

DOI: 10.5281/zenodo.4321032

УДК: 633.88:582.772.3(477)

РЕАКЦИЯ КОНСКОГО КАШТАНА ОБЫКНОВЕННОГО (*AESCULUS HIPPOCASTANUM* L.) НА ОМОЛАЖИВАЮЩУЮ ОБРЕЗКУ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

Елена ПОНОМАРЁВА

Abstract. The reaction of horse chestnut to rejuvenation pruning has been studied by the following morpho-physiological parameters: water regime, pigments content, morphometric parameters of annual growth and organs of assimilation. In the course of the study, it was found that the leaves of rejuvenated plants are characterized by a lower water retention capacity and a significant water deficit compared to control plants. The intensity of transpiration of the experimental plants exceeds this indicator by 1.55-2.60 times compared to the control trees. The chlorophyll content in the leaves of rejuvenated plants is also higher by an average of 20% (especially chlorophyll b). An intensification of growth processes is observed after crown pruning, especially the length of annual shoot due to the length of internodes. The size and number of assimilation organs also increases in rejuvenated horse chestnut trees.

Key words: *Aesculus hippocastanum*; Rejuvenation pruning; Morphometric indicators; Pigments; Water exchange.

Реферат. Изучали реакцию каштана конского обыкновенного на омолаживающую обрезку по таким показателям: водный режим, содержание пигментов, а также морфометрические параметры годовичного прироста и органов ассимиляции. Исследование водного обмена показало, что для листьев омоложенных растений характерны более низкая водоудерживающая способность и существенный дефицит воды по сравнению с контрольными растениями. Интенсивность транспирации листьев растений, подвергшихся обрезке, превышает данный показатель у необрезанных растений в 1,55-2,60 раза. Содержание хлорофилла в листьях омоложенных растений также выше в среднем на 20% (особенно хлорофилл b). Наблюдается существенная интенсификация ростовых процессов после кронирования, особенно длина однолетнего побега, преимущественно за счет увеличения длины междоузлия. Также увеличивается размер и количество органов ассимиляции у деревьев каштана конского обыкновенного, подвергшихся омоложению.

Ключевые слова: *Aesculus hippocastanum*; Омолаживающая обрезка; Морфометрические показатели; Пигменты; Водный обмен.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодня одним из самых распространенных приемов по сохранению и омоложению городских насаждений, как в Украине, так и в странах СНГ, является радикальная обрезка кроны деревьев или топтинг. Такой вид обрезки, к сожалению, проводят без учета биологических особенностей древесных видов, часто не учитывают и возраст растений. В последние годы ученые все больше уделяют внимание изучению реакции различных пород на сильное кронирование.

Чаще всего под кардинальную обрезку в городах подпадает тополь – как наиболее распространенная и недолговечная порода (Семенютина, А. В. и др. 2014). По мнению А.Н. Тюкавиной, состояние тополей после кронирования обусловлено высотой обрезки и диаметром ствола, возрастом растений и способом кронирования. Деревья с диаметром ствола более 30 см, которые ранее ни разу не обрезали, после кронирования «на ствол» часто погибают (Тюкавина, А. Н. 2018). Некоторые авторы отмечают большее количество повреждений у тополей, подвергшихся омоложению, по сравнению с необрезанными экземплярами (Рунова, Е. М. и др. 2017), другие – что омоложенные растения рода *Populus* L. не отличаются уровнем жизненного состояния от необрезанных (Матковська, С. І. et al. 2018).

После топтинга площадь раневой поверхности больше, чем при других видах обрезки. Это приводит к длительному заживлению и распространению болезней у растений. Поврежденность дереворазрушающими грибами и болезнями листьев обнаружены у омоложенных экземпляров клена остролистного (Бессонова, В. П. et al. 2008) и лип сердцелистной и крупнолистной (Бессонова, В. П. et al. 2008; Олексійченко, Н. О. et al. 2015). В штате Теннесси (США) наблюдали значительное поражение после топтинга у деревьев магнолии (Klingeman, В. et al. 2008). Кронирование также вызывает существенное запаздывание в наступлении фенологических фаз у древесных растений (Курницька, Н. П. et al. 2012; Ганаба, Д. В. 2017).

