

О. В. Морозов, д-р биол. наук, профессор;  
А. П. Яковлев, канд. биол. наук, доцент  
(ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»)

## РЕГЕНЕРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ (*VACCINIUM ANGUSTIFOLIUM* AIT.) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

The collection of berry plants from family *Vacciniaceae* has replenished with a new species – a lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). With traits including good winter hardiness, low maintenance, low agrochemical input requirements, resistance to pests, ease of mechanical harvest, moderate to high yields and berry compositional attributes including high soluble sod and low acid levels, and more recently, high antioxidant and phytochemical contents, there has been renewed interest and efforts in breeding lowbush and interspecific hybrid cultivars. Regenerative ability of a *V. angustifolium* was shown at introduction in soil-climatic conditions of Belarus.

**Введение.** На протяжении всей истории человечества ягоды широко использовались в народной и официальной медицине как средство для профилактики и лечения многих заболеваний. В настоящее время они являются общепризнанной основой здорового рациона питания человека.

Большинство ягодных видов не получило широкого развития за пределами своего естественного ареала в качестве культивируемых растений, но отдельные стали экономически целесообразными и с коммерческим успехом выращиваются в разных регионах мира. К числу таких культур относятся растения рода *Vaccinium* spp.: голубика, клюква, брусника.

Северная Америка сегодня является ведущим мировым производителем ягод голубики. На долю этого региона приходится почти 90% данного вида ягодной продукции. Ее популярность объясняется высокими вкусовыми, лечебно-профилактическими и питательными свойствами. Например, сравнительная оценка антиоксидантной активности свежего сока 40 видов фруктов и овощей и сока голубики показала значительное превосходство последнего по анализирувавшемуся показателю [1].

Из 26 видов голубик, которые произрастают в естественных условиях североамериканского континента, введено в культуру 5: голубика щитковая (*V. corymbosum* L.), южная (*V. australe*), голубика Эши (*V. ashei* Reade), голубика узколистная (*V. angustifolium* Ait.) и канадская (*V. myrtilloides* Michx.), условно разделенных на три группы: высокорослые, «кроличий глаз» и низкорослые [2]. К высокорослой группе голубик относятся виды, имеющие высоту куста 3–5 м (щитковая и южная), к группе «кроличий глаз» – с высотой куста до 9 м (голубика Эши, при этом куст имеет раскидистую форму) и к низкорослой – до 1 м высотой (узколистная и канадская). Эти же группы можно разделить на северные и южные типы. Северные типы отселекционированы для регионов, где продолжительность периода с температурой ниже +5°C составляет 750–1000 ч, а зимой температура

снижается до –20°C. Южные типы выдерживают только 250–600 ч холода, а порог их резистентности по отношению к минимальной температуре составляет всего –5...–10°C. На европейском континенте наибольшее распространение получили культурные сорта голубики щитковой. Однако при интродукции в условиях Беларуси они, к сожалению, имеют определенные ограничения по возделыванию, особенно в районах самой северной агроклиматической зоны, в первую очередь в связи с низкой морозоустойчивостью [3]. Поэтому использование в интродукционном процессе нового для нашей страны ягодного вида – голубики узколистной является весьма актуальным.

Культивирование голубик начато более 100 лет назад. Считается, что первой в этом процессе была задействована именно *V. angustifolium*. Еще индейцы повышали ее урожайность путем выжигания естественных зарослей. Эта традицию продолжили европейские эмигранты в конце XVIII в. [4].

Известные нам шесть зарегистрированных сортов данного вида (*Brunswick*, *Chigneto*, *Blomidon*, *Cumberland*, *Fundy* и *Augusta*) представляют собой наиболее высокопродуктивные формы, отобранные из дикорастущих зарослей [5–9]. Благодаря небольшой высоте кустов (0,2–0,8 м), растения голубики узколистной зимой в значительной степени укрываются снегом, что способствует увеличению их зимо- и морозостойкости. Вид представляет особый интерес для интродукционного изучения и селекции в районах с суровыми и снежными зимами.

