



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

**Влияние карбонатов почвы на состояние растений
голубики высокорослой в условиях КБР**

Елена М. Егорова^{1*}, Фарида Д. Таумурзаева², Адам А. Абрегов³

¹*Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова,
проспект Ленина, 1в, Нальчик, 360030, Российская Федерация*

²*ООО «Юг Агро», ул. Мовсисяна, д.19, город Нальчик, 360016, Российская Федерация*

³*ООО «Клубничная Поляна Плюс», ул. Лермонтова, 15, Нарткала, 361332
Российская Федерация*

Аннотация. Данная статья посвящена изучению влияния почвенных карбонатов на состояние растений, урожайность и качество ягод голубики высокорослой в условиях Кабардино-Балкарской республики. Содержащиеся в почвенном растворе карбонаты приводят к повышению pH почвы, что негативно сказывается на ее развитии. Голубика высокорослая предъявляет особые требования к почвам: для нормального роста и развития необходимо обеспечить ее воздухопроницаемым субстратом с оптимальным уровнем кислотности до 5,5 единиц. Кислые условия необходимы из-за уникального строения корневой системы: голубика высокорослая полностью лишена корневых волосков, их функцию выполняет колония грибов, которая в симбиозе с растением составляет микоризу. Микориза функционирует только в кислых условиях. В работе приведены средние данные за период 2021–2023 гг. Растения голубики, выращиваемые на карбонатных участках, отличаются слабым ростом, малым количеством побегов формирования, низкой облиственностью и хлорозом по причине уменьшения доступности питания. Огромную роль для производителей играет размер ягод и их вкусовые качества. Измерение этого параметра показало, что на основной части поля, при лучших условиях выращивания, средний диаметр ягод 17 мм, что на 23,5% больше, чем на карбонатных участках, где диаметр составляет, в среднем, 13 мм. Накопление сахара в ягодах при повышенной карбонатности почвы уменьшается на 2,3%, что существенно отражается на их вкусе.

В результате исследований было отмечено негативное влияние карбонатов почвы на развитие растений голубики, а также снижение урожайности на 79,5%. Отрицательное влияние

повышения pH до нейтрального или, тем более, слабощелочного на развитие растений связано с ухудшением питания и слабым развитием корневой системы.

Ключевые слова: голубика, кислотность, карбонаты, урожайность, рост, развитие, торф, вегетативная масса

Для цитирования: Егорова Е.М., Таумурзаева Ф.Д., Абрегов А.А. Влияние карбонатов почвы на состояние растений голубики высокорослой в условиях КБР. Новые технологии / New Technologies 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-136-145>

The influence of soil carbonates on highbush blueberry plants in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic

Elena M. Egorova^{1*}, Farida D. Taumurzaeva², Adam A. Abregov³

¹Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov,
1 v Lenin Avenue, Nalchik, 360030, the Russian Federation

² LLC «Yug Agro», 19 Movsisyan str., Nalchik, 360016, the Russian Federation

³ LLC «Klubnichnaya Polyana Plus», 15 Lermontov str., Nartkala, 361332
The Russian Federation

Abstract. The article studies the influence of soil carbonates on the plants, the yield and the quality of highbush blueberries in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. The carbonates in the soil solution lead to an increase in soil pH, which negatively affects its development. Highbush blueberries have special soil requirements for normal growth and development. It is necessary to provide the plant with a breathable substrate with an optimal acidity level of up to 5.5 units. Acidic conditions are necessary due to the unique structure of the root system: highbush blueberries are completely devoid of root hairs; their function is performed by a colony of fungi, which constitutes mycorrhiza in symbiosis with the plant. Mycorrhiza functions only in acidic conditions. The research provides average data for the period of 2021-2023. Blueberry plants grown in carbonate areas are characterized by weak growth, few shoots to form, low foliage and chlorosis due to reduced food availability. The size of the berries and their taste play a huge role for producers. The measurement of this parameter showed that in the main part of the field, under the best growing conditions, the average diameter of the berries is 17 mm, which is 23.5% more than in carbonate areas, where the diameter is, on average, 13 mm. The accumulation of sugar in berries with increased soil carbonate decreases by 2.3%, which significantly affects their taste.

