

САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ /
HORTICULTURE, VEGETABLE GROWING, VITICULTURE AND MEDICINAL CROPSDOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.126>СОПРЯЖЕННОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ И СХОДСТВО СОРТОВ ГОЛУБИКИ
ВЫСОКОРОСЛОЙ (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная статья

Симахин М.В.^{1,*}, Аниськина Т.С.², Ладыженская О.В.³, Донских В.Г.⁴²ORCID : 0000-0002-0933-1020;³ORCID : 0000-0002-8086-8891;^{1, 2, 3, 4}Главный ботанический сад им. Н.В.Цицина РАН, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (simakhin1439[at]yandex.ru)

Аннотация

Голубика высокорослая – нетрадиционная культура для Московской области, которая интересна высокой практической ценностью. Плоды и листья голубики обладают антиоксидантной и противомикробной активностью, не теряют полезных веществ при хранении и транспортировке в особых условиях. Сорта голубики различаются по органолептическим показателям: сочности, сладости, по приемлемости внешнего вида, размера плодов и др. В настоящее время количество сортов в Московской области возрастает. Это приводит к появлению сортов, идентичных по хозяйственно-ценным признакам, но различающихся по устойчивости к неблагоприятным факторам. Производители часто сталкиваются с проблемой дублирования хозяйственно-ценных качеств, поэтому имеется необходимость в объединении групп сортов по признакам плодов. Исследование проведено с 2021 по 2022 год в Московской области. В эксперименте изучены плоды 17 сортов: Berkeley, Bluejay, Bluetta, Brigitta Blue, Chanticleer, Concord, Denis Blue, Earliblue, Herbert, Kaz Pliszka, Legacy, Meader, North Country, Northblue, Polaris, Reka и Северная. У плодов определяли показатели: диаметр (мм), длина (мм), диаметр чашечки (мм), масса (г), число семян (шт), содержание сахаров (°Bx), плотность (г). Определены коэффициенты ранговой корреляции Спирмена. Из 15 коэффициентов корреляции 14 оказались значимыми. Были обнаружены сильные взаимосвязи между диаметром и длиной плодов ($r_{sp.} = 0,91$), диаметром и массой ($r_{sp.} = 0,99$), высотой и массой ($r_{sp.} = 0,94$). Также были установлены средней силы связи диаметра чашечки с размерами плодов и их массой. Выяснилось, что мелкоплодные сорта склонны к повышенному содержанию сахаров. Плотность плодов увеличивается при увеличении их размеров.

Ключевые слова: голубика, сорта, плоды, сопряженность, сходство.THE CONVERGENCE OF ECONOMIC CHARACTERISTICS AND SIMILARITY OF HIGHBUSH BLUEBERRY
(*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) IN MOSCOW OBLAST

Research article

Simakhin M.V.^{1,*}, Aniskina T.S.², Ladyzhenskaya O.V.³, Donskikh V.G.⁴²ORCID : 0000-0002-0933-1020;³ORCID : 0000-0002-8086-8891;^{1, 2, 3, 4}Tsitsin Main Botanical Garden of Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (simakhin1439[at]yandex.ru)

Abstract

Highbush blueberry is a non-traditional crop for the Moscow Oblast, which is of interest due to its high practical value. Blueberry fruits and leaves have antioxidant and antimicrobial activity, do not lose beneficial substances during storage and transportation in special conditions. Blueberry varieties differ in organoleptic indicators: juiciness, sweetness, acceptability of appearance, fruit size, etc. Currently, the number of varieties in the Moscow Oblast is increasing. This leads to the emergence of varieties that are identical in economic and value characteristics, but differ in resistance to adverse factors. Manufacturers often face the problem of duplication of economically valuable qualities, so there is a necessity to unite groups of varieties by fruit traits. The study was conducted from 2021 to 2022 in Moscow Oblast. The fruits of 17 varieties were examined in the experiment: Berkeley, Bluejay, Bluetta, Brigitta Blue, Chanticleer, Concord, Denis Blue, Earliblue, Herbert, Kaz Pliszka, Legacy, Meader, North Country, Northblue, Polaris, Reka and Severnaya. The following parameters were determined in fruits: diameter (mm), length (mm), calyx diameter (mm), weight (g), number of seeds (pcs), sugar content (°Bx), density (g). Spearman rank correlation coefficients were determined. Out of 15 correlation coefficients, 14 were found to be significant. Strong correlations were established between fruit diameter and length ($r_{sp.} = 0.91$), diameter and weight ($r_{sp.} = 0.99$), height and weight ($r_{sp.} = 0.94$). The medium strength relationships of calyx diameter with fruit size and weight were also established. It turned out that small-fruited varieties are prone to increased content of sugars. The density of fruits increases with increasing their size.

