 | 28,3 | 22,9 | 11,8 | 2,3 | 5,8 | 6,4 |
| 15 | 59-150 | 24-72 | 8-22 | 13-36 | 11-41 | 107,4 | 53,7 | 14,6 | 26,6 | 27,0 | 22,2 | 9,2 | 2,8 | 4,8 | 5,1 |

Legend: LL - total leaf length (mm); WL - width of the lamina (mm); PL - petiole length (mm); LP - lamina length (mm); ML - lamina width at the left side from midrib (mm); MR - lamina width at the right side from midrib (mm)

Table 3. Results of the analysis of variance for morphological characteristics of leaves

| Measured features | Square center | F-ratio | P-value |
|---|---------------|---------|---------|
| Between the trees | | | |
| Total leaf length (mm) | 12231.20 | 34.10 | 0.00 |
| Lamina width (mm) | 3065.86 | 34.17 | 0.00 |
| Petiole length (mm) | 189.66 | 29.67 | 0.00 |
| Lamina width at the left side from midrib (mm) | 759.05 | 28.19 | 0.00 |
| Lamina width at the right side from midrib (mm) | 779.44 | 25.96 | 0.00 |

Table 4. LSD-test for morphological characteristics of leaves

| Tree | Mean | Homogeneous groups | Tree | Mean | Homogeneous groups |
|---|--------|--------------------|--|-------|--------------------|
| Total leaf length (mm) | | | Lamina width (mm) | | |
| 7 | 76.66 | X | 9 | 39.54 | X |
| 9 | 77.68 | X | 7 | 39.76 | X |
| 13 | 82.90 | XX | 13 | 42.56 | XX |
| 12 | 86.78 | XX | 3 | 45.78 | XX |
| 3 | 92.22 | XX | 2 | 47.96 | X |
| 8 | 94.24 | X | 8 | 48.34 | XX |
| 6 | 98.06 | XX | 12 | 49.40 | XXX |
| 2 | 105.30 | XX | 11 | 51.80 | XXX |
| 14 | 106.40 | X | 10 | 52.18 | XX |
| 15 | 107.38 | XX | 15 | 53.66 | XX |
| 5 | 108.70 | XX | 4 | 53.76 | XX |
| 4 | 112.42 | XX | 6 | 56.16 | X |
| 10 | 114.02 | XX | 14 | 56.44 | X |
| 11 | 119.94 | X | 5 | 62.86 | X |
| 1 | 129.66 | X | 1 | 67.44 | X |
| Petiole length (mm) | | | Lamina width at the left side from midrib (mm) | | |
| 13 | 11.38 | X | 9 | 19.40 | X |
| 7 | 12.64 | X | 7 | 20.06 | X |
| 8 | 12.88 | X | 13 | 20.98 | XX |
| 12 | 13.54 | XX | 3 | 22.14 | XX |
| 4 | 13.94 | XX | 2 | 23.22 | XX |
| 6 | 14.20 | XXX | 8 | 24.12 | XXX |
| 9 | 14.34 | XXXX | 12 | 24.82 | XXX |
| 2 | 14.38 | XXXX | 11 | 25.54 | XXX |
| 5 | 14.48 | XXXX | 10 | 26.02 | XXXX |
| 15 | 14.64 | XXX | 15 | 26.58 | XXXX |
| 14 | 15.06 | XX | 4 | 27.04 | XXX |
| 3 | 15.20 | X | 6 | 27.58 | XX |
| 1 | 17.06 | X | 14 | 28.18 | X |
| 11 | 17.40 | X | 5 | 30.72 | X |
| 10 | 19.04 | X | 1 | 33.52 | X |
| Lamina width at the right side from midrib (mm) | | | | | |
| 7 | 19.70 | X | | | |
| 9 | 20.14 | X | | | |
| 13 | 21.58 | XX | | | |
| 3 | 23.64 | XX | | | |
| 8 | 24.22 | XX | | | |
| 12 | 24.58 | XXX | | | |
| 2 | 24.74 | XXX | | | |
| 10 | 26.16 | XXX | | | |
| 11 | 26.26 | XXX | | | |
| 4 | 26.72 | XXX | | | |
| 15 | 27.08 | XX | | | |
| 14 | 28.26 | XX | | | |
| 6 | 28.58 | X | | | |
| 5 | 32.14 | X | | | |
| 1 | 33.84 | X | | | |