As a result of the research, a negative effect of soil carbonates on the development of blueberry plants has been noted, as well as yield reduction by 79.5%. The negative effect of increasing pH to neutral or, especially, slightly alkaline on plant development is associated with deterioration of nutrition and poor development of the root system.

Keywords: blueberries, acidity, carbonates, productivity, growth, development, peat, vegetative mass

For citation: Egorova E.M., Taumurzaeva F.D., Abregov A.A. The influence of soil carbonates on highbush blueberry plants in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. Novye tehnologii / New Technologies 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-136-145>

Введение. В условиях постоянно изменяющегося рынка, производители сельскохозяйственной продукции Кабардино-Балкарии нередко переходят к выращиванию нетрадиционных культур для почвенно-климатических условий региона. К этой группе культур относится голубика. На сегодня площади насаждений этой ягоды в КБР составляют 170 га.

Голубика высокорослая предъявляет особые требования к почвенно-климатическим условиям. При создании благоприятных условий для роста и развития срок эксплуатации насаждений данной культуры составляет 50 лет и более [1]. Для успешного выращивания голубики нужно учитывать ее специфические требования к условиям произрастания. Одним из главных лимитирующих факторов является кислотность почвы. Голубика – растение ацидофильное. Наиболее благоприятная для произрастания голубики почва с уровнем pH 3,8–4,8 [2].

В слабощелочной среде у растений появляются признаки хлороза и снижается доступность питательных элементов [3].

Почвы КБР не обладают нужными характеристиками для успешного выращивания ацидофильного растения [4]. Одним из способов снижения pH почвы является внесение мелиорантов. При подготовке почвы под голубику чаще всего используют молотую серу. Несмотря на то, что существует ряд мероприятий для подготовки почвы, важно помнить о высокой буферности почв и их способности капиллярного подъема почвенного раствора из нижележащих горизонтов [5].

Цель исследования. Изучение влияния карбонатов почвы на развитие и урожайность голубики сорта «Дюк» в условиях ООО «Юг Агро».

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в условиях ООО «Юг Агро» (г. Нальчик, КБР) за период 2022...2023 гг.

Значительную площадь земельного массива занимают черноземы обыкновенные. Почвообразующая порода представлена древнеаллювиальными отложениями. Морфологический профиль этих почв сложен из гумусового горизонта А черного цвета, зернистой структуры, слабоуплотненного сложения, горизонта АВ_{ca} темноокрашенного, ореховато-зернистой структуры, уплотненного тонкопористого сложения с карбонатной плесенью, горизонта В_{ca} серовато-бурого, комковато-ореховатой структуры с обилием карбонатной плесени, горизонта ВС_{ca} буровато-палевого, рыхлого, крупнокомковатого с наличием белоглазки. Мощность пахотного слоя достигает 30 см, гумусового профиля – 59 см. Гранулометрический состав среднесуглинистый. Преобладающими фракциями являются мелкий песок и ил. Содержание гумуса 3,2%, pH – 7,6.

Гранулометрический состав участка, отведенного под выращивание голубики высокорослой – средний суглинок с объемной массой 1,3–1,35 кг/м³. На участке с выходом переходного АВ_{ca} и иллювиального В_{ca} горизонтов на поверхность, в результате подготовки участка под посадку голубики, наблюдается бурное вскипание почвы от 10% HCl с поверхности (рис.1).

Такие пятна выхода карбонатного горизонта с разной интенсивностью в поверхностный горизонт составляют около 10% от площади всего поля, освоенного под голубику.