Конский каштан обыкновенный интродуцирован в Украину в XVIII веке и сегодня это один из самых распространенных видов в озеленении украинских городов (Григорюк, І.П. et al. 2004). Уличные насаждения Киева еще несколько лет назад почти на четверть состояли из представителей этого декоративного вида (Лесник, О. М. et al. 2015). Немало исследований посвящено жизненности каштана конского обыкновенного в урбанизированной среде (Россихина-Галич, Г. С. et al. 2012; Пентелюк, О. С. et al. 2016). На сегодняшний день при реконструкции зеленых насаждений молодые конские каштаны почти не высаживают из-за сильного поражения каштановой минирующей молью. Но старые деревья часто подвергают омоложению, оставляя после обрезки только несколько метров ствола без скелетных ветвей. Считается, что *Aesculus hippocastanum* плохо переносит обрезку (Кучерявий, В. П. 2008), но конкретных данных о его реакции на топтинг очень мало.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Деревья *Aesculus hippocastanum* растут на территории больницы им. И.И. Мечникова (город Днепр) в одинаковых условиях, их возраст составляет около 40 лет. Опытные экземпляры подвергались омолаживающей обрезке (кронированию), контрольные растения не обрезали.

Проведено измерение таких морфометрических показателей: длина годичного прироста, количество листьев на годичном побеге, площадь листа и длина его черешка, длина и количество междоузлий. Площадь листьев определяли весовым методом (Бессонова, В.П. 2006). Линейный прирост годичных побегов определяли методом линейных промеров по А.А. Молчанову и др. (1967). Пробы отбирали с нескольких модельных ветвей одного порядка ветвления на высоте 1,5–2 м с юго-восточной стороны дерева.

Содержание пигментов определяли в вытяжке 96 %-ного этанола на спектрофотометре СФ-2000. Расчеты проводили по формулам Vintermans (Бессонова, В. П. 2006).

Показатели водного обмена определяли в середине июля 2019 г. при $t=22^{\circ}\text{C}$ и влажности воздуха 50 %. Интенсивность транспирации измеряли методом быстрого взвешивания (Иванов, Л. А. и др. 1950) в 9^{00} , 12^{00} и 15^{00} . Водоудерживающую способность определяли по А.А. Арланду (1960) методом «завядания» с экспозицией в 30, 60 и 120 минут.

Количество морфометрических измерений составляло 50–100 для каждого варианта, для физиологических опытов– 3–6. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2007. Оценку степени достоверности проводили по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Вода выступает главным компонентом физиологических процессов, обеспечивает жизнедеятельность растений. Показатели водного обмена хорошо отражают изменения в растительном организме, вызванные вмешательством человека. Наши исследования позволяют выяснить, как меняется водный обмен растений каштана конского обыкновенного после омолаживающей обрезки в условиях мегаполиса.

Исследование физиологических показателей проводили у растений, подвергшихся омоложению в начале текущего года. В середине лета у деревьев каштана конского обыкновенного наблюдается наибольшая оводненность в листьях необрезанных растений (Табл. 1). Органы ассимиляции омоложенных деревьев ощущают более существенный дефицит воды, что может быть связано с мезоморфным строением листьев у деревьев, подвергшихся кронированию. Известно, что обрезанные деревья липы имеют большие листья с более крупными устьицами по сравнению с необрезанными растениями (Пономарьова, О. А. et al. 2012).

Исследования водоудерживающей способности листьев показали, что более существенные потери воды характерны для омоложенных растений. За первые полчаса листья опытных растений потеряли влаги в 2,3 раза больше, чем контрольных. Через час динамика потери влаги в обоих вариантах сохранилась, но увеличилась незначительно. Через 2 часа после начала опыта потери воды в листьях омоложенных растений выросли до 32 %, а у необрезанных выросли вдвое и составили 19 %. Итак, в начале опыта у контрольных деревьев водоудерживающая способность

листьев значительно превышает этот показатель у омоложенных, но после 2-х часовой экспозиции потери воды в листьях необрезанных растений также становятся существенными, хотя и меньшими, чем у обрезанных (Рис. 1). Надо заметить, что каштан конский отличается низкой водоудерживающей способностью по сравнению с другими породами (Пономарева, Е. et al. 2019), обрезка же приводит к еще большим потерям воды.