Keywords: blueberry, varieties, fruit, contiguity, similarity.**Введение**

Голубика высокорослая – нетрадиционная культура для Московской области, занимающая особенное место среди семейства вересковых (*Ericaceae* Juss.). Род вакциниум (*Vaccinium* L.) включает в себя порядка 500 видов, распространенных по всему миру. Современные сорта получены на основе скрещиваний с видами, произрастающими

в Северной Америке (*Vaccinium corymbosum*, *V. angustifolium*, *V. australe* и др.). Это привело к разработке производственной классификации, включающей группы: северная высокорослая, южная высокорослая, полуввысокая, низкорослая и прутьевидная [1].

Культура интересна не только своей биологией, экологией, географией и историей, а также высокой практической ценностью [2]. Плоды и листья голубики обладают высокой антиоксидантной и противомикробной активностью. Экстракты голубики улучшают нейронную и когнитивную функции, препятствуя развитию расстройств (например, болезнь Альцгеймера) [4], [5]. В 100 граммах свежих ягод содержится 83,4 г воды, 0,6 г белка, 0,6 г жира, 15,0 г сахара, 0,3 г золы. Кроме того, плоды содержат 0,02 мг витамина В1, 0,02 мг витамина В2, 0,3 мг витамина РР, 16 мг витамина С, 289 МЕ витамина А, 16,0 мг кальция, 13,0 мг фосфора и 0,8 мг железа [6]. В плодах голубики общее содержание фенолов и общее содержание антоцианов сильно коррелирует с антиоксидантной активностью. Содержание этих веществ зависит от сортовых особенностей и видовой принадлежности [5]. Плоды не теряют полезных веществ при хранении и транспортировке в особых условиях. По наблюдениям Ann Marie Connog и др. антиоксидантная активность, общее содержание фенолов и содержание антоцианов не коррелируют с твердостью, процентом сильно поврежденных ягод или потерей массы при хранении при +5°C в течение 3-7 недель. Антиоксидантная активность и общее содержание фенолов при сборе урожая коррелируют в средней степени с титруемой кислотностью. Содержание данных веществ сильно зависит от степени зрелости плодов. Ягоды с 50-75% синей окраской, собранные с кустов с 60-80% зрелых плодов, показали значительное увеличение антиоксидантной активности, общего содержания фенолов и антоцианов в течение первых 3 недель хранения. Результаты показывают, что увеличение антиоксидантной активности, общего содержания фенолов и содержания антоцианов может происходить в голубике при хранении в холодных условиях и зависит от сортовых особенностей [6].

Голубика – светолюбивая культура. Согласно исследованиям Su Jin Kim и др. при затенении свыше 60% от полного солнечного света значительно снижается репродуктивность, выражаемая в количестве цветков, скорости завязывания плодов и урожайности [7].

Сорта голубики различаются по органолептическим показателям: сочности, сладости и черничному вкусу, а также по приемлемости внешнего вида, цвету, размеру плодов, балансу сладкого/терпкого, вкуса и общего вкуса, разрыву, прочности кожицы, текстуре во время жевания [8].

В настоящее время количество сортов в Московской области возрастает. Это приводит к появлению сортов, идентичных по хозяйственно-ценным признакам, но различающихся по устойчивости к неблагоприятным факторам. Поэтому производители часто сталкиваются с трудностями подбора устойчивых сортов. Также возникает проблема дублирования хозяйственно-ценных качеств, поэтому имеется необходимость в объединении групп сортов по признакам плодов. По данным Su Jin Kim и др. на основе исследования морфологических особенностей 28 сортов голубики, выращиваемой в Корее, выяснилось, что сорта хорошо кластеризуются по происхождению. Соответственно параметры фенологического развития и морфологические признаки могут идентифицировать происхождение сортов [9].

Работа посвящена оценке корреляционных зависимостей между признаками плодов сортов для возможности прогнозирования их качества. Оценка сходства дает возможность подбирать устойчивые сорта к климатическим условиям Московской области среди близких по параметрам сортов.