В таблице 1 представлены результаты анализа почвы до закладки плантации по данным лаборатории Eurofins Agro (Голландия). Согласно приведенным данным, водородный показатель на основной части поля близок к нейтральному значению – 6,5 ед., на карбонатном же участке становится щелочным (7,7), что связано с большим содержанием в почве карбонатов кальция и магния [6].



Рис. 1. Выход карбонатного горизонта

Fig. 1. Outcropping of carbonate horizon

Таблица 1

Результаты анализа почвы на основной части поля и карбонатном участке

Table 1

Results of soil analysis in the main part of the field and carbonate area

Показатели	Основная часть поля			Карбонатный участок		
Кислотность	6,5			7,7		
Содержание карбонатов, %	0,8			11,7		
Элементы	мг/л	г/кг	мг/100 г почвы	мг/л	г/кг	мг/100 г почвы
Общий N	2484	1,9	191	2284	1,69	169
Доступный P	21	0,016	1,6	1,08	0,0008	0,08
Запасы P	1294	0,99	99	224	0,16	16
Доступный K	218	0,166	16,6	194	0,143	14,3
Запасы K	408	0,031	31	280	0,2	20,7
Доступный Ca	206	0,15	15,7	586	0,43	43,3
Запасы Ca	6032	4,61	461	6218	4,6	460
Доступный Mg	68	0,05	5,2	198	0,146	14,6
Запасы Mg	164	0,12	12	454	0,336	33,6
Fe	5,6	0,0043	0,4	2,7	0,0019	0,199
Zn	0,132	0,0001	0,01	0,136	0,0001	0,01
Mn	1,4	0,00108	0,1	0,352	0,0003	0,03
Cu	0,062	0,00005	0,005	0,052	0,00004	0,004
B	0,686	0,00052	0,052	0,33	0,00024	0,024
Mo	0,008	0,000006	0,0006	0,052	0,00004	0,004

Во время подготовки участка учитывалась повышенная требовательность растений к pH почвы, обусловленная ее физиолого-биологическими особенностями. Для улучшения данного критерия в первую очередь вносилась молотая сера. Затем, при формировке гряд использовали верховой кислый торф, а уже после посадки самих растений проводится постоянный полив подкисленной водой (pH азотной и серной кислотами доводится до 4–4,5 единиц) [7, 8, 9]. В результате по водородному показателю основная часть поля доведена, в зависимости от однородности перемешивания почвы с торфом, до 5,5–6, а в местах выхода карбонатного горизонта – до 6–7. После посадки весь период культивирования поливы осуществляются также с

аналогичным подкислением. Это позволяет поддерживать данный показатель в грядках на основной части поля на уровне 4,1–5,3, а в местах выхода карбонатного горизонта – 5,6–6,5.

Методы исследований. Закладка опытов, наблюдения и учеты выполнялись по методике, принятой в агрономии.

Опыт закладывался по следующей схеме:

1. Контроль – выращивание растений голубики в условиях основной площади поля.

2. Опыт – выращивание голубики на карбонатном участке.

Каждый опытный вариант закладывался и учитывался в трех повторностях по 100 учетных растений в каждой повторности.



Рис. 2. Развитие растений голубики высокорослой на карбонатном участке (слева) и основной части поля (справа)

Fig. 2. Development of highbush blueberry plants in the carbonate area (left) and the main part of the field (right)

После закладки опыта проводился учет развития растений голубики. Оценивались:

- высота растений, в метрах;
- побегообразовательная способность;
- площадь листового аппарата;
- урожайность, в граммах с куста;
- масса и диаметр ягод;
- содержание сахара в ягодах.

Учет урожая проводили методом взвешивания в соответствии с методикой полевых опытов в агрономии [10].

Содержание сахаров определялось рефрактометрическим методом. Полученные данные обрабатывались методом математического анализа по Доспехову Б.А. с применением ПК. В частности, вычисля-

лась $НСР_{05}$ – наименьшая существенная разница на 95%-ном уровне [11].

Площадь листьев определяли методом палетки (путем подсчета количества занимаемых квадратов на миллиметровой бумаге) [12].

