



Перспективные образцы облепихи для механизированной уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей

Ю. А. Зубарев, А. В. Гунин, Е. И. Пантелеева, А. В. Воробьева

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Васильевич Гунин, alexeygunin@yandex.ru

Актуальность. Облепиха (*Hipporhae rhamnoides* L.) является ведущей ягодной культурой в садоводстве Алтайского края и занимает первое место по площадям выращивания ягодников в России. Однако потенциал увеличения площадей под культурой ограничен трудоемкостью уборки урожая. В этой связи назрела необходимость поиска технологических решений механизации уборки урожая. Одним из перспективных способов является срезка плодоносящих ветвей. При этом важным аспектом является создание генотипов, пригодных к этому способу уборки.

Материалы и методы. Объекты исследований – 13 сортов и отборных форм облепихи селекции Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий. Для оценки элементов продуктивности волчков ветвей с каждого образца нарезали три ветви длиной 70–100 см. Усилие отрыва плодов оценивали прибором «Дина-2». Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа.

Результаты. Изучены продуктивность волчковых ветвей и хозяйственно-биологические характеристики плодов образцов облепихи. Выделены образцы (87-93-1, 111-05-3, 378-06-1) с высоким уровнем продуктивности волчковых ветвей и преобладанием генеративной части над вегетативной. Максимальное количество плодов из одной почки (5,4–5,9 шт.) формируют образцы 87-93-4, 32-01-1, 378-06-1 и 111-05-3. Сорт 'Афина' выделен за высокий уровень вегетативной и генеративной продуктивности. Отборные формы 111-05-3, 32-01-1, 4-93-11 с низким усилием отрыва плодов (136,8–155,1 г) перспективны для стряхивания без предварительной заморозки.

Заключение. Перспективными образцами для уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей следует считать отборные формы 111-05-3, 378-06-1 и 32-01-1.

Ключевые слова: *Hipporhae rhamnoides* L., сорт, технология возделывания, масса плода, волчковый побег, продуктивность, усилие отрыва плодов, длина плодоножки, вкус плодов

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ согласно тематическому плану Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий (тема № 121112900046-9 «Создание новых генотипов плодовых, ягодных и декоративных культур, превосходящих существующие аналоги по хозяйственно ценным признакам и обеспечивающие высокий уровень продуктивности в условиях постоянно изменяющейся окружающей среды, на основе использования современных селекционных методов в работе с исходным материалом»).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Пантелеева Е.И., Воробьева А.В. Перспективные образцы облепихи для механизированной уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):43-50. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-43-50

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-43-50

Sea buckthorn cultivars promising for mechanized harvesting by cutting fruit-bearing branches

Yury A. Zubarev, Alexey V. Gunin, Elizaveta I. Panteleeva, Anastasia V. Vorobyeva

*Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russia***Corresponding author:** Alexey V. Gunin, alexeygunin@yandex.ru

Background. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) is the main berry crop in the horticultural production of Altai Territory and occupies the largest growing area among berries in Russia. Meanwhile, further expansion of commercial plantations is limited by known bottlenecks in harvesting. In this context, new technological solutions in harvest mechanization are considered one of the primary tasks. A promising way is the cutting of fruit-bearing branches. At the same time, the development of cultivars suitable for such harvesting technique is very important.

Materials and methods. Thirteen cultivars and selected forms of sea buckthorn developed at the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies were taken as research material. To evaluate the productivity of top branches, three of them with a length of 70–100 cm were cut from the plants of each accession. Fruit detachment force was assessed using a Dina-2 device. Dispersion analysis was applied for statistical interpretation.

Results. Productivity of top branches as well as agronomic and biological characteristics of sea buckthorn fruits were studied. Accessions 87-93-1, 111-05-3 and 378-06-1 were identified for high productivity of their top branches and for predominance of the generative part over the vegetative one. The highest number of berries per bud (5.4–5.9 pieces) was observed in accessions 87-93-4, 32-01-1, 378-06-1 and 111-05-3. Cv. 'Afina' demonstrated for its high level of vegetative and generative productivity. Selected forms 111-05-3, 32-01-1 and 4-93-11 with low fruit detachment force (136.8–155.1 g) are promising for shaking without prior freezing.