Based on the dendrogram of cluster analysis, the specificity of genotype 1 can be observed, which was grouped with all other test trees at the greatest distance. At the smallest genetic distance, test trees 7 and 9, 14 and 15, as well as trees 3 and 8, were grouped.

Variability of morphological characteristics of fruits

Descriptive statistics of morphological characteristics of fruit of 15 common hackberry (*Celtis occidentalis* L.) test trees is shown in Table 5.

Based on the results shown in Table 5, it can be noted that the average drupes diameters ranged from 7.81 mm (tree 14) to 8.32 mm (tree 4).

The largest drupe diameter was recorded at tree 13 (9.75 mm) and the smallest at tree 5 (6.04 mm). The variability of mass of 1000 drupes is shown in Table 6. Mean values ranged from 64.10 g (tree 14) to 76.80 g (tree 8).

Table 6. Variation of 1000 drupes

| Tree | Mean | Standard deviation |
|------|-------|--------------------|
| 1 | 65.16 | 1.38 |
| 2 | 73.56 | 2.14 |
| 3 | 74.48 | 5.40 |
| 4 | 74.76 | 3.20 |
| 5 | 71.12 | 3.78 |
| 6 | 73.26 | 11.62 |
| 7 | 71.64 | 1.88 |
| 8 | 76.80 | 2.34 |
| 9 | 69.98 | 6.86 |
| 10 | 68.76 | 1.50 |
| 11 | 70.54 | 0.96 |
| 12 | 74.98 | 0.84 |
| 13 | 64.80 | 1.42 |
| 14 | 64.10 | 1.00 |
| 15 | 68.26 | 1.76 |

Table 5. Descriptive statistics of morphological characteristics of drupes

| Tree | Drupe diameter (mm) | | |
|------|---------------------|------|--------------------|
| | Xmin - Xmax | Mean | Standard deviation |
| 1 | 6.95-9.10 | 8.01 | 0.40 |
| 2 | 6.99-9.44 | 8.25 | 0.41 |
| 3 | 6.85-9.68 | 8.30 | 0.45 |
| 4 | 6.70-9.48 | 8.32 | 0.45 |
| 5 | 6.04-9.25 | 8.15 | 0.43 |
| 6 | 6.69-9.51 | 8.25 | 0.47 |
| 7 | 6.51-8.82 | 7.92 | 0.38 |
| 8 | 6.81-9.33 | 8.08 | 0.40 |
| 9 | 6.60-9.23 | 8.05 | 0.52 |
| 10 | 6.53-8.80 | 7.91 | 0.38 |
| 11 | 6.41-9.16 | 8.07 | 0.42 |
| 12 | 7.01-9.37 | 8.31 | 0.36 |
| 13 | 6.64-9.75 | 8.25 | 0.47 |
| 14 | 6.35-9.04 | 7.81 | 0.42 |
| 15 | 6.71-9.35 | 8.13 | 0.42 |

Table 7. The results of the analysis of variance for a drupe diameter

| Measured parameter | Mean square | F-ratio | P-value |
|--------------------------|-------------|---------|---------|
| Between the trees | | | |
| Drupe diameter (mm) | 12.91 | 70.69 | 0 |

Based on the results of the analysis of variance for a drupe diameter of 15 test trees (Table 7), it can be stated that, on a sample of 500 drupes from each tree, the average value was statistically significant (p -value < 0.05).

The results of the LSD-test (Table 8) for the drupe diameter of 15 test trees, indicate the presence of a distinct group with the lowest mean drupe diameter (trees 14, 10 and 7), while the highest mean values were in the group consisting of trees 4, 12 and 3.

