

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД им. Н. В. ЦИЦИНА

**БЮЛЛЕТЕНЬ**  
**ГЛАВНОГО**  
**БОТАНИЧЕСКОГО**  
**САДА**

Основан в 1948 году

Выпуск

**191**



УДК 58  
ББК 28.5л6  
Б98

Ответственный редактор

академик Л.Н. Андреев

Редакционная коллегия:

*Ю.К. Виноградова, Б.Н. Головкин, Ю.Н. Горбунов, А.С. Демидов* (зам. отв. редактора),  
*Е.Б. Кириченко, З.Е. Кузьмин, Л.С. Плотникова, В.Ф. Семихов, А.К. Скворцов,*  
*О.Б. Ткаченко, Н.В. Трулевич, В.Г. Шатко* (отв. секретарь)

Рецензенты:

доктор биологических наук *В.Ф. Семихов,*  
кандидат биологических наук А.И. Макридин

**Бюллетень Главного ботанического сада / Гл. ботан. сад им. Н.В. Цицина**  
РАН – М. : Наука, 1948–. – ISSN 0366-502X

**Вып. 191 / Отв. ред. Л.Н. Андреев. – 2006. – 197 с. ; ил. – ISBN 5-02-034154-1.**

В выпуске публикуются материалы по интродукции платана, фотерджиллы, юкки в Москве, редких видов древесных флоры Сибири в Красноярске, орехоплодных на Нижнем Дону, североамериканских видов ели на Кольском полуострове, тропических растений в Узбекистане. Приводятся сведения по флоре бассейнов рек Угры и Жиздры, сообщается о находках новых и редких видов на Приволжской возвышенности и в Нижнем Приамурье, о результатах изучения анатомии и морфологии архаичных цветковых, четырех видов орхидных, двух видов папоротников, а также представителей семейств березовых и ивовых. Помещены также данные по физиологии и биохимии, защите растений, информация и рецензия на книгу.

Для интродукторов, систематиков, морфологов и анатомов, физиологов и специалистов по защите растений.

По сети “Академкнига”

Editor-in-Chief

L.N. Andreev, Member Russian Academy of Sciences

Editorial Board:

*Yu.K. Vinogradova, B.N. Golovkin, Yu.N. Gorbunov, A.S. Demidov* (Deputy Editor-in-Chief),  
*Ye.B. Kirichenko, Z.E. Kuzmin, L.S. Plotnikova, V.F. Semikhov, A.K. Skvortsov, O.B. Tkachenko,*  
*N.V. Trulevich, V.G. Shatko* (Executive Secretary)

Reviewed by:

*V.F. Semikhov*, Dr.Sc. (Biol.), A.I. Macridin, Cand. Sc. (Biol.)

**Bulletin of the Main Botanical Garden / Main Botanical Garden named after**  
N.V. Tsitsin RAS. – Moscow : Nauka, 1948–. – ISSN 0366-502X

**Issue 191 / Ed. by L.N. Andreev. – 2006. – 197 p. ; ill. – ISBN 5-02-034154-1.**

The issue contains materials on introduction of plane-tree, fothergilla and yucca into Moscow, rare woody plant species of Siberian flora into Krasnoyarsk, nuciferous plants into the area of the Lower Don, North American species of the genus *Picea* into Kola Peninsula, tropical plants into Uzbekistan. The data on floristic survey over the basins of the Ugra River and the Zhizdra River, on floristic finds of new and rare plant species within the territory of Privolzhskaya Hills and Priamuriye are given. The results of anatomical and morphological studies of some species of archaic angiosperms, four orchid species, two fern species, and several plant species of the families Betulaceae and Salicaceae are inserted. The articles on plant physiology, biochemistry, and plant protection as well as information and a book review are presented.

For introducers, taxonomists, morphologists and anatomists, specialists in the field of physiology and plant protection.

ISBN 5-02-034154-1

© Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, 2006  
© Редакционно-издательское оформление.  
Издательство “Наука”, 2006

## РОЛЬ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ФОРМИРОВАНИИ УГЛЕВОДНОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В БЕЛАРУСИ

*Ж.А. Рупасова, В.А. Игнатенко, Е.А. Сидорович, Н.Н. Рубан,  
Н.П. Варавина, Р.Н. Рудаковская, Ф.С. Пятница*

В связи с введением в культуру в разных агроклиматических областях Беларуси североамериканского вида – голубики высокорослой и разработкой агротехнических приемов ее возделывания в местных условиях возникла необходимость в исследовании роли географического фактора в проявлении ответной реакции культуры на внесение минеральных удобрений. В этой связи было проведено сравнительное изучение углеводного состава плодов голубики при ее выращивании на адекватно варьирующемся агрофоне в южной и центральной агроклиматических областях Беларуси.