Результаты исследований. Как видно на рисунке 2, растения голубики, выращиваемые на карбонатных участках, отличаются слабым ростом, малым количеством побегов формирования, низкой облиственностью и хлорозом по причине уменьшения доступности питания.

Усредненные данные за период исследований по развитию вегетативной массы растений голубики приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели вегетативного роста растений голубики (среднее за 2022...2023 гг.)

Table 2

Indicators of vegetative growth of blueberry plants (average for 2022...2023)

№ п/п	Показатель	По вариантам		$НСР_{05}$
		Карбонатный участок	Основное поле	
1	Приживаемость, %	92	97	6,2
2	Сохранность растений к концу 1 вегетационного периода, %	83,2	92,1	7,1
3	Количество побегов формирования на куст, шт	3	6	2
4	Средняя длина побега формирования, м	0,51	0,95	0,3
5	Количество боковых побегов ветвления, шт./куст	9	19	4
6	Средняя длина побегов ветвления, м	0,1	0,19	0,04
7	Общая длина побегов ветвления, м	0,9	3,61	0,51
8	Общая длина растения, м	2,43	9,31	1,16
9	Площадь листьев на 1 растении, дм ²	4,52	22,86	2,78

Приживаемость растений с участков повышенной карбонатности и основного массива поля составила, соответственно, 92 и 97%. Разница между показателями не превышает значения $НСР_{05}$. Это связано с тем, что в период до учета приживаемости основная масса всасывающих корней оставалась в субстрате, с которым растения

высаживались и только начинали вращать в субстрат гряд.

Сохранность растений к концу первого вегетационного года в опытном варианте составила 83,2%, что на 8,9% меньше контрольного варианта. В данном случае наблюдается существенная разница, которая обусловлена именно вариантом опыта,

поскольку за этот период всасывающие корни вышли за пределы грунта, с которым растения высаживались и в полной мере оказались в условиях произрастания, созданных на грядах.

Количество побегов формирования, то есть побегов, сформированных из подземных почек в условиях повышенной карбонатности – 3 шт. на куст, на основной части поля – 6 шт. на куст. Неблагоприятные условия повлияли и на длину побегов. Так, в опытном варианте длина побега, в среднем, составляет 0,51 м, что на 44 см, то есть почти вдвое меньше контроля.

На карбонатном участке количество боковых побегов составило 9 шт, что в 2,1 раза меньше контрольного варианта (19). При этом средняя длина побегов второго порядка также различается примерно вдвое (10 и 19 см, соответственно, на карбонатных участках и основном поле).

Это свидетельствует о существенном ухудшении условий произрастания голубики на участках с повышенным содержанием карбонатов, приводящих к

ослаблению побегообразования и общему угнетению растений.

Измерение площади листьев по вариантам опыта показало, что в контрольном варианте сформировалось 22,86 дм² листовой поверхности на 1 растении. Это почти в 5 раз больше, чем на карбонатном участке, где этот показатель был равен 4,52 дм². Это достоверная разница, обусловленная вариантом опыта, исходя из значения наименьшей существенной разницы на 95% уровне вероятности.

Таким образом, растения с карбонатных участков ввиду нарушения питания и общего физиологического угнетения существенно отстают в вегетативном росте по сравнению с растениями, которые выращиваются в соответствии с требованиями к условиям произрастания.

Угнетение растений, плохая обеспеченность растений элементами питания из-за их блокировки в условиях повышенных значений pH отразились и на урожайности голубики. Данные по урожайности и качеству ягод приведены в таблице 3.

Таблица 3

Влияние повышенного содержания карбонатов на урожайность и качество ягод голубики высокорослой (средняя за 2022...2023 гг.)