Следует отметить, что список научных публикаций, посвященных *V. angustifolium* в США и Канаде [10–12], а среди европейских государств в Эстонии [13, 14], насчитывает многие десятки наименований. Весьма значительная часть из них появилась в последние годы, и это свидетельствует о неослабевающем интересе к данному виду. В то же время, как показал анализ отечественной литературы, изучение голубики узколистной, в частности

в интродукционном аспекте, не проводилось до настоящего времени ни в одном из научных учреждений Беларуси [15, 16].

По сведениям Хеплера и Ярборуга [17], при возделывании дикорастущей голубики узколистной как полукультуры применяется оригинальная агротехника: раз в 2 года надземная фитомасса срезается на уровне поверхности почвы либо выжигается. Это способствует увеличению густоты стояния растений и повышению урожайности, средний показатель которой – 7726 кг/га, максимальный – 17 000 кг/га.

Таким образом, зарубежный опыт свидетельствует о том, что периодическое изъятие надземной фитомассы растений голубики узколистной необходимо для активизации биопродукционных процессов, в т. ч. и процесса формирования урожая ягод.

Поскольку упомянутый агротехнический прием является одним из ключевых в технологии возделывания голубики узколистной, в настоящем исследовании мы попытались установить степень регенерационной способности вида при изъятии надземной фитомассы в условиях культуры в Беларуси, а также в первом приближении выявить его влияние на генеративную функцию изучавшегося растения.

**Материалы и методы исследований.** Семена опытных канадских форм *V. angustifolium* K510, ME3, K508, K70-62, созданных на сельскохозяйственной станции в Кентвилле, из которых были получены изучавшиеся нами формы (№ 1, 2, 4–7, 9, 10), предоставила доктор

Т. В. Паль (Tartu, Estonian University of Life Sciences). Первичный отбор экспериментальных растений был осуществлен О. В. Морозовым в 2002 г. из массива исходного селекционного материала объемом около 300 семян по признакам обилия цветения и плодоношения молодых генеративных особей, а также интенсивности развития их вегетативных органов.

Опытные растения голубики узколистной высаживали в торфяной субстрат, характеризующийся следующими агрохимическими показателями (рН<sub>KCl</sub> 3,5–4,5; содержание общего азота – 46,7 мг/л, подвижных форм фосфора и калия в пересчете на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O соответственно 75,7 и 108,2 мг/100 г сухой почвы).

Методологической основой проведенного исследования явились общепринятые методы ботаники, интродукции и биометрии.

В начале вегетационного сезона 2008 г. (III декада марта) все опытные растения, которые к этому времени достигли стадии взрослого генеративного состояния, были «посажены на пень», т. е. ручным секатором произвели тотальное срезание надземной вегетативной массы кустов. В конце III-й декады мая, июня, июля и сентября осуществили учет количества вновь образовавшихся побегов, изучили дина-

мику их линейного роста, определили среднее число генеративных почек, сформировавшихся на одном побеге.

Выполнявшиеся определения были осуществлены в 3-кратной повторности и обработаны статистически с использованием указаний

Г. Ф. Лакина [18]. При этом среднеквадратичная ошибка среднего не превышала 1,5–2,0%.

**Результаты и обсуждение.** Результаты эксперимента показали, что после обрезки побегов, использовавшихся, в частности, для заготовки одревесневших черенков, их численность не только полностью восстановилась, но еще в том же вегетационном сезоне из спящих почек появились дополнительные. В среднем на один изъятый побег приходится от 2 до 7 и даже более вновь образовавшихся скелетных осей. Данный факт убедительно свидетельствует о существенном изменении габитуальной структуры кустов, формирующихся после отчуждения надземной фитомассы, – они становятся значительно более насыщенные побегами.