Conclusion. Selected forms 111-05-3, 378-06-1 and 32-01-1 were recognized as most promising for harvesting by branch cutting.

Keywords: *Hippophae rhamnoides* L., cultivar, cultivation practice, berry weight, top branches, productivity, fruit detachment force, peduncle length, fruit taste

Acknowledgements: the research was carried out in the framework of the State Task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in accordance to the theme plan of the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies (theme No. 121112900046-9 "Development of new genotypes of fruit, berry and ornamental crops, surpassing existing analogues in useful agronomic traits and ensuring high productivity levels in the changing environment, by using state-of-the-art breeding methods in the work with source material").

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Zubarev Y.A., Gunin A.V., Panteleeva E.I., Vorobyeva A.V. Sea buckthorn cultivars promising for mechanized harvesting by cutting fruit-bearing branches. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):43-50. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-43-50

Введение

В настоящее время облепиха (*Hippophae rhamnoides* L.) является ведущей ягодной культурой в садоводческой отрасли Алтайского края. Согласно официальной статистике (Koziy, 2020), она занимает первое место не только в Алтайском крае, но и в России по площадям выращивания ягодников. Однако потенциал существенно увеличился площадей под культурой ограничен, в первую очередь по причине трудоемкости уборки урожая (Fu et al., 2014; Fu et al., 2016). В этой связи на современном этапе особенно остро стоит вопрос, связанный с необходимостью поиска технологических решений механизации уборки урожая облепихи.

Подходов к решению данной задачи наметилось достаточно много. Наиболее очевидным из них является вибрационный способ уборки. Вопросами прямого комбайнирования очень активно занимались в НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (в настоящее время отдел НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко Федерального Алтайского научного центра агроботаники – НИИСС ФГБНУ ФАНЦА). В ряде работ (Levin et al., 2009; Khabarov, Kanarskii, 2016) показана теоретическая возможность такого способа уборки урожая. На основе исследований технической составляющей вопроса разработаны исходные требования на проектирование самоходного комбайна (Bartenev, Nabarov, 2012). Однако дальнейшее изучение этой технологии выявило большое количество узких мест, прежде всего низкую жизнеспособность растений после нескольких циклов уборки урожая. После многолетних исследований сделаны выводы о малой перспективности такого типа уборки.

Вторым подходом стала разработка технических средств для стряхивания плодов методом захвата плодоносящих ветвей. Значительные результаты в этом направлении достигнуты зарубежными конструкторами, в частности китайскими (Fu et al., 2014; Fu et al., 2016), эстонскими (Univer et al., 2014) и канадскими (Mann et al., 2001; Chagnon et al., 2009). Однако массивность этих устройств не позволяет использовать их на протяжении длительного времени, что ограничивает масштабное применение этого подхода в промышленном садоводстве.

Кардинальным решением рассматриваемой задачи явился переход от стряхивания непосредственно ветвей у куста к срезке плодоносящих ветвей и отряхивание их на отдельных стационарных установках. В частности, в Германии фирма Kranemann разработала специальный комбайн, обеспечивающий механизированную срезку ветвей и предварительную их подготовку к транспортировке (Nöhne, 2015). В Шведском институте сельскохозяйственных наук также разрабатывалась и тестировалась машина для срезки и обмола плодов облепихи (Olander, 2012). Однако основным способом является срезка ветвей вручную либо специальными механизмами и дальнейшая их транспортировка к месту обмола плодов.

Интересный подход к уборке облепихи методом срезки плодоносящих ветвей предложен латвийскими специалистами. Он предполагает, в отличие от двухгодичного цикла, принятого для немецкой технологии, четырехгодичный цикл срезки (Brūvelis, 2015).