Таблица 1. Влияние омолаживающей обрезки деревьев каштана конского на содержание и дефицит воды в листьях (июль 2019)

Оводненность, % от сырой массы листьев		Сухое вещество, % от сырой массы листьев		Дефицит воды в листьях, % от сырой массы листьев	
Необрезанные растения	Омоложенные растения	Необрезанные растения	Омоложенные растения	Необрезанные растения	Омоложенные растения
69,0±0,57	60,0±0,40	31,0±0,34	40,0±0,33	12,1±0,74	16,0±1,15

Изучение динамики транспирации в течение дня (с 9 до 15 часов) показало, что в наиболее жаркий период (в 12 часов дня), интенсивность транспирации падает как у контрольных растений, так и у омоложенных. Самый высокий пик испарения воды листьями приходится на вторую половину дня – интенсивность транспирации в два раза выше, чем утром и в три раза больше по сравнению с полуднем. Также, этот показатель у обрезанных деревьев в течение всего наблюдения существенно превышает его у контрольных деревьев (Рис. 2). Похожие результаты были получены при изучении водного обмена у омоложенных деревьев рода *Tilia* L. (Пономарьова, О. А. et al. 2011).

Очевидно, что после сильного кронирования существенно возрастает интенсивность транспирации, но ее динамика не отличается от необрезанных растений. Следовательно, такие показатели водного обмена, как интенсивность транспирации и водоудерживающая способность, объективны для изучения последствий глубокой омолаживающей обрезки каштана конского обыкновенного.

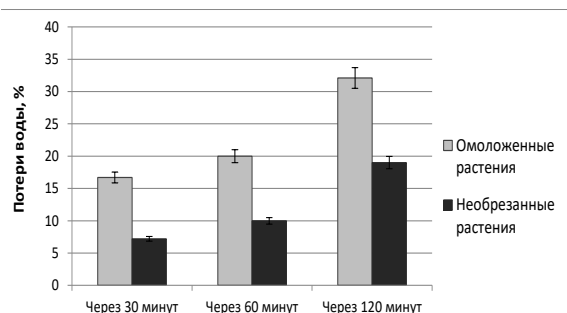


Рисунок 1. Водоудерживающая способность листьев *Aesculus hippocastanum* L., % потеря от общего содержания воды в листьях

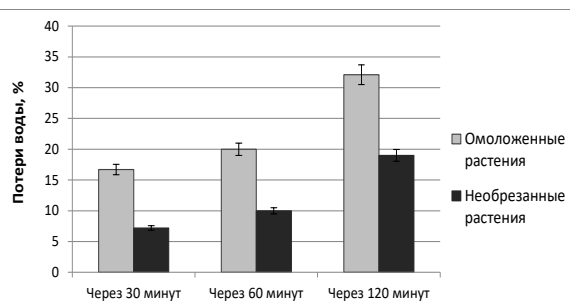


Рисунок 2. Интенсивность транспирации листьев *Aesculus hippocastanum* L., $г\text{р} \times г\text{р}^{-1} \times \text{час}^{-1}$

Содержание пигментов в листьях растений указывает на активность физиологических процессов, в частности фотосинтеза. Исследование количества зеленых пигментов в листьях каштана конского обыкновенного показало, что у обрезанных деревьев сумма хлорофиллов больше, чем у контрольных растений. При этом, в обоих вариантах количество хлорофилла а превышает содержание хлорофилла в (у необрезанных деревьев на 51 %, у омоложенных – на 36 %) (Табл. 2). То есть после обрезки в листьях возрастает относительное содержание хлорофилла в.

Морфометрические показатели деревьев каштана конского обыкновенного, подвергшихся кронированию, больше, чем у контрольных особей (Табл. 3). Особенно это заметно на второй год после обрезки и обусловлено диспропорцией в развитии корневой системы и надземной части дерева. Наиболее существенная разница в контрольном и опытном вариантах наблюдается по длине побега – у необрезанных растений этот показатель меньше в 6,62 раза по сравнению с омоложенными деревьями на второй год после обрезки и в 2,48 раза – по сравнению с растениями на третий год после обрезки (Рис. 3). Такая существенная длина побега у омоложенных растений

достигается, в первую очередь, за счет увеличения длины междоузлий, в меньшей степени – благодаря увеличению количества междоузлий. Количество листьев увеличивается пропорционально количеству междоузлий – на второй год после кронирования листьев вдвое больше, чем на необрезанных растениях. Интересно, что у каштана конского обыкновенного площадь листьев у омоложенных растений на второй год после обрезки увеличивается незначительно (на 30%), а на третий год почти не отличается от контрольных деревьев. Наблюдается также увеличение длины черешка листьев – вдвое на второй год, и в полтора раза – на третий год после обрезки.