Исследования выполнены в 2001 г. на модельном среднеспелом сорте голубики высокорослой Блюкроп в долгосрочных полевых экспериментах в Брестском (южном) и Ганцевичском (центральном) районах Брестской области. Опытные растения (3-летнего возраста) были высажены в ямы размером 60 × 70 × 50 см, заполненные смесью из соснового опада (50%), сосновой коры (15%) и низинного торфа (35%). Поверхность почвы покрывали мульчирующим слоем свежих сосновых опилок. Для поддержания влажности субстрата на уровне ПВ использовали капельное орошение.

Схема опытов – 8-вариантная: 1 – контроль, без удобрений; 2 –  $N_{60}$ ; 3 –  $P_{60}$ ; 4 –  $K_{60}$ ; 5 –  $N_{60}P_{60}$ ; 6 –  $N_{60}K_{60}$ ; 7 –  $P_{60}K_{60}$ ; 8 –  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Повторность опыта – 3-кратная. Минеральные удобрения – суперфосфат двойной и сульфат калия вносили однократно в начале вегетации (апрель), сернокислый аммоний – в 3 приема: 50% – в апреле, 30% – в мае и 20% – в июне. Способ внесения удобрений – поверхностный вразброс с последующей заделкой на глубину 3–4 см и поливом.

По достижении плодами голубики состояния съемной зрелости во II декаде июля в южном р-не и в I декаде августа – в центральном в их усредненных пробах определяли содержание отдельных фракций растворимых сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы), пектиновых веществ (гидро- и протопектина), крахмала, целлюлозы с использованием общепринятых методов получения аналитической информации [1, 2] в трехкратной повторности, с последующей статической обработкой полученных результатов [3]. При этом средняя квадратичная ошибка среднего не превышала 1,5–2,0%.

По нашим оценкам, плоды голубики высокорослой весьма богаты углеводами, особенно растворимыми сахарами и пектиновыми веществами, на что указывают материалы табл. 1. Вместе с тем сравнительный анализ усредненных показателей их накопления, приведенных в табл. 2, не выявил сколь-либо существенных различий в содержании растворимых сахаров, крахмала и целлюлозы в плодах голубики из южной и центральной агроклиматических зон республи-

Таблица 1

Содержание углеводов в плодах голубики высокорослой сорта Блюкроп в зависимости от географического фактора и уровня минерального питания (в сухом веществе)

Вариант опыта	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Сумма сахаров	Глюкоза: Фруктоза	Монозы: Сахароза	Гидропектин	Пропопектин	Сумма пектиновых веществ	Пропопектин: Гидропектин	Крахмал	Целлюлоза
<b>Южная агроклиматическая область</b>												
1-Контроль	8,59	9,72	1,54	19,85	0,9	11,9	1,55	4,16	5,71	2,7	3,14	6,47
2-N <sub>60</sub>	8,38	12,72	2,07	23,17	0,7	10,2	1,72	3,40	5,12	2,0	3,32	5,92
3-P <sub>60</sub>	8,59	14,58	1,92	25,09	0,6	12,1	2,94	3,71	6,65	1,3	3,46	7,27
4-K <sub>60</sub>	9,21	13,44	1,87	24,52	0,7	12,1	2,12	3,07	5,19	1,5	2,89	7,46
5-N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	10,03	15,20	1,97	27,20	0,7	12,8	1,97	2,53	4,50	1,3	3,02	8,65
6-N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	9,10	15,10	2,49	26,69	0,6	9,7	1,89	2,71	4,60	1,4	3,81	7,59
7-P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,14	14,89	2,41	24,44	0,5	9,1	1,87	3,89	5,76	2,1	3,62	9,62
8-N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	8,25	15,11	2,36	25,72	0,5	9,9	1,96	3,93	5,89	2,0	3,74	9,66
<b>Центральная агроклиматическая область</b>												
1-Контроль	6,83	14,65	2,17	23,65	0,5	9,9	1,31	1,80	3,11	1,4	2,84	6,50
2-N <sub>60</sub>	7,86	14,83	2,29	24,98	0,5	9,9	1,12	1,71	2,83	1,5	3,25	6,00
3-P <sub>60</sub>	7,24	15,15	2,73	25,12	0,5	8,2	1,27	1,62	2,89	1,3	3,48	7,51
4-K <sub>60</sub>	8,14	14,44	2,76	25,34	0,6	8,2	1,27	1,59	2,86	1,2	3,64	7,70
5-N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	8,79	15,72	2,55	27,60	0,6	9,6	1,15	1,75	2,90	1,5	3,29	8,90
6-N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	8,26	9,41	1,90	19,57	0,9	9,3	2,48	2,53	5,01	1,0	3,88	8,95
7-P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,33	9,23	2,44	19,00	0,8	6,8	1,52	2,68	4,20	1,8	3,41	8,22
8-N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	8,40	11,27	2,79	22,46	0,7	7,0	1,97	2,54	4,51	1,3	3,92	8,70

ки. Однако в первом случае они оказались богаче своих более северных аналогов пектиновыми веществами в среднем в 1,5 раза.