Первые попытки изучить пригодность сортов алтайской селекции к описанным выше технологиям предприняты совсем недавно. Ряд авторов (Nabarov, Kanarsky,

2013; Makarychev, Kanarskiy, 2019) изучили пригодность сорта 'Чечек' к уборке методом срезки плодоносящих ветвей и показали эффективность определенных способов формирования растений.

При этом следует отметить, что целенаправленной оценки гибридного фонда облепихи НИИСС ФГБНУ ФАНЦА по показателям пригодности к уборке методом срезки плодоносящих ветвей до настоящего времени не проводилось. Известно, что срезка всех или значительной части ветвей на растении способствует активному росту так называемых волчковых побегов, которые, обеспечивая урожай на следующий год, отличаются такими специфическими признаками, как выраженный вертикальный рост, удлиненные междоузлия и, как правило, пониженный уровень продуктивности.

В связи с вышесказанным основной целью настоящих исследований являлись оценка и выделение среди генофонда облепихи НИИСС ФГБНУ ФАНЦА образцов, отличающихся высоким уровнем плодоношения на волчковых ветвях.

Материалы и методы

Исследования проведены на участках сортоизучения 2009–2016 гг. посадки в НИИСС ФГБНУ ФАНЦА в лесостепной зоне Алтайского Приобья в 2020 и 2021 г. в подзоне черноземов обыкновенных умеренно засушливой и колочной степи.

Погодные условия в годы исследований отличались нестабильностью температурных параметров и количеством осадков. Температурные условия осенне-зимнего периода 2020 г. были на уровне среднесезонных значений, наблюдались оттепели 6 декабря (+3,7°C) и 8-9 февраля (+3,5...+5,0°C) с выпадением дождя. В этом году отмечен высокий уровень снежного покрова (до 92 см), что привело к значительным снеголомам растений облепихи на снегосборных участках. Весенне-летний период 2020 г. отличался повышенными температурами воздуха, ранним сходом снежного покрова (9 апреля) и низким количеством осадков в апреле, мае и июне (соответственно 12, 31 и 26 мм), что привело к более раннему началу вегетации и прохождению всех фаз развития облепихи (на 10–15 дней), а также к опадению значительной части завязавшихся плодов. В 2021 г. к числу наиболее стрессовых факторов окружающей среды следует отнести относительно холодный январь с минимальными температурами воздуха до –41,2°C, а также засушливый вегетационный период, особенно в мае и июне, когда выпало 12 и 29 мм осадков соответственно. Несмотря на складывающиеся неблагоприятные факторы, они не отразились заметным образом на росте и развитии изучаемых образцов облепихи. В целом, сложившиеся погодные условия 2020 и 2021 г. не выходили за рамки критических значений для облепихи.

Объекты исследований – 13 сортов и отборных форм облепихи селекции НИИСС ФГБНУ ФАНЦА. Схема посадки растений – 4,0 × 1,5 м. На этапе первичного отбора перспективных образцов проводили визуальную оценку общего состояния растений, выделяя относительно сильнорослые, с мощными приростами, плотным расположением плодов на волчковых ветвях. В результате отбора выделено 13 сортов и отборных форм. Для оценки потенциальной продуктивности с каждого выделенного образца нарезали по три волчковые ветви длиной от 70 до 100 см. Далее проводили подсчет числа боковых побегов, плодов из одной почки, числа почек на единицу вет-

ви, измеряли длину боковых побегов, массу 100 плодов. Удельный вес генеративной или вегетативной частей рассчитывали как процентное отношение массы генеративной или вегетативной частей ветви к общей массе ветви. Усилие отрыва плодов оценивали прибором «Дина-2» в период потребительской зрелости в трех повторностях по 30 плодов в каждой. Длину плодоножки изме-

нами образцов выделилась отборная форма 111-05-3, демонстрирующая плотность на уровне 1,5 почки на единицу прироста. Кроме нее, относительно плотным расположением почек характеризовались образцы 87-93-4 и 378-06-1 (1,1 шт.). У остальных объектов исследований этот показатель варьировал от 0,8 до 1,0 шт./см (табл. 1).