Цель исследования: установление сопряженности признаков плодов и сходства сортов в условиях Московской области

Задачи исследования:

1. Определить сопряженность признаков плодов;
2. Установить группы сходных по плодам сортов.

Материалы и методы исследований

Исследование проведено с 2021 по 2022 год (2 года). Наблюдения проводили на участке в с. Липитино Ступинского городского округа Московской области 17 июля 2021 года и 26 июля 2022 года на первых созревших плодах в кисти, достигших потребительской зрелости. В эксперименте изучены плоды 17 сортов: Berkeley, Bluejaу, Bluetta, Brigitta Blue, Chanticleer, Concord, Denis Blue, Earliblue, Herbert, Kaz Pliszka, Legacy, Meader, North Country, Northblue, Polaris, Reka и Северная. Каждый сорт представлен одним растением, с которых произвольным образом выбрано по 30 плодов. У плодов определяли показатели: диаметр (мм), длина (мм), диаметр чашечки (мм), масса (г), число семян (шт), содержание сахаров (°Вх), плотность (г). Массу плодов определяли на весах марки Аква-Лаб.РФ, YA501 с точностью до 0,01 г. Содержание сахаров измеряли рефрактометром AQ-REF-BRIX4. Диаметр, длину плода и диаметр чашечки измеряли штангенциркулем МЕCHANIK 150 PRO (до 0,01 мм), плотность плода определяли пенетрометром Ft 327 (3-27 Lbs.) [10].

Анализ экспериментальных данных выполнен в программе IBM SPSS 25 и Microsoft Excel 2016. Сопряженность признаков определена по коэффициентам ранговой корреляции Спирмена. Достоверность коэффициентов корреляции двусторонняя по 1% и 5 % уровням значимости. Сходство сортов определено по Сокелу и Сниту. Максимальные коэффициенты сходства найдены методом максимального корреляционного пути по Выханду. Визуализация дендрита выполнена в программе Autodesk AutoCAD 2022. Объединение в кластеры при критическом значении коэффициента сходства 0,75 [11].

Результаты исследования

На основе данных о признаках плодов 17 сортов голубики попарно определены коэффициенты ранговой корреляции Спирмена. Из 15 коэффициентов корреляции 14 оказались значимыми. Были обнаружены сильные взаимосвязи между диаметром и длиной плодов ($r_{sp.} = 0,91$), диаметром и массой ($r_{sp.} = 0,99$), высотой и массой ($r_{sp.} = 0,94$). Также были установлены средней силы связи между диаметром чашечки и диаметром ($r_{sp.} = 0,65$), высотой ($r_{sp.} =$

0,56) и массой ($r_{sp.} = 0,67$). Содержание сахаров отрицательно слабо связано с длиной ($r_{sp.} = -0,36$), шириной ($r_{sp.} = -0,34$) и массой плода ($r_{sp.} = -0,36$). Это свидетельствует о склонности мелкоплодных сортов к повышенному содержанию сахаров, тогда как у крупноплодных этот параметр показывает несколько меньшие значения по сравнению с мелкоплодными. Плотность плодов имеет слабую положительную связь с диаметром ($r_{sp.} = 0,32$), длиной ($r_{sp.} = 0,38$), массой ($r_{sp.} = 0,34$) и диаметром чашечки ($r_{sp.} = 0,32$) у плодов, что подтверждает предположение об увеличении плотности у сортов с более крупными плодами (Таблица 1).

Таблица 1 - Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.126.1>

	Длина, мм	Масса, г	Диаметр чашечки, мм	Содержание сахаров, °Вх	Плотность																								
Диаметр, мм	0,91**	0,99**	0,65**	-0,36**	0,32**																								
Высота, мм		0,94**	0,56**	-0,34**	0,38**																								
Масса, г			0,67**	-0,36**	0,34**																								
Диаметр чашечки, мм	<table border="1"> <tr><td>0,76</td><td>1,00</td><td></td></tr> <tr><td>0,51</td><td>0,75</td><td></td></tr> <tr><td>0,26</td><td>0,50</td><td></td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,25</td><td></td></tr> <tr><td>-0,24</td><td>0,00</td><td></td></tr> <tr><td>-0,49</td><td>-0,25</td><td></td></tr> <tr><td>-0,74</td><td>-0,50</td><td></td></tr> <tr><td>-1,00</td><td>-0,75</td><td></td></tr> </table>		0,76	1,00		0,51	0,75		0,26	0,50		0,00	0,25		-0,24	0,00		-0,49	-0,25		-0,74	-0,50		-1,00	-0,75			-0,17*	0,32**
0,76	1,00																												
0,51	0,75																												
0,26	0,50																												
0,00	0,25																												
-0,24	0,00																												
-0,49	-0,25																												
-0,74	-0,50																												
-1,00	-0,75																												
Содержание сахаров, °Вх					0,09																								