Установлена достаточна выраженная переменность пространственного размещения почек, из которых они возникают. В случае срезания побега на высоте примерно 5–8 см преобладают побеги, появившиеся из почек, расположенных ниже места среза, но над поверхностью земли. Следует подчеркнуть, что интенсивность регенерации увеличивается в том случае, если срез сделан выше расположенного у поверхности земли разветвления побегов. Зафиксировано отрастание и из части побега, размещенной под землей, однако не столь обильное. Когда же побег удаляется заподлицо с землей, активизируются ростовые процессы спящих почек, находящихся ниже ее поверхности. В целом можно констатировать, что преобладает появление побегов из почек, расположенных на надземной части. Отметим также установленный факт очень обильной регенерации из почек, находящихся на оставленной горизонтальной части длиной от 5 до 15–20 см (практически прилегающей к поверхности земли) плагиотропных побегов. Можно предвидеть, что подобное явление часто будет встречаться при механизированном (с помощью кусторезов) изъятии надземных вегетативных органов, поскольку у голубики узколистной значительная часть побегов, особенно на периферии куста, являются плагиотропными.

К началу вегетации (II–III декады мая) верхушка оставленной части (примерно 0,5–1,0 см ниже места среза) у некоторых побегов может засохнуть, что отчетливо видно по изменению окраски с зеленой на коричневую. Однако, несмотря на данное нежелательное локальное изменение, на всех без исключения таких побегах регенерация успешно продолжается посредством развития нижерасположенных вегетативных почек.

С учетом рассмотренных выше биологических особенностей восстановления голубики узколистной после срезания можно сделать предварительное заключение о том, что при проведении данного агротехнического приема не следует стремиться к удалению надземных вегетативных органов заподлицо с поверхностью субстрата. Целесообразно осуществлять их изъятие на высоте примерно 5 см и более (до 7–8 см). В этом случае, как видно, в положительном русле будут совпадать как технологические, так и биологические аспекты рассматриваемого процесса.

В развитие вышесказанного отметим также следующий немаловажный, на наш взгляд, факт. Для вегетативного размножения наиболее перспективных форм была осуществлена весьма объемная заготовка одревесневших, а также и летних черенков. В процессе наблюдения за растениями голубики узколистной в период после ее проведения у нас сложилось впечатление о том, что особенно интенсивное отрастание и успешное дальнейшее развитие побегов происходит именно при изъятии надземной фитомассы ранней весной (перед окончательным сходом снежного покрова), нежели во второй половине лета. С биологической точки зрения это вполне объяснимо, т. к. для подавляющего большинства растений характерна активизация биопродукционных процессов именно в начале вегетационного сезона, при этом в их распоряжении имеется существенно больше времени для восстановления изъятых побегов. Следовательно, можно сделать предварительный вывод

о том, что при проведении данного агротехнического приема необходимо ориентироваться на ранневесенний период.

Таким образом, отчуждение надземной фитомассы в максимально возможной степени способствует реализации у *V. angustifolium* присущего ей регенерационного потенциала. Установленный факт совпадает с данными зарубежных исследователей. Крона кустов, насыщаясь побегами формирования, приобретает декоративно очень привлекательную шарообразно-подушковидную форму, особенно красивую в пору бутонизации и цветения, а также при осенней смене аспектов.

Необходимо также отметить, что после тотального изъятия надземной фитомассы растений уже в начале вегетации продолжают появляться (они формировались и в предыдущие годы) новые парциальные растения из спящих почек на подземных столонах (ризомах). Следовательно, даже при временном отсутствии надземных вегетативных органов горизонтальное распространение голубики узколистной, происходящее в процессе формирования ее клональной структуры, не прекращается. Более того, можно предположить, что отчуждение надземной фитомассы его стимулирует.

Изучение сезонной динамики интенсивности отрастания побегов у исследуемых растений голубики узколистной в эксперименте показало, что для большинства изучавшихся форм голубики существует 2 практически равнозначных периода роста – весенний и летний (рис. 1).