Table 3

The influence of increased carbonate content on the yield and quality of highbush blueberries (average for 2022...2023)

№ п/п	Показатели	Варианты опыта		НСР ₀₅
		Карбонатные участки	Основная часть поля	
1.	Диаметр ягоды, мм	13	17	2,1
2.	Средняя масса ягоды, г	1,5	2,0	0,34
3.	Урожайность с куста, г	80	390	57
4.	Органолептические свойства, в баллах*	3	5	
5.	Содержание сахара, %	10,6	13,9	1,2

Примечание*

- 1 балл – ягоды кислые, плотные, со слабым ароматом, неравномерно окрашенные;
- 2 балла – ягоды кислые, со слабым ароматом;
- 3 балла – ягоды кисло-сладкие, плотные, аромат слабый;
- 4 балла – ягоды сладкие, умеренно плотные, ароматные, равномерно окрашенные;
- 5 баллов – ягоды очень сладкие, умеренно плотные, с ярким ароматом, равномерно окрашенные.

Так как на рынке пользуются спросом крупные, сладкие ягоды голубики, огромную роль для производителей играет диаметр ягод и содержание в них сахара. Измерение этих параметров показало, что на основной части поля, при лучших условиях выращивания, средний диаметр ягод 17 мм, что на 23,5 % больше, чем на карбонатных участках, где диаметр составляет, в среднем, 13 мм. Накопление сахара в ягодах при повышенной карбонатности почвы уменьшается на 2,3 %, что существенно отражается на их вкусе.

Средняя масса ягоды на карбонатном участке составила 1,5 грамма, что на 0,5 грамма (25%) меньше, чем в контроле. Это разница является существенной и достоверной согласно НСР₀₅.

Масса ягод, собранных с одного растения на основной части поля составила 390 г, это в 4,8 раз больше, чем на карбонатном участке.

По таким органолептическим свойствам, как вкус (сладость) ягоды с карбонатных участков, также существенно уступают урожаю с основной части поля.

Характеристика вкусовых качеств ягод проводится по 5-балльной шкале. Ягоды с основной части поля имеют ярко выраженный сладкий вкус с легкой кислинкой (5 баллов), а с карбонатных участков – избыточно кисловатый вкус (3 балла).

Результаты рефрактометрического анализа ягод показали в контрольном

варианте содержание сахаров 13,9 %, что достоверно выше опытного варианта, составляющего 10,6%.

Таким образом, в результате наших исследований выявлено существенное отрицательное влияние повышенной карбонатности почвы, которая приводит к увеличению pH, что, в свою очередь, приводит к уменьшению сохранности, ухудшению роста и развития растений, снижению урожайности на 79,5 %.

Выводы.

1. Повышенная карбонатность почв, приводящая к увеличению pH почвенного раствора, негативно сказывается на сохранности, росте и развитии голубики. У растений на участках с выходом карбонатов уменьшается количество побегов формирования, площадь листовой поверхности, наблюдается слабый прирост в течение сезона.

2. Выращивание голубики высокорослой на участках с повышенным содержанием карбонатов приводит к снижению урожайности на 79,5%, существенному уменьшению размеров и ухудшению вкусовых качеств ягод.

3. При выборе участка под голубику высокорослую необходимо учитывать наличие и хозяйственную значимость доли карбонатных участков, поскольку по комплексу показателей они не пригодны для ее выращивания даже на фоне внесения серы молотой, торфа и других мероприятий адаптационного характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Павловский Н.Б. Возделывание голубики высокорослой. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сборник отраслевых регламентов. Минск: Белорусская наука; 2010: 375-393.
2. Даньков В.В., Скрипниченко М.М., Логинова С.Ф. и др. Ягодные культуры. СПб.: Лань; 2015: 19-24.
3. Гримашевич В.В. Рациональное использование ресурсов дикорастущих ягодных растений и съедобных грибов Беларуси в условиях рыночной экономики // Сборник научных трудов. 2005; 64: 421-430.
4. Фиापшев Б.Х. Почвы Кабардино-Балкарской АССР (генетические особенности, география и хозяйственное использование): дис. ... д-ра биол. наук. Ростов н/Д; 1975.
5. Ретамалес Дж.Б., Хэнкок Дж.Ф. Черника. Т. 27. Cabi; 2018.