Таблица 2. Содержание пигментов в листьях *Aesculus hippocastanum* L., мг × г⁻¹ сухой массы листьев

Вариант	Необрезанные растения	Омолуженные растения	t
Хлорофилл а	1,13±0,022	1,31±0,025	5,41*
Хлорофилл в	0,75±0,013	0,96±0,021	8,50*
Соотношение, а/в	1,51	1,36	
Сумма хлорофиллов, а+в	1,88±0,032	2,27±0,025	9,60*

Примечания: * – разница между контрольным и опытным вариантами статистически достоверна для p≤0,05; n=50.
** – разница между контрольным и опытным вариантами статистически недостоверна для p≤0,05; n=50.

Таблица 3. Морфометрические показатели деревьев каштана конского после обрезки

Вариант	Длина побегов, см	Длина междоузлий, см	Количество междоузлий, см	Количество листьев на годичном побеге, шт	Площадь листа, см ²	Длина черешка листа, см
Омолуженные растения (2-ой год после обрезки)	58,3±9,8*	12,09±1,13*	4,53±0,43*	11,38±1,81*	574,7±40,9*	19,33±3,93*
Омолуженные растения (3-ой год после обрезки)	21,2±5,3*	6,57±0,96*	3,47±0,42**	8,43±1,02*	482,3±20,8**	15,69±1,98*
Необрезанные растения (контроль)	8,8±1,7	3,76±0,81	2,5±0,35	5,85±0,73	440,3±15,3	10,45±1,52

Примечания: * – разница между контрольным и опытным вариантами статистически достоверна для p≤0,05; n=50.
** – разница между контрольным и опытным вариантами статистически недостоверна для p≤0,05; n=50.

Анализ литературных данных по восстановлению различных древесных видов после кронирования показал, что

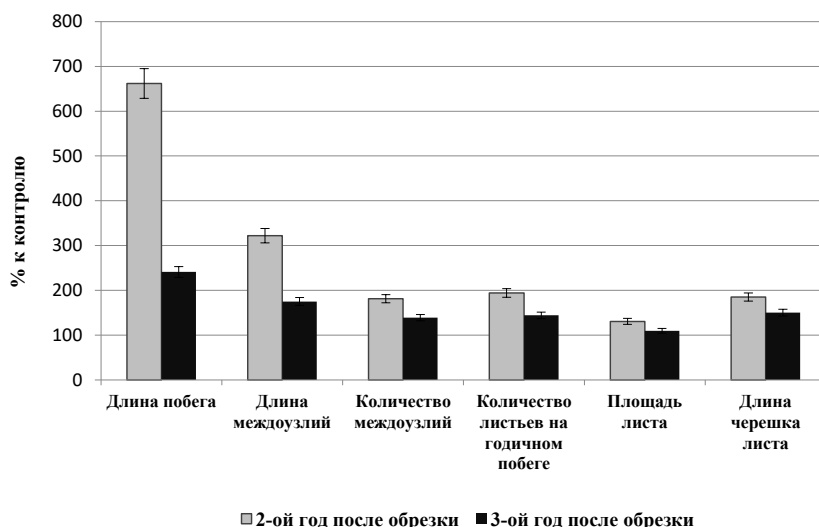


Рисунок 3. Соотношение некоторых морфометрических показателей у обрезанных растений каштана конского обыкновенного к не обрезанным, % к контролю

у всех исследованных пород наблюдается увеличение морфометрических показателей, особенно площади листьев. Так, у тополя бальзамического площадь листа увеличивается втрое (Казанцева, М. Н. et al. 2009), у тополя Болле – более, чем в четыре раза (Пономарёва, О. А. et al. 2020). У липы широколистной особенности восстановления кроны схожи с конским каштаном обыкновенным:

на второй год после обрезки площадь листа увеличивается вдвое, а длина побега – в 5,5 раза (Понмарьова, О. А. и др. 2010). Зарубежные авторы также отмечают более существенный прирост и увеличение биомассы у омоложенных деревьев граната обыкновенного (Sharma, Dh. et al. 2018), сесбании крупноцветковой (Islam, M. et al. 2008) и манго индийского. Замечено, что у манго, чем больше высота обрезки ствола, тем меньше длина и толщина побегов (Lal, B. et al. 2016).

Несмотря на интенсификацию ростовых процессов и быстрое увеличение биомассы, деревья каштана конского обыкновенного формируют более или менее симметричную крону только на третий год после обрезки, но размеры ее значительно уступают контрольным растениям. Существенное уменьшение размеров кроны в первые годы после обрезки отмечали также у тополя бальзамического (Казанцева, М. Н. et al. 2009) и вяза мелколистного (Калякина, Р. Г. et al. 2018).