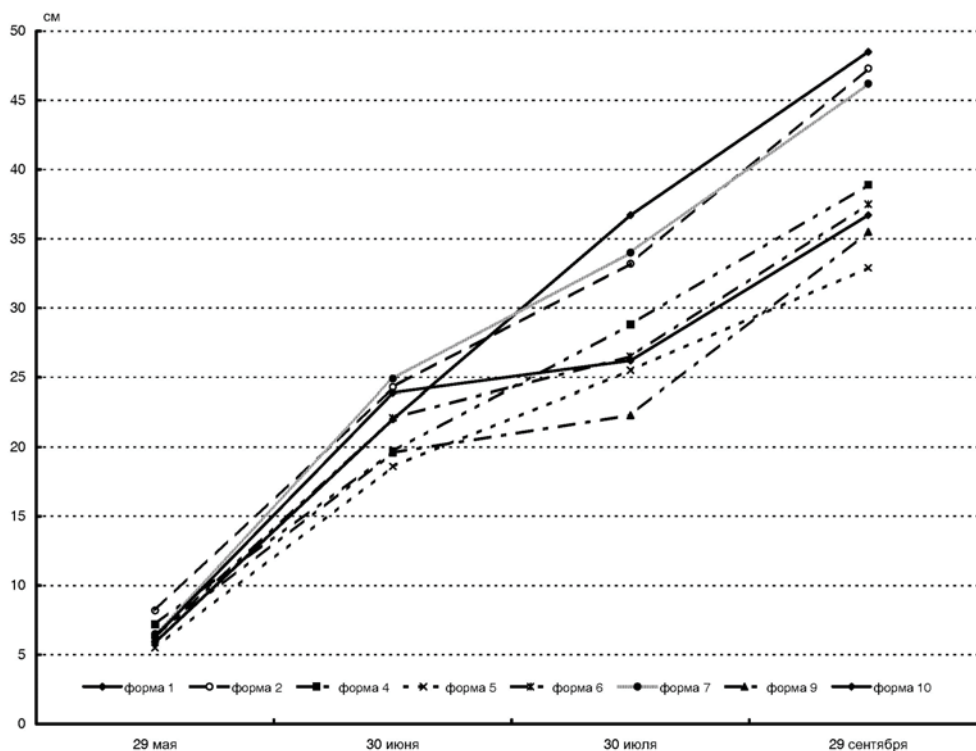


Рис. 1. Динамика роста побегов голубики узколистной в эксперименте в течение вегетационного сезона 2008 г.

Активность первого периода затухает к концу июня. В зависимости от изучавшейся формы длина побегов достигает в этот отрезок вегетационного сезона от 18,6 до 24,9 см. Июль характеризуется перераспределением пластических веществ, обусловленным началом закладки генеративных почек, в связи с чем ростовая функция побегов снижается. Особенно значительно это выражено у форм № 6, 9 и 10. С конца июля у большинства изучаемых форм голубики наблюдается летняя активизация прироста надземной фитомассы, продолжающаяся вплоть до окончания сезона вегетации (рис. 1). Вместе с тем интенсивность этого процесса для различных форм неодинаковая.

Длина побегов формирования у форм № 4, 5, 6, 9, 10 ограничивается 38 см. Для форм № 1, 2, 7 наблюдается превышение (до 20%) данного показателя. В целом же можно констатировать весьма хороший линейный прирост побегов формирования в течение первого вегетационного сезона после срезания.

Принципиальное значение, во многом определяющее перспективу голубики узколистной как культивируемого растения, имеет ее репродуктивная способность. И в этой связи необходимо подчеркнуть, что выявление степени ее регенерационной способности важно не само по себе – это не самоцель, а именно в контексте возможности овладения активными методами, позволяющими максимально усилить реализацию генеративной функции.

Количественная характеристика генеративных органов на этапе внутрипочечного развития представляет, на наш взгляд, достаточно объективную предварительную оценку наслед-

ственно обусловленной репродуктивной способности изучаемого растения.

Цветочные почки закладываются в пазухах листьев на окончаниях побегов. По размеру они более крупные и округлые, нежели вегетативные, и уже в конце вегетационного сезона (август – сентябрь) становятся визуально хорошо различимыми, что и позволяет осуществлять учет их численности, результаты которого представлены на рис. 2.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что по количеству генеративных почек, сформировавшихся после обрезки, опытные формы довольно значительно отличаются. Разумеется, это важный факт, особенно для рекомендаций по непосредственному созданию плантаций, но в контексте настоящей статьи наиболее информативно значимым является сопоставление количества генеративных почек, сформировавшихся на появившихся побегах, с их количеством, имевшим место до обрезки.