Примечание: * - корреляция значима при уровне значимости 5%; ** - корреляция значима при уровне значимости 1%; уровни насыщенности ячеек соответствуют силе связи между признаками; теплым тонам соответствуют положительные корреляции, холодным – отрицательные

Корреляционные зависимости позволяют определить группу признаков, по которым можно определять сорта без существенного изменения точности, также закономерности важны в селекционном процессе. На основе хозяйственно-ценных признаков важно классифицировать сорта и разделять их на группы, что может определять направления и возможности использования сортов.

Таксономический анализ 17 сортов голубики, проведенный на основе коэффициентов сходства по Сокелу и Сниту, показал, что сорта делятся на 3 кластера. Схожими оказались «Северная», Reka и NorthCountry, а также Concord и Northblue. Высокий уровень сходства установлен у большой группы сортов: Bluetta, Herbert, Polaris, Chanticleer, Legacy, Berkeley, Bluejay, BrigittaBlue и Earliblue. Близкие по параметрам плодов сорта могут быть взаимно заменяемыми при выращивании. При этом Meader, DenisBlue и KazPliszka обособлены. Возможно, это связано с оригинальностью плодов у этих сортов (Рисунок 1).

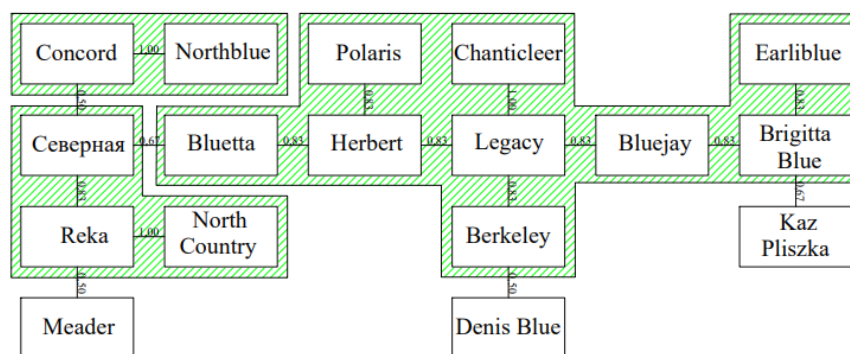


Рисунок 1 - Дендрит с выделенными штриховкой кластерами 17 сортов голубики
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.126.2>

Заключение

По результатам исследований установлена высокая зависимость длины, ширины и массы у плодов. Содержание сахаров имеет слабую обратную зависимость от размеров и массы. Сорта Meader, Denis Blue и Kaz Pliszka имеют слабое сходство с другими сортами, объединенными в 3 кластера.

Финансирование

Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», № госрегистрации 122042700002-6

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

Biological diversity of natural and cultural flora: fundamental and applied issues of research and conservation", state registration number 122042700002-6