6. Воробьева Л.А., Панкова Е.И. Щелочные засоленные почвы России. Почвоведение. 2008; 5: 517-532.
7. Yang H. et al. Growth and physiological characteristics of four blueberry cultivars under different high soil pH treatments. Environmental and Experimental Botany. 2022; 197: 104842.
8. Lee S.Y. et al. Effect on chemical and physical properties of soil each peat moss, elemental sulfur, and sulfur-oxidizing bacteria. Plants. 2021; 10(9): 1901.
9. Ochmian I. et al. Chemical and enzymatic changes of different soils during their acidification to adapt them to the cultivation of highbush blueberry. Agronomy. 2020; 11(1): 44.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию; 2012.
11. Лебедько Е.Я. Биометрия в MSExcel: учебное пособие. М.: Лань; 2018.
12. Дрозд О.В., Павловский Н.Б. Морфометрические особенности листьев голубики высокорослой разных сортов, интродуцированных в Беларуси. Плодоводство. 2022; 27: 196-205.

REFERENCES:

1. Pavlovsky N.B. Cultivation of highbush blueberries. Organizational and technological standards for the cultivation of vegetable, fruit, berry crops and the cultivation of planting material: a collection of industry regulations. Minsk: Belarusian Science; 2010: 375-393. [in Russian]
2. Dankov V.V., Skripnichenko M.M., Loginova S.F. et al. Berry crops. St. Petersburg: Lan; 2015: 19-24. [in Russian]
3. Grimashevich V.V. Rational use of resources of wild berry plants and edible mushrooms of Belarus in a market economy // Collection of scientific papers. 2005; 64: 421-430. [in Russian]
4. Fiapshev B.Kh. Soils of the Kabardino-Balkarian Autonomous Soviet Socialist Republic (genetic characteristics, geography and economic use): dis. ...Dr Sci. (Biology). Rostov n/a; 1975. [in Russian]
5. Retamales J.B., Hancock J.F. Blueberry. T. 27. Cabi; 2018.
6. Vorobyova L.A., Pankova E.I. Alkaline saline soils of Russia. Soil science. 2008; 5:517-532. [in Russian]
7. Yang H. et al. Growth and physiological characteristics of four blueberry cultivars under different high soil pH treatments. Environmental and Experimental Botany. 2022; 197: 104842.
8. Lee S.Y. et al. Effect on chemical and physical properties of soil each peat moss, elemental sulfur, and sulfur-oxidizing bacteria. Plants. 2021; 10(9): 1901.
9. Ochmian I. et al. Chemical and enzymatic changes of different soils during their acidification to adapt them to the cultivation of highbush blueberry. Agronomy. 2020; 11(1): 44.
10. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). М.: Book on Demand; 2012. [in Russian]
11. Lebedko E.Ya. Biometrics in MSExcel: tutorial. М.: Lan; 2018. [in Russian]
12. Drozd O.V., Pavlovsky N.B. Morphometric features of highbush blueberry leaves of different varieties introduced in Belarus. Fruit growing. 2022; 27: 196-205. [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Елена Михайловна Егорова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова
conf200606@inbox.ru

Elena M. Egorova, PhD (Agr.), Associate Professor, Department of Agricultural science, the Kabardino-Balkarian state agrarian university named after V.M. Kokov
conf200606@inbox.ru

Фарида Даутовна Таумурзаева, агроном ООО «Юг-Агро»

Farida D. Taumurzayeva, Agriscientist, LLC «Yug-Agro»

Адам Арсенович Абрегов, ООО «Клубничная Поляна Плюс»

Adam A. Abregov, LLC «Klubnichnaya Polyana Plus»

Поступила в редакцию 12.01.2024; поступила после рецензирования 19.02.2024; принята к публикации 20.02.2024

Received 12.01.2024; Revised 19.02.2024; Accepted 20.02.2024