Таблица 1. Элементы продуктивности образцов облепихи в лесостепи Алтайского Приобья (2020 и 2021 г.)

Table 1. Productivity components of sea buckthorn accessions in the forest-steppe area of the Ob river basin in Altai (2020 and 2021)

Сорт, отборная форма / Cultivar, selected form	Число боковых побегов на ветви, шт. / Number of side shoots per branch, pcs	Длина боковых побегов на ветви, см / Length of side shoots per branch, cm	Число плодов из почки, шт. / Number of berries per bud, pcs	Число почек на 1 см, шт. / Number of buds per 1 cm, pcs	Масса 100 плодов, г / Weight of 100 berries, g
87-93-4	2,6	6,6	5,9	1,1	58,8
32-01-1	0,7	3,0	5,7	0,9	72,5
126-02-1	0,7	5,3	4,1	1,0	57,3
4-93-11	1,3	9,0	4,8	1,0	58,6
Афина	1,4	5,0	3,4	1,0	95,2
Джемовая	-	-	3,4	1,0	77,3
Огниво	0,3	1,3	4,2	0,8	80,4
203-00-4	4,0	7,3	2,3	0,8	71,2
404-93-1	3,9	7,4	3,8	0,9	77,3
149-00-2	3,2	6,4	4,4	0,9	89,5
378-06-1	-	-	5,5	1,1	110,8
111-05-3	0,3	3,3	5,4	1,5	72,5
170-03-1	3,3	9,9	4,0	1,0	76,2
НСР ₀₅	1,4	5,5	1,1	0,2	9,2

ряли линейкой у 10 плодов. Вкус и окраску плодов определяли органолептически. Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа (Dospikhov, 1985).

Результаты и обсуждение

Определяющим критерием продуктивности плодоносящей ветви облепихи является сочетание таких показателей, как количество почек на единицу прироста, число плодов в почке, а также масса 100 плодов. Для мощных ветвей волчкового типа показатель числа плодовых почек является важным; при других равных условиях, интенсивный рост побегов в длину сопровождается удлинением междоузлий и, как результат, увеличением расстояния между почками. Поэтому поиск образцов, перспективных для уборки методом срезки, начинается с показателя плотности расположения почек. В этой связи следует отметить, что уровень этого показателя на нормально развитых плодоносящих ветвях находится в пределах 1,3–1,5 почки на 1 см. В группе изучаемых

Однако показатель плотности расположения почек, являясь чрезвычайно важным в контексте проводимых исследований, безотносительно двух других критериев, а именно числа плодов из почки и массы самих плодов, не определяет комплексную продуктивность ветви. Вторым по важности показателем является число плодов из одной почки. Среди изученных образцов этот критерий варьировал от 2,3 до 5,9 шт. при наименьшей существенной разнице 1,1, что говорит о значительном различии между изучаемыми образцами. Максимальные показатели (5,4–5,9 шт.) отмечены у четырех отборных форм (87-93-4, 32-01-1, 378-06-1 и 111-05-3). При этом примечательно, что у ранее выделенной по плотности расположения почек отборной формы 111-05-3 зафиксировано также и одно из максимальных значений по числу плодов из одной почки (5,4 шт.), что, без сомнения, ставит этот образец в число наиболее перспективных для данного типа уборки.

Установлено, что наименьшим числом плодов из одной почки (2,3 шт.) отличается наиболее ветвящаяся отборная форма 203-00-4 с числом боковых побегов на вет-

ви 4,0 шт. (см. табл. 1). У образца 404-93-1 число боковых побегов на ветви отмечено на уровне предыдущей формы, и он также демонстрировал средний уровень проявления изучаемого показателя (3,8 шт.). Это косвенно говорит о слабой перспективности образцов облепихи, формирующих значительное число боковых побегов на интенсивно растущих ветвях. Среди изучаемых образцов низким уровнем ветвления (0,3–0,7 шт./ветвь) характеризовались отборные формы 111-05-3, 32-01-1, 126-02-1 и сорт 'Огниво'. У сорта 'Джемовая' и отборной формы 378-06-1 боковые побеги отсутствовали.