Нашими более ранними исследованиями с другим представителем сем. Брусничные – клюквой крупноплодной – в аналогичной постановке эксперимента [4] также было показано подавление биосинтеза в ее плодах пектиновых веществ при продвижении вида в северные районы республики, в чем можно уловить черты сходства в ответной реакции растений данного ботанического семейства на изменение климатических условий. При этом межрегиональные контрасты в исследованиях с голубикой имели более выраженный характер в отношении протопектина, нежели гидропектина, что обусловило некоторое сужение соотношения фракций пектиновых веществ в центральном районе относительно южного.

Наряду с этим установлено выраженное влияние географического фактора на степень изменения содержания исследуемых веществ в плодах голубики при разном уровне минерального питания в рамках полевых экспериментов. На это указывают заметные различия коэффициентов вариации ( $V$ ) показателей их накопления в зависимости от района проведения исследований (см. табл. 2). Полагая, что увеличение данного параметра свидетельствует об усилении зависимости углеводного состава плодов от эдафического фактора, можно заключить, что при продвижении с юга в центральные районы республики происходит усиление указанной зависимости у большинства его характеристик. При этом в пуле растворимых сахаров наблюдалось увеличение варибельности только у доминирующей фракции фруктозы (в 1,5 раза), тогда как для глюкозы и сахарозы, суммарная доля которых в нем не превышала 45%, напротив, показано ее незначительное уменьшение (в 1,1–1,2 раза). Отмеченные различия в индивидуальной реакции отдельных фракций сахаров на изменение агрохимического фона при продвижении голубики в северном направлении обусловили в данном случае небольшое (в 1,1–1,2 раза) увеличение варибельности соотношений глюкозы и фруктозы, а также моноз и сахарозы.

Что касается пектиновых веществ, обнаруживших наибольший среди углеводов уровень изменчивости в рамках обоих экспериментов, то и для протопектина, и для гидропектина были установлены более высокие его значения (в 1,3 и 1,5 раза соответственно) в условиях более северного района исследований. При этом наблюдалось увеличение варибельности суммарного содержания пектинов в плодах голубики в 1,9 раза, на фоне ее снижения в 1,6 раза у соотношения их нерастворимой и растворимой фракций. Незначительное (в 1,2 раза) ослабление зависимости от эдафического фактора при продвижении голубики в северном направлении отмечено и у целлюлозы. Наиболее же устойчивым в этом отношении компонентом углеводного состава ее плодов оказался полисахарид крахмал, для которого в данном случае не было выявлено существенных изменений коэффициента вариации.

На фоне обозначенных различий в степени устойчивости отдельных характеристик углеводного состава плодов голубики к воздействию минерального фона в зависимости от географического фактора довольно отчетливо проявилась общность тенденций в характере изменений содержания в них некоторых его компонентов. Так, в обоих районах исследований внесение минеральных удобрений заметно активизировало биосинтез в плодах сахарозы. На это указывают весьма существенные размеры превышения контрольных значений показателей ее накопления в плодах удобрявшихся вариантов опыта (табл. 3). В наибольшей степени это проявилось в южном районе, где при раздельном внесении

Таблица 2

Среднее содержание углеводов и значения коэффициента вариации показателей их накопления в плодах голубики высокорослой сорта Блюкроп (в сухом веществе) в полевом опыте с внесением минеральных удобрений в зависимости от географического фактора (в %)

Статистический показатель	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Сумма сахаров	Глюкоза: фруктоза	Монозы: Сахароза	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	Протопектин: Гидропектин	Крахмал	Целлюлоза
<b>Южная агроклиматическая область</b>												
M	8,66	13,84	2,08	24,58	0,65	10,98	2,00	3,42	5,42	1,79	3,38	7,83
m	0,30	0,67	0,11	0,82	0,05	0,49	0,15	0,21	0,25	0,18	0,12	0,49
V	9,7	13,7	15,5	9,4	20,1	12,7	20,8	17,6	13,2	27,8	10,1	17,6
<b>Центральная агроклиматическая область</b>												
M	7,86	13,09	2,45	23,40	0,64	8,61	1,51	2,03	3,54	1,38	3,34	7,81
m	0,24	0,95	0,11	1,01	0,05	0,44	0,17	0,16	0,31	0,08	0,13	0,39
V	8,5	20,5	12,9	12,3	23,6	14,5	31,5	23,0	25,1	17,3	10,9	14,1