The dendrogram of cluster analysis based on morphological characteristics of the fruits of various hackberry test trees is shown in Figure 2.

A dendrogram of the cluster analysis based on morphological characteristics of fruits (Figure 2), indicates the presence of three homogenous

Table 8. LSD-test for stone fruit diameter of 15 test trees

| Tree | Mean | Homogeneous groups |
|----------------------------|------|--------------------|
| Drupe diameter (mm) | | |
| 14 | 7.81 | X |
| 10 | 7.91 | X |
| 7 | 7.92 | X |
| 1 | 8.01 | X |
| 9 | 8.05 | XX |
| 11 | 8.07 | X |
| 8 | 8.08 | XX |
| 15 | 8.13 | XX |
| 5 | 8.15 | X |
| 6 | 8.25 | X |
| 13 | 8.25 | X |
| 2 | 8.25 | X |
| 3 | 8.30 | XX |
| 12 | 8.31 | X |
| 4 | 8.32 | X |

groups. The first group comprises a homogeneous test tree 1, 13 and 14; another test tree 12, 4, 3, 6 and 2, a third test tree 5, 9, 11, 7, 10, 15 and 8. Trees 4 and 12, respectively 2 and 6, were grouped at the smallest distance.

DISCUSSION

Based on the comparative analysis of the variability of morphological characteristics of leaves of 15 common hackberry test trees, it could be concluded that there is a considerable variability in the sizes of leaves.

The largest mean value of the total leaf length was found in test trees 1 (129.66 mm), 11 (119.94 mm) and 10 (114.02 mm). These values were above those for the common hackberry leaf length discussed in the literature, which were in the range 50-100 mm (Jovanović, 1991); and 60-125 mm in length (El-Alfy et al., 2011), as well as the values obtained in previous studies (Samardžić, 2015), where the mean value of leaf length ranged from 57.4 to 70.5 mm.

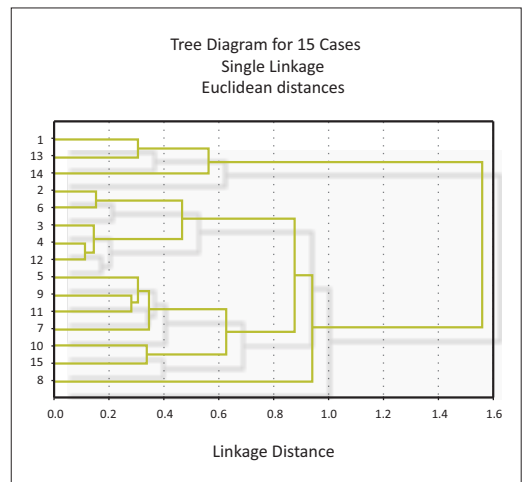


Figure 2. Dendrogram of cluster analysis based on morphological characteristics of fruits

Leaf width of common hackberry, according to El-Alfy *et al.* (2011), is in the range from 40 to 80 mm, which is consistent with the results of these studies, when it was noted that the mean values of lamina width were in the range from 39.54 mm (tree 9) to 67.44 mm (1 tree). In the research conducted by Samardžić (2015), the mean value of leaf width was slightly lower (30.6 to 35.5 mm).

Mean values of petiole length in this study were in the range from 11.38 mm (tree 13) to 19.04 mm (tree 10). According to the literature, petiole length is thin and hairy, 10-12 mm long (Jovanović, 1991), or 3-7 mm long (El-Alfy *et al.*, 2011). The petiole length values in this paper were smaller than obtained in the research of Samardžić (2015), where the mean values of this parameter ranged between 8.0 and 10.8 mm.

It can be concluded that trees 1, 10 and 11 showed higher mean values over the majority of morphological characteristics of leaves mentioned in the literature (Jovanović, 1991; El-Alfy *et al.*, 2011), while other trees were in agreement with those in the literature sources. Higher values of average dimension of leaves referred to in the literature or values that are approaching the upper limit of the range of variation, confirm the fact that the American hackberry, although introduced species, is well adapted to local environmental conditions in the alleys of Sombor. The range of variation of the analyzed properties, that is, for example, the total leaf length between 76.66 and 129.66 mm, indicates a high degree of genetic variability of quantitative traits to a significant gene pool of the species.