Масса 100 плодов в группе изучаемых образцов варьировала от 57,3 г у отборной формы 126-02-1 до 110,8 г у отборной формы 378-06-1. Последний образец, помимо очень крупных плодов, характеризовался комплексом высоких значений плотности расположения почек (1,1 шт./см), а также одним из максимальных показателей по числу плодов из почки. Редкое сочетание комплекса таких показателей, безусловно, выделяет этот образец в число наиболее перспективных.

Отмеченные выше элементы продуктивности оказали непосредственное влияние на величину вегетативной и генеративной массы каждой волчковой ветви. В результате наибольшей массой плодов с одной ветви (510,7 г) характеризовалась крупноплодная отборная форма 378-06-1. Помимо нее, значительной массой генеративной части, превышающей 300,0 г, отличались образцы 170-03-1, 149-00-2, 32-01-1, 87-93-4, 111-05-3 (табл. 2).

Максимальная масса сформировавшихся плодов на единице длины ветви отмечена у образцов 111-05-3 (5,8 г/см) и 378-06-1 (6,6 г/см) (см. табл. 2), закономерно помещая их в группу наиболее перспективных.

При использовании плотных схем посадок (2,5 × 0,8 м), рекомендуемых при рассматриваемом типе уборки (Макагушев, Канарский, 2019), и условном допущении минимального количества формируемых побегов в пределах 10 шт. на 1 растение расчетная продуктивность плантации при таком высоком уровне генеративной составляющей может достигать 10–15 т/га, что более чем экономически оправдано. Однако, принимая во внимание, что, как правило, при грамотном формировании растений количество плодоносящих ветвей на одном кусте колеблется в диапазоне от 15 до 25 шт. (Набаров, Канарский, 2013), потенциальная продуктивность изучаемых образцов оценивается нами в пределах 30–45 т/га.

По максимальной величине вегетативной массы одной ветви выделен сорт 'Афина', у которого этот показатель составляет 224,4 г, что существенно выше остальных изученных образцов. Этот же сорт показал и самый высокий удельный вес вегетативной части в общей массе ветви – 44%. При комплексных вариантах использования всей получаемой продукции (плоды и древесина) данный сорт, безусловно, может являться перспективным. Однако при узкоспециализированном подходе, ориентированном исключительно на получение плодов, более перспективными формами следует считать образцы с преобладанием генеративной сферы. Лучшими оказа-

Таблица 2. Вегетативная и генеративная продуктивность ветвей облепихи в лесостепи Алтайского Приобья (2020 и 2021 г.)

Table 2. Vegetative and generative productivity of sea buckthorn branches in the forest-steppe area of the Ob river basin in Altai (2020 and 2021)

Сорт, отборная форма / Cultivar, selected form	Масса ветви / Branch weight			Масса плодов на 1 см ветви, г / Berry weight per 1 cm of a branch, g	Удельный вес генеративной/ вегетативной частей, % / Proportion of the generative vs. vegetative part, %
	генеративной части (плодов), г / of the generative part (berries), g	вегетативной части, г / of the vegetative part, g	общая, г / total, g		
87-93-4	349,0	121,9	470,9	3,6	74/26
32-01-1	324,3	158,2	482,5	3,4	67/33
126-02-1	162,8	101,0	263,8	2,3	62/38
4-93-11	248,4	131,2	379,5	2,7	65/35
Афина	284,6	224,4	508,9	3,2	56/44
Джемовая	180,6	115,4	296,0	2,6	61/39
Огниво	214,7	154,5	369,2	3,0	58/42
203-00-4	154,7	105,7	260,4	1,4	59/41
404-93-1	242,4	151,3	393,7	2,4	62/38
149-00-2	320,3	169,5	489,8	3,8	65/35
378-06-1	510,7	175,7	686,4	6,6	74/26
111-05-3	404,0	155,0	559,0	5,8	72/28
170-03-1	315,3	166,0	481,3	2,9	66/34
НСР ₀₅	110,9	62,2	149,1	1,1	-