Обратившись к материалам ранее проведенного нами исследования [19], несложно убедиться в том, что у форм № 1, 6, 9 и 10 данный показатель в среднем увеличился на 28% (рис. 2). Что же касается форм № 2, 4 и 5, то по сравнению с его первоначальными значениями, зафиксированными до обрезки побегов, он возрос еще более существенно – на 56–83 %. Из анализированных форм только у растений формы № 7 наблюдалось некоторое снижение количества почек по сравнению с вариантом до обрезки (рис. 2). Не будем, однако, забывать, что у всех форм количество отросших побегов, на которых образуются генеративные почки, увеличилось по сравнению с исходной величиной.

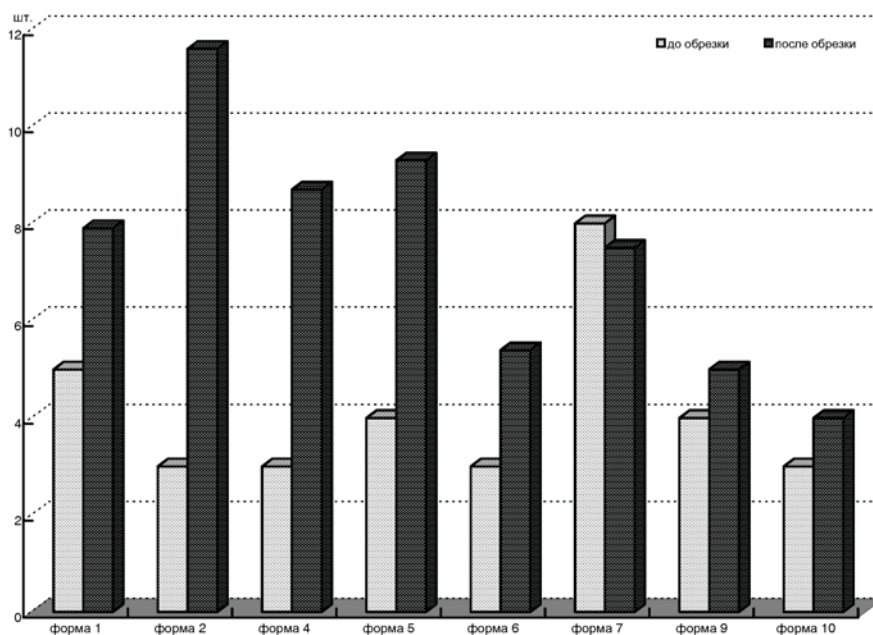


Рис. 2. Количество генеративных почек, сформировавшихся до и после обрезки побегов

Иначе говоря, даже в случае уменьшения числа генеративных почек на отдельном побеге (форма № 7), общее их число на кусте возрастает. И как раз для формы № 7 характерна достаточно хорошо выраженная тенденция увеличения количества отрастающих после срезания побегов.

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования показали, что в условиях Беларуси, как и в Северной Америке, голубика узколистная также обладает выраженной регенерационной способностью. После сплошной обрезки надземных вегетативных органов у исследуемого интродукта в течение одного вегетационного сезона происходит не только расширенное воспроизводство изъятых побегов, но и на них успевают полностью развиться генеративные почки, из которых на следующий год формируется полноценный урожай.

Обрезка является важнейшим агротехническим приемом, положительно влияющим на повышение урожайности культуры голубики узколистной. Нашим предыдущими исследованиями установлено [19], что в зависимости от формы из одной генеративной почки могут образоваться 2–3 и более соцветий (до 8 шт.), содержащих в среднем по 5–8 цветков. При завязываемости плодов от 40 до 60% прибавка урожая в результате проведения данного агротехнического приема может составить не менее 90% от величины предшествующего.