According to literature sources (Stilinović, 1985, 1987; Jovanović, 1991), the fruit of common hackberry is fleshy drupe, 7-10 mm long, round or slightly elongated, with a pointed apex, smooth, bluish or dark brown red with 10-30 mm long handle. The mean drupe diameter of 15 test hackberry trees in Sombor area, were in the range 7.81 to 8.32 mm, which is in agreement with the data given in literature sources (Stilinović, 1985, 1987; Jovanović, 1991).

The variability of 1000 drupes ranged from 64.10 to 76.80 g. Maximum was measured at tree 8, and the lowest at tree 14. In the research Šijačić-Nikolić *et al.* (2008), the drupe diameter of nine mother trees, selected within the alleys in

Sombor - Štrosmajer street, ranged from 7.36 to 7.82 mm (Šijačić-Nikolić *et al.*, 2008), while in the research of 15 mother trees from seed stand in Sombor it ranged from 7.12 mm to 7.48 mm (Samardžić, 2015; Samardžić *et al.*, 2016), which is similar to the results of this study.

CONCLUSION

The conducted research represents the continuation of activities aimed at the assessment of genetic variability of the available common hackberry gene pool in the area of Sombor. Previous studies have been carried out at the level of the alleys and seed stand, and they have analyzed the morphological properties of leaves and fruits of juvenile plants (seed-Nikolic *et al.*, 2008; Samardžić, 2015; Vukičević, 2012).

Based on the results of this research, it could be concluded that common hackberry has a pronounced variability at the level of selected test trees. Genotype number 1, based on morphological characteristics of leaves, grouped with other test trees at the greatest distance.

The results indicate the existence of significant common hackberry (*Celtis occidentalis* L.) gene pool, which could be the basis for mass production of quality seeds and seedlings for the restoration and planting of new alleys of this species in Sombor.

Note: The work is funded by the project "Forest plantations in order to increase forestation of Serbia" (TP 31041), the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- S. Anderson, Tauer C.G. (1993): Hackberry Seed for Planting Sources in the Southern Great Plains, Tree Planter's Notes, Vol. 44, No. 2 (78-82)
- Čortan D., Šijačić-Nikolić M., Knezević R. (2014): Variability of morphometric characteristics of leaves of black poplars in Vojvodina, Bulletin of the Faculty of Forestry 109, University of Belgrade-Faculty of Forestry, Belgrade (63-72)