лись отмеченные ранее образцы 378-06-1, 111-05-3 и 87-93-4, демонстрирующие высокий удельный вес генеративной части в общей массе ветви – 72–74%, в очередной раз выделяясь в группу перспективных.

Комплексность подхода в изучении исследуемых образцов также заключалась и в оценке их хозяйственно-биологических особенностей, напрямую не связанных с пригодностью к уборке методом срезки плодоносящих ветвей. Одним из важных критериев является биохимическая составляющая плодов, с акцентами на содержание каротиноидов и органических кислот. Первый показатель тесно коррелирует с окраской плодов, второй – с вкусовыми особенностями. Так, перспективная окраска с преобладанием красных оттенков характерна для четырех образцов – 170-03-1, 4-93-11, 'Джемовая' и 'Огниво', которые не выделились в группу наиболее перспективных по показателям пригодности к обсуждаемому типу уборки. По вкусовым особенностям все изучаемые образцы оказались кислого либо сладко-кислого вкуса, что не позволяет на данном этапе рекомендовать их для использования в качестве продукта для потребления в свежем виде (табл. 3).

эти критерии выходят на передний план. В этом контексте наиболее перспективными образцами оказались три отборные формы – 111-05-3, 32-01-1, 4-93-11 с усилием отрыва плодов 136,8, 138,2 и 155,1 г соответственно. При этом образец 32-01-1 отличался и сравнительно длинной плодоножкой – 4-5 мм, что способствует увеличению амплитуды колебаний плодов во время тряски, облегчая тем самым отделение плодов от ветвей.

Таким образом, по комплексу изучаемых показателей наиболее перспективными образцами для уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей оказались отборные формы 111-05-3 и 378-06-1, отличающиеся плотным расположением почек на активно растущих ветвях, высоким числом плодов из одной почки, а также максимальным удельным весом генеративной части в общей массе ветвей. Кроме того, следует обратить внимание на относительно крупноплодную отборную форму 32-01-1, отличающуюся высокой массой генеративной части ветвей, а также низким усилием отрыва плодов и длинной плодоножкой. Образец 87-93-4, несмотря на один из лучших показателей соотношения генеративной и вегетативной части, не рассматривается нами как перспектив-

Таблица 3. Характеристики плодов образцов облепихи в лесостепи Алтайского Приобья (2020 и 2021 г.)

Table 3. Fruit characteristics of sea buckthorn accessions in the forest-steppe area of the Ob river basin in Altai (2020 and 2021)

Сорт, отборная форма / Cultivar, selected form	Усилие отрыва, г / Fruit detachment force, g	Длина плодоножки, мм / Peduncle length, mm	Окраска / Color	Вкус / Flavor	Форма / Shape
87-93-4	218,6	3–5	оранжевая	кислый	цилиндрическая
32-01-1	138,2	4–5	оранжевая	кислый	широкоовальная
126-02-1	149,9	3–5	красно-оранжевая	сладко-кислый	овальная
4-93-11	155,1	2–4	оранжево-красная	сладко-кислый	округлая
Афина	215,5	4–6	ярко-оранжевая	кислый	обратно-яйцевидная
Джемовая	180,6	2-3	оранжево-красная	сладко-кислый	овальная
Огниво	215,5	5-6	оранжево-красная	кислый	цилиндрическая
203-00-4	234,3	2-3	оранжевая	кислый	овальная
404-93-1	171,4	4–6	оранжевая	сладко-кислый	обратно-яйцевидная
149-00-2	191,4	3–5	оранжевая	кислый	овальная
378-06-1	191,5	2-3	оранжевая	кислый	широко-овальная
111-05-3	136,8	2-3	оранжевая	кислый	овальная
170-03-1	187,7	4-5	красная	кислый	овальная