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Курлович Т.В. Голубика для любителей и профессионалов / Т.В. Курлович — М.: Де'Либри, 2020. — 130 с.
2. Балабак А.Ф. Чорниця високоросла (*Vaccinium corymbosum* L.): біологічні особливості, інтродукція, сорти, технологія розмноження і виробництва / А.Ф. Балабак, А.А. Пиж'янова, В.І. Дмитрієв . — К., 2017. — 288 с.
3. Burdulis D. Comparative study of anthocyanin composition, antimicrobial and antioxidant activity in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits. / D. Burdulis, A. Sarkinas, I. Jasutienė et al. // Acta Poloniae Pharmaceutica. — 2009. — 66(4). — p. 399-408.
4. Pervin M. Antibacterial and antioxidant activities of *Vaccinium corymbosum* L. leaf extract. / M. Pervin, M.A. Hasnat, B.O. Lim // Asian Pacific Journal of Tropical Disease. — 2013. — Vol. 3. — Iss. 6. — p. 444-453.
5. Connor A.M. Variability in Antioxidant Activity in Blueberry and Correlations among Different Antioxidant Activity Assays. / A.M. Connor, J.J. Luby, B.S. Cindy // J. Amer. Soc. Hort. Sci. — 2002. — 127(2). — p. 238-244.
6. Connor A.M. Changes in Fruit Antioxidant Activity among Blueberry Cultivars during Cold-Temperature Storage. / A.M. Connor, J.J. Luby, J.F. Hancock et al. // J. Agric. Food Chem. — 2002. — 50. — p. 893-898.
7. Kim S.J. Growth and photosynthetic characteristics of blueberry (*Vaccinium corymbosum* cv. Bluecrop) under various shade levels / S.J. Kim, D.J. Yu, T.C. Kim et al. — 2011. — Vol. 129. — Iss. 3. — p. 486-492
8. Saftner R. Instrumental and sensory quality characteristics of blueberry fruit from twelve cultivars. / R. Saftner, J. Polashock, M. Ehlenfeldt et al. // Postharvest Biology and Technology. — 2008. — Vol. 49. — Iss. 1. — p. 19-26.
9. Kim S.J. Analysis of Relationship Based on Growth Period and Morphological Characteristics in Blueberry (*Vaccinium* spp.) / S.J. Kim, S.M. Jung, Y.Y. Hur et al. // Korean J. Plant Res. — 2017. — 30(1). — p. 101-109.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. — 608 с.
11. Исачкин А.В. Основы научных исследований в садоводстве / А.В. Исачкин, В.А. Крючкова. — Москва: Лань, 2019. — 420 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kurlovich T.V. Golubika dlja ljubitelej i professionalov [Blueberries for amateurs and professionals] / T.V. Kurlovich — М.: De'Libri, 2020. — 130 p. [in Russian]

2. Balabak A.F. Chornicja visokorosla (*Vaccinium corimbosum* L.): biologichni osoblivosti, introdukcija, sorti, tehnologija razmnozhenja i virobnictva [Tall blackberry (*Vaccinium corimbosum* L.): biological features, introduction, cultivars, breeding technology and breeding] / A.F. Balabak, A.A. Pizh'janova, V.I. Dmitriev . — K., 2017. — 288 p. [in Ukrainian]
3. Burdulis D. Comparative study of anthocyanin composition, antimicrobial and antioxidant activity in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits. / D. Burdulis, A. Sarkinas, I. Jasutiené et al. // *Acta Poloniae Pharmaceutica*. — 2009. — 66(4). — p. 399-408.
4. Pervin M. Antibacterial and antioxidant activities of *Vaccinium corymbosum* L. leaf extract. / M. Pervin, M.A. Hasnat, B.O. Lim // *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. — 2013. — Vol. 3. — Iss. 6. — p. 444-453.
5. Connor A.M. Variability in Antioxidant Activity in Blueberry and Correlations among Different Antioxidant Activity Assays. / A.M. Connor, J.J. Luby, B.S. Cindy // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* — 2002. — 127(2). — p. 238-244.
6. Connor A.M. Changes in Fruit Antioxidant Activity among Blueberry Cultivars during Cold-Temperature Storage. / A.M. Connor, J.J. Luby, J.F. Hancock et al. // *J. Agric. Food Chem.* — 2002. — 50. — p. 893-898.
7. Kim S.J. Growth and photosynthetic characteristics of blueberry (*Vaccinium corymbosum* cv. Bluecrop) under various shade levels / S.J. Kim, D.J. Yu, T.C. Kim et al. — 2011. — Vol. 129. — Iss. 3. — p. 486-492
8. Saftner R. Instrumental and sensory quality characteristics of blueberry fruit from twelve cultivars. / R. Saftner, J. Polashock, M. Ehlenfeldt et al. // *Postharvest Biology and Technology*. — 2008. — Vol. 49. — Iss. 1. — p. 19-26.
9. Kim S.J. Analysis of Relationship Based on Growth Period and Morphological Characteristics in Blueberry (*Vaccinium* spp.) / S.J. Kim, S.M. Jung, Y.Y. Hur et al. // *Korean J. Plant Res.* — 2017. — 30(1). — p. 101-109.
10. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur [Program and methodology for the study of variety of fruit, berry and nut crops]. — Orel: All-Russian Research Institute of Fruit Crops Breeding, 1999. — 608 p. [in Russian]
11. Isachkin A.V. Osnovy nauchnyh issledovanij v sadovodstve [Fundamentals of scientific research in horticulture] / A.V. Isachkin, V.A. Krjuchkova. — Moskva: Lan', 2019. — 420 p. [in Russian]