Нуждается в уточнении периодичность срезания надземной фитомассы голубики узколистной, оптимальная для урожайности. Возможно, срезание побегов целесообразно проводить реже, нежели 1 раз в 2 года. Представляет научный и практический интерес исследование совместного влияния обрезки надземной фитомассы растений голубики узколистной и внесения минеральных удобрений, а также применения стимуляторов роста на регенерационную и репродуктивную способности культивируемой *V. angustifolium*.

В результате обрезки побегов заметно возрастает эффективная вегетативная основа для черенкования. Если растение используется только лишь в качестве маточного экземпляра, заготовку черенков можно осуществлять практически ежегодно, причем в 2 приема: ранней весной и в начале второй половины лета.

### Литература

1. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species / R. L. Prior [et al.] // Journal of agricultural and food chemistry. – 1998. – Vol. 46(7). – P. 2686–2693.
2. Vander Kloet, S. P. The taxonomy of *Vaccinium* & *Cyanococcus*: a summation / S. P. Vander Kloet // Can. J. Bot. – 1983. – № 69. – P. 2448–2454.

3. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак. – Минск: Белорусская наука, 1998. – 176 с.
4. Eck, P. Blueberry culture / P. Eck, N. Childers. – Rutgers University Press, 1977. – 378 p.
5. Brunswick lowbush blueberry / L. E. Aalders [et al.] // Can. J. Plant Sci. – 1977. – № 57. – P. 301.
6. Augusta lowbush blueberry / L. E. Aalders [et al.] // Can. J. Plant Sci. – 1975. – № 55. – P. 1079.
7. Chigneto lowbush blueberry / I. V. Hall [et al.] // Can. J. Plant Sci. – 1977. – № 57. – P. 1217–1218.
8. Hall, I. V. Blomidon lowbush blueberry / I. V. Hall, L. E. Aalders // Can. J. Plant Sci. – 1982. – № 62. – P. 519–521.
9. Cumberland and Fundy lowbush blueberries / I. V. Hall [et al.] // Can. J. Plant Sci. – 1988. – № 68. – P. 553–555.
10. Estabrooks, E. N. The use of *Vaccinium angustifolium* clones for improved fruit quality and yield / E. N. Estabrooks // Wild Berry Culture: An exchange of western and eastern experiences. – Tartu, 1998. – P. 46–49.
11. A cost analysis of pruning procedures in lowbush blueberry production / E. J. Hanson [et al.] // Bulletin – Maine Agricultural Experiment Station. – № 780. – P. 26.
12. Janes, D. Trends in lowbush blueberry cultivar development / D. Janes, D. Percival // J. Am. Pomol. Soc. – 2003. – Vol. 57(2). – P. 63–69.
13. Paal, T. Cultivation of *Vaccinium angustifolium* from seed / T. Paal // Problems of rational utilization and reproduction of berry plants in boreal forests on the eve of the XXI century: Proceedings of the Inter. Conf. 11–15 sept., 2000, Glubokoe – Gomel, Belarus. – Forest Institute, 2000. – P. 193–196.
14. Kultuurmustikas ja selle kasvatamine Eestis / M. Starast [et al.] – 2005. – 65 с.
15. Problems of rational utilization and reproduction of berry plants in boreal forests on the eve of the XXI century: Proceedings of the Inter. Conf., 11–15 sept., 2000, Glubokoe – Gomel, Belarus. – Forest Institute, 2000. – 261 p.
16. Культура брусничных ягодников: итоги и перспективы: материалы Междунар. науч. конф. – Минск: Эдит ВВ, 2005. – 168 с.
17. Hepler, P. R. Natural variability in yield of lowbush blueberries / P. R. Hepler, D. E. Yarrow // HortScience. – 1991. – № 26. – P. 245–246.
18. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1980. – 293 с.
19. Морозов, О. В. Цветение и плодоношение голубики узколистной при интродукции в условиях Беларуси / О. В. Морозов, А. П. Яковлев // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2008. – Вып. 68. – С. 642–650.