- Čortan D., B. Tubić, Šijačić-Nikolić, M., Borota D. (2015): Variability of black poplar (*Populus nigra* L.) leaf morphology in Vojvodina, Serbia, *Šumarski list*, Vol. 139, No. 5-6 (245-252)
- Devetaković J., Šijačić-Nikolić, M. (2013): Variability of morphometric characteristics leaves connection with the area of the Great War Island; *Bulletin of the Faculty of Forestry* 107, University of Belgrade-Faculty of Forestry, Belgrade (57-70)
- El-Alfy T.S.M.A., El-Gohary H.M.A., Sokkar NM, El-Tawab S.A., Al-Mahdy D.A.M. (2011): Botanical and genetic characteristics of *Celtis australis* L. *Celtis occidentalis* L. and grown in Egypt, *Bulletin of the Faculty of Pharmacy* 49, Cairo University (37-57)
- Frankel O.E., Bennett E. (1970) *Genetic Resources and Plants: Their Exploration and Conservation*, TextbooksPro, Blackwell Scientific Publications, Oxford, International Biological Program, London (pp 554)
- Jovanović B. (1991): *Dendrology*, fifth revised edition, Scientific Book, Belgrade
- Maksimovic Z., Šijačić-Nikolic, M. (2013): Morphometric characteristics of the leaves of black poplar (*Populus nigra* L.) in the Great War Island, *Herald of the Faculty of Forestry* 108, University of Belgrade-Faculty of Forestry, Belgrade (93-108)
- Nonić M., R. Knežević, Šijačić-Nikolic, M. (2012): Morphometric characteristics of the leaves of different European beech (*Fagus sylvatica* L.) cultivars and Moesian beech (*Fagus moesiaca* (Domin, Maly) Czezcott.). *Forestry* 2012, No. 1-2, Belgrade (107-119)
- Nonić M., J. Devetaković, Šijačić-Nikolić M. Milovanovic, J. (2012b): Yield variability as a basis for conservation and directed utilization of European White Elm (*Ulmus effusa* Willd.) gene pool at Great War Island, *Agriculture & forestry*, Vol. 58. Issue 3, Podgorica (105-113)
- Nonić M., Popović V., I. Kerkez, Šijačić-Nikolić M. (2013): The variability of the morphometric characteristics of seeds of various wild cherry (*Prunus avium* L.) test trees from the Belgrade area. *Forestry* 2013 No. 1-2, Belgrade (113-123)
- Samardžić M. (2015): Assessment of genetic variability of hackberry (*Celtis occidentalis* L.) test trees from seed stands in the area of Sombor, Master's thesis, University of Belgrade-Faculty of Forestry, Belgrade (55)
- Samardžić M., M. Nonić, Vukičević, V., J. Devetaković, Šijačić-Nikolić M. (2016): Assessment of genetic variability of common hackberry (*Celtis occidentalis* L.) test trees in a seed stand in the area of Sombor. 2nd International Scientific Conference Reforestation Challenges, 27-29 October 2016, Krakow, Poland, Book of abstracts (58-60)
- Stilinović S. (1985): Seed of forest and ornamental trees and shrubs, University of Belgrade, Institute for Cartography "Geokarta", Belgrade (182-183)
- Stilinović S. (1987) Production of seedlings of forest and ornamental trees and shrubs, University of Belgrade, Institute for Cartography "Geokarta", Belgrade (299-300)
- Šijačić-Nikolić, M., Ivetić V., Knežević R., Milovanović J. (2007): Analysis of seed and seedling trails of different proveniences of beech, *Acta herbologica*, Beograd, Vol. 16, No. 1 (15-27)
- Šijačić-Nikolić M., Milovanović J., Knežević R. (2008): Contribution to the juvenile stage of development of common hackberry (*Celtis occidentalis* L.), *Bulletin of the Faculty of Forestry* 97, University of Belgrade-Faculty of Forestry, Belgrade (57-78)
- Šijačić-Nikolić M., Milovanović J., Vilotić D. (2009): Analysis of seed and seedling characters of different parent ginkgo trees. - In: Ivanova, D. (ed.), *Plant, fungal and habitat diversity investigation and conservation*. Proceedings of the IV Balkan Botanical Congress, Sofia, 20-26 June 2006, Institute of Botany, Sofia (259-263)
- Šijačić-Nikolić M., Milovanović J., M. Nonić, Knežević R., Babić V. (2012): Characterization of the genetic variability of ecotype proveniences beech from Eastern Europe based on morphometric characteristics of the leaves. *Bulletin of the Faculty of Forestry* 106, Belgrade (197-214)

- Šijačić-Nikolić M., Milovanović J., M. Nonić, Knežević R., Stanković D. (2013): Variability of morphometric characteristics of leaves of different beech provenances and development in juvenile stage. *Genetics* Vol. 45, No. 2 (369-380)
- Vukičević V. (2012): Evaluation of genetic potential of common hackberry (*Celtis occidentalis* L.) test trees to its conservation in the area of Sombor, Master's thesis, University of Belgrade - Faculty of Forestry, Belgrade (63)
- Vukičević V., Nonić M., Šijačić-Nikolić M., Devetaković J. (2016): Variability of morphological characteristics of the fruit and seed germination of hackberry (*Celtis occidentalis* L.) from Sombor. The Symposium of the Section for Breeding Organisms Genetics Society Serbia, Kladovo, 27-31. May 2016, Book of abstracts (140-141)