В границах общепринятых технологических подходов, связанных с обсуждаемым типом уборки (Höhne, 2015), которые предусматривают стряхивание плодов со срезанных ветвей после их заморозки, показатель усилия отрыва плодов и длины плодоножки носит второстепенный характер. Однако, при условии стряхивания плодов в полевых условиях без предварительной заморозки,

ный в связи с очень высоким усилием отрыва плодов, а также относительной мелкоплодностью.

Значительный интерес для комплексного использования может представлять сорт 'Афина', отличающийся высоким уровнем продуктивности вегетативной массы волчковых ветвей на фоне вполне приемлемого уровня генеративной продуктивности и крупноплодности.

Заключение

В результате изучения продуктивности волчковых ветвей 13 образцов облепихи селекции отдела НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко Федерального Алтайского научного центра агроботехнологий (НИИСС ФГБНУ ФАНЦА) установлено, что максимальное число плодов из одной почки (5,4–5,9 шт.) отмечено у четырех отборных форм – 87-93-4, 32-01-1, 378-06-1 и 111-05-3. Выделена группа образцов – 378-06-1, 111-05-3, 87-93-4, демонстрирующих высокий удельный вес генеративной части в общей массе ветви – 72–74%. Сорт 'Афина' выделен за высокий уровень вегетативной массы ветвей. Отборные формы 111-05-3, 32-01-1, 4-93-11 отличались низким усилием отрыва плодов – 136,8–155,1 г. Вкус плодов у большинства сортообразцов кислый, окраска оранжевая и оранжево-красная.

Наиболее перспективными образцами для уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей следует считать образцы 111-05-3, 378-06-1 и 32-01-1.