ВЫВОДЫ

Анализ показателей водного обмена свидетельствует о том, что после глубокой омолаживающей обрезки каштана конского обыкновенного увеличивается дефицит влаги в листьях, возрастает интенсивность транспирации, падает оводненность листьев и их водоудерживающая способность.

Содержание зеленых пигментов в листьях у кронированных растений возрастает, особенно хлорофилла в.

Интенсификация ростовых процессов больше заметна в начале восстановления кроны (2-й год после обрезки). Особенно существенно увеличивается длина побега, преимущественно за счет длины междоузлий. Площадь листьев увеличивается незначительно по сравнению с аналогичными исследованиями у других древесных видов.

Полученные результаты показывают, что восстановление кроны каштана конского обыкновенного в целом происходит так же, как и у других видов, которые преобладают в городском озеленении. Важным будет дальнейшее изучение жизненного и фитосанитарного состояния омоложенных деревьев *Aesculus hippocastanum*, чтобы определить целесообразность такого способа ухода за деревьями этого вида в городских насаждениях степной зоны Украины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АРЛАНД, А.А. (1960). Использование физиологических показателей в сельском хозяйстве. В: Физиология растений, Т. 7, вып. 2, с. 160–168.
2. БЕССОНОВА, В.П. (2006). Практикум з фізіології рослин : практикум для студ. вищ. навч. закл. 2-4 рівнів акредитації. Д.: РВВ ДДАУ. 316 с.
3. БЕССОНОВА, В.П., ГЛУБОКА, В.М. (2008). Вплив омолоджуючої обрізки на ураженість хворобами деревних рослин в умовах дії автомобільних викидів. В: Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, вип. 13, № 2, С. 105–112.
4. ГАНАБА, Д.В. (2017). Влияние радикальной обрезки на жизненное состояние уличных древесных растений: на примере города Хмельницкого. In: East European Scientific Journal, №2 (18), с. 5–9.
5. ГРИГОРЮК, І.П., МАШКОВСЬКА, С.П., ЯВОРОВСЬКИЙ, П.П., КОЛЕСНИЧЕНКО, О.В. (2004). Біологія каштанів. Київ : Логос. 380 с.
6. ИВАНОВ, Л.А., СИЛИНА, А.А., ЦЕЛЬНИКЕР, Ю.Л. (1952). О транспирации ползащитных пород в условиях Деркульской степи. В: Ботанический журнал, Т. 37, № 2, с. 113–127.
7. КАЗАНЦЕВА, М.Н., СОЛОВЬЕВА, А.А. (2009). Экологические последствия радикальной обрезки крон тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в городских насаждениях Тюмени. В: Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, С. 128–135.
8. КАЛЯКИНА, Р.Г., АНГАЛЬТ, Е.М. (2018). Влияние радикальной обрезки на состояние вяза мелколистного в г. Оренбурге. В: Известия Оренбургского государственного аграрного университета, № 4 (72), ч. 1, с. 141–143.
9. КУРНИЦЬКА, Н.П., ПАХОЛЮК, О.Т. (2012). Аналіз реакцій деревних рослин на сильне кронування. В: Науковий вісник НЛТУ України, Вип. 22.6, с. 30–33.
10. КУЧЕРЯВИЙ, В.П. (2008). Озеленення населених місць: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Вид. 2-ге. Львів: Світ. 456 с.
11. ЛЕСНИК, О. М., ГИРС, О. А. (2015). Аналіз забезпечення населення міста Києва зеленими насадженнями. В: Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво, вип. 216(1), с. 15–21.