References / Литература

- Bartenev V.D., Habarov S.N. Sea buckthorn harvester: designing, manufacturing, engineering, trial experiments, and development of basic requirements (Kombayn dlya uborki oblepikhi: proyektirovaniye, izgotovleniye, issledovatel'skiye ispytaniya i razrabotka iskhodnykh trebovaniy). *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2012;2(88):97-103. [in Russian] [Бартенев В.Д., Хабаров С.Н. Комбайн для уборки облепихи: проектирование, изготовление, исследовательские испытания и разработка исходных требований. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2012;2(88):97-103].
- Brüvelis A. Experiences about sea buckthorn cultivation and harvesting in Latvia. In: Kauppinen S., Petruneva E. (eds). *Producing Sea Buckthorn of High Quality: Proceedings of the 3rd European Workshop on Sea buckthorn; October 14–16, 2014; Naantali, Finland*. Helsinki: Natural Resources Institute Finland; 2015. p.36-42. Available from: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486036/luke-luobio_31_2015.pdf?sequence=4 [accessed Mar. 15, 2022].
- Chagnon R., Boutin J., Fortin S. Development of a branch shaker to harvest seabuckthorn. In: D.B. McKenzie (ed.). *Proceedings of the 3rd International Seabuckthorn Association Conference; August 12–16, 2007; Quebec City, Canada*. Quebec City: INAF; 2009. p.31-38. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Haihong-Wang-9/publication/303987959_Proceedings_of_the_3rd_International_Seabuckthorn_Association_Conference/links/57618b5f08aeada5bc4fd87/Proceedings-of-the-3rd-International-Seabuckthorn-Association-Conference.pdf [accessed Mar. 15, 2022].
- Dospikhov B.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат; 1985).
- Fu L., Peng J., Nan Q., He D., Yang Y., Cui Y. Simulation of vibration harvesting mechanism for sea buckthorn. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 2016;9(1):101-108. DOI: 10.1016/j.eaef.2015.08.003
- Fu L., Su H., Li R., Cui Y. Harvesting technologies for sea buckthorn fruit. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 2014;7(2):64-69. DOI: 10.1016/j.eaef.2013.10.002
- Habarov S.N., Kanarsky A.A. Sea buckthorn cultivation technology and mechanical harvesting improvement in the south of Western Siberia. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2013;(7):48-49. [in Russian] (Хабаров С.Н., Канарский А.А. Совершенствование технологии возделывания и механизированной уборки урожая облепихи на юге западной Сибири. *Достижения науки и техники АПК*. 2013;(7):48-49).
- Höhne F. Overview of cultivation technologies and their challenges. In: Kauppinen S., Petruneva E. (eds). *Producing Sea Buckthorn of High Quality: Proceedings of the 3rd European Workshop on Sea buckthorn; October 14–16, 2014; Naantali, Finland*. Helsinki: Natural Resources Institute Finland; 2015. p.36-42. Available from: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486036/luke-luobio_31_2015.pdf?sequence=4 [accessed Mar. 15, 2022].
- Khabarov S.N., Kanarskii A.A. Mechanical harvesting of sea-buckthorn as the basis of commercial horticulture in the south of Western Siberia. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016;30(11):63-65. [in Russian] (Хабаров С.Н., Канарский А.А. Механизированная уборка урожая облепихи как основа индустриального садоводства на юге Западной Сибири. *Достижения науки и техники АПК*. 2016;30(11):63-65).
- Koziy I. Statistics of berry production in Russia (Proizvodstvo yagod v Rossii v tsifrakh). *Yagody Rossii = Berries of Russia*. 2020;(1):3-4. [in Russian] (Козий И. Производство ягод в России в цифрах. *Ягоды России*. 2020;(1):3-4).
- Levin A.M., Bartenev V.D., Mihailova N.V., Polyakov L.I. Trials results of combine "Joonas-2000" (Finland) at sea-buckthorn harvesting. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2009;(7):58-59. [in Russian] (Левин А.М., Бартенев В.Д., Михайлова Н.В., Поляков Л.И. Результаты испытаний комбайна «Йоонас-2000» на уборке облепихи. *Достижения науки и техники АПК*. 2009;(7):58-59).
- Макарычев С.В., Канарский А.А. Эффективность новых способов формирования растений облепихи для уборки комбайном. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019;9(179):66-71.
- Mann D.D., Petkau D.S., Crowe T.G., Schroeder W.R. Removal of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries by shaking. *Canadian Biosystems Engineering*. 2001;43:2.23-2.28.
- Olander S. A review of berry harvest machine development in Sweden. *Acta Horticulturae*. 2012;965:171-178. DOI: 10.17660/actahortic.2012.965.22
- Univer T., Tiirmaa K., Univer N., Kruuv H. The results of harvesting the berries of common seabuckthorn in Estonia. In: Yu. Zubarev, D. Eagle, J.T. Morsel (eds). *Seabuckthorn. Research for a Promising Crop: A Look at Recent Developments in Cultivation, Breeding, Technology, Health and Environment*. Berlin: BoD; 2014. p.91-100. Available from: https://www.oblepiha22.ru/assets/univer-the-results_of_harvesting_the_berries.pdf [accessed Mar. 15, 2022].

Информация об авторах

Юрий Анатольевич Зубарев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, niilisavenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3349-0555>

Алексей Васильевич Гунин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, alexeygunin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8008-8951>

Елизавета Ивановна Пантелеева, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, niilisavenko20@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3729-8368>

Анастасия Васильевна Воробьева, младший научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, nast.nv-2124@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1020-0589>

Information about the authors

Yuri A. Zubarev, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, niilisavenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3349-0555>

Alexey V. Gunin, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, alexeygunin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8008-8951>

Elizaveta I. Panteleeva, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, niilisavenko20@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3729-8368>

Anastasia V. Vorobyeva, Associate Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, nast.nv-2124@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1020-0589>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 31.03.2022; одобрена после рецензирования 12.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 31.03.2022; approved after reviewing on 12.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022.