12. МАТКОВСЬКА, С.І., СВІТЕЛЬСЬКИЙ, М.М., ЩУК, О.В., ПІНКИНА, Т.В., ФЕДЮЧКА, М.І. (2018). Екологічна роль глибокої омолоджувальної обрізки представників роду *Populus* в зелених насадженнях міста Житомир. В: Науковий вісник НЛТУ України, Т. 28, № 8, с. 83–86.
13. МОЛЧАНОВ, А. А., СМІРНОВ, В.В. (1967). Методика изучения прироста древесных растений. Москва: Наука. 95 с.
14. ОЛЕКСІЙЧЕНКО, Н.О., МАТКОВСЬКА, С.І. (2015). Екологічна роль омолоджувального обрізування дерев роду *Tilia L.* у вуличних насадженнях Житомира. В: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 25(9), с. 14–18.
15. ПЕНТЕЛЮК, О.С., НЕСТЕРОВА, Н.Г., ГРИГОРЮК, І.П. (2016). Методологічні принципи діагностики дефіциту елементів мінерального живлення і води в листках рослин гіркокаштану звичайного за спектральними коефіцієнтами відбиття. В: Науковий вісник НУБіП України. Серія: біологія, біотехнологія, екологія, Вип. 234, с. 198–205.
16. ПОНОМАРЬОВА, О.А., БЕССОНОВА, В.П. (2010). Аналіз відновлення крони у рослин *Tilia platyphyllos* і *Tilia cordata* після глибокого омолоджувального обрізування. В: Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія, вип. 18, т. 2, с. 76–80.
17. ПОНОМАРЬОВА, О.А., БЕССОНОВА, В.П. (2012). Вплив омолоджувальної обрізки дерев *T. Cordata* Mill. та *T. Platyphyllos* Scop. на анатомічну будову пагонів та листків. В: *ModernPhytomorphology*, vol. 2, с. 221–225.
18. ПОНОМАРЬОВА, О.А., БЕССОНОВА, В.П. (2011). Вплив омолоджувального обрізування на водний режим видів роду *TiliaL.* В: Інтродукція рослин, № 4, с. 78–83.
19. ПОНОМАРЄВА, Е.А., БЕССОНОВА, В.П. (2019). Особенности водного обмена деревьев защитной примыкающей лесополосы в условиях степной зоны Украины. In: *Știința Agricolă*, № 1, с. 100–110.
20. ПОНОМАРЬОВА, О.А., ПРОКОПЕНКО, Н.А. (2020). Вплив омолоджувального обрізування на морфологічні показники деяких видів дерев у міських умовах. В: Рослини та урбанізація: Матеріали дев'ятої Міжнародної науково-практичної конференції „Рослини та урбанізація” (Дніпро, 5 березня 2020 р.). с. 43–45.
21. РОССИХИНА-ГАЛИЧА, Г.С., БОГУСЛАВСЬКА, Л.В., ЛАШКО, В.В. (2012). Вплив аерополітантів на фотосинтетичну функцію рослин *Aesculus hippocastanum* з різних районів міста Дніпропетровська. В: Біологічний вісник МДПУ, №3, с. 71–76.
22. РУНОВА, Е.М., АНОШКИНА, Л.В. (2017). Инструментальная оценка состояния городских посадок тополя бальзамического. В: *Лесотехнический журнал*, №3, с. 136–142.
23. СЕМЕНЮТИНА, А.В., КРУГЛЯК, В.В. (2014). К вопросу формирования адаптивных систем озеленения Центрального Черноземья. В: *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*, №3 (35), С.1–5.
24. ТЮКАВИНА, О.Н. (2018). Устойчивость тополей к кронированию в условиях города Архангельска. В: *Вестник КрасГАУ*, №3, с. 229–233.
25. ISLAM, M.S. HOSSAIN, M.A. and MONDOL, M.A. (2008). Effect of pruning and pollarding on shoot development in bakphul (*Sesbania grandiflora L.*). In: *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, vol. 6(2), pp. 285–289.
26. KLINGEMAN, B., CAMPBELL, A. and MAXEY, R. (2008). Best Management Practices for Pruning Landscape Trees, Shrubs, and Groundcovers. University of Tennessee Extension. 15 p. Available: <https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/PB1619.pdf>
27. LAL, B., RAJPUT, M. S., RAJAN, S., RATHORE, D. S. (2016). Effect of pruning on rejuvenation of old mango trees. In: *Indian Journal of Horticulture*, vol. 57 (3), pp. 200–202.
28. SHARMA, Dh. P., SINGH, N. (2018). Effect of rejuvenation pruning on the growth, productivity and disease incidence in declining trees of pomegranate (*Punica granatum L.*) cv. Kandhari Kabuli. In: *Journal of Applied and Natural Science*, vol. 10(1), pp. 358–362.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ПОНОМАРЄВА Елена Анатольевна  <https://orcid.org/0000-0002-6519-709X>

Кандидат биологических наук, доцент, кафедра садово-паркового хозяйства, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Украина

E-mail: lponomareva@i.ua

Data prezentării articolului: 29.07.2020

Data acceptării articolului: 05.09.2020