удобрений данное превышение составило 21–34%, а при комбинированном внесении достигло 53–62%. В центральном же районе контрасты с неудобренным агрофоном имели менее выраженный характер и наиболее отчетливо проявились в вариантах  $P_{60}$ ,  $K_{60}$ , и  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Наряду с этим усиление минерального питания стимулировало накопление в плодах голубики и моносахаридов. При этом в южном районе наблюдалось увеличение на 30–56% относительно контроля содержания в них фруктозы, на фоне слабо выраженных изменений уровня глюкозы, тогда как в центральном районе, напротив, отмечена активизация на 6–29% биосинтеза глюкозы при весьма заметном (на 23–37%) снижении содержания фруктозы во всех вариантах опыта с комбинированным внесением удобрений, за исключением  $N_{60}P_{60}$ , и отсутствии изменений при раздельном их внесении.

Доминирующее положение фруктозы в пуле растворимых сахаров в значительной степени определило степень изменений общего уровня сахаристости плодов голубики в результате внесения удобрений. В южном районе отмечена устойчивая тенденция к его повышению во всех удобрявшихся вариантах опыта на 16–37%, в центральном же районе аналогичная тенденция прослеживалась лишь при раздельном внесении удобрений. В случае же комбинированного их применения, за исключением варианта  $N_{60}P_{60}$ , наблюдалось снижение общей сахаристости плодов. Нетрудно убедиться, что отмеченные сдвиги в метаболизме сахаров в плодах голубики имели более выраженный характер в условиях южного района и сопровождались соответствующими изменениями соотношения их отдельных фракций (см. табл. 1).

Превращения в комплексе пектиновых веществ при внесении минеральных удобрений в южном районе в основном состояли в увеличении содержания растворимого пектина, сопровождавшемся снижением уровня протопектина. Это однозначно указывало на активизацию процесса растворения последнего (см. табл. 3), что косвенно свидетельствовало об улучшении вкуса плодов голубики. При этом в вариантах  $P_{60}K_{60}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  суммарное содержание пектиновых веществ было соизмеримо с контрольным, тогда как в остальных удобрявшихся вариантах опыта, кроме  $P_{60}$ , оно уступало ему на 9–21%. На наш взгляд, это в известной мере снижало лечебную и питательную ценность плодов голубики, поскольку пектины, обладая высоким адсорбирующим действием, способны связывать вредные вещества как внутреннего происхождения, так и введенные извне. Со многими металлами (кальцием, стронцием, свинцом, кобальтом и др.) они образуют нерастворимые комплексные соединения, что содействует выведению из организма тяжелых металлов. Пектины способствуют также выработке витаминов группы В и обладают выраженным гипохолестеринемическим действием [5].

На фоне показанного выше (см. табл. 1) ослабления биосинтеза данных полисахаридов в плодах голубики в условиях центрального района комбинированное внесение минеральных удобрений, за исключением  $N_{60}P_{60}$ , способствовало существенному обогащению их как гидро- так и протопектином, суммарное содержание которых приближалось к таковому в условиях юга республики (см. табл. 1, 3). Вместе с тем раздельное внесение удобрений, напротив, ингибировало биосинтез пектинов, усиливая тем самым межрегиональные различия в их накоплении.

Несмотря на отсутствие выраженных контрастов в содержании других полисахаридов – крахмала и целлюлозы – в плодах голубики из южного и центрального районов исследований, усиление минерального питания в основном активизировало их биосинтез, особенно в вариантах опыта с комбинированным

Таблица 3

Степень отклонений от контроля содержания углеводов в плодах голубики высокорослой сорта Блюкроп в зависимости от географического фактора и уровня минерального питания (в %)

Вариант опыта	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Сумма сахаров	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	Крахмал	Целлюлоза
<b>Южная агроклиматическая область</b>									
2-N <sub>60</sub>	-2,4	30,9	34,4	16,7	11,0	-18,3	-10,3	5,7	-8,5
3-P <sub>60</sub>	0	50,0	24,7	26,4	89,7	-10,8	16,5	10,2	12,4
4-K <sub>60</sub>	7,2	38,3	21,4	23,5	36,8	26,2	-9,1	-8,0	15,3
5-N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	16,8	56,4	27,9	37,0	27,1	39,2	-21,2	-3,8	33,7
6-N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,9	55,3	61,7	34,5	21,9	-34,9	-19,4	21,3	17,3
7-P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-16,9	53,2	56,5	23,1	20,6	-6,5	0,9	15,3	48,7
8-N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	-4,0	55,4	53,2	29,6	26,4	-5,5	3,2	19,1	49,3
<b>Центральная агроклиматическая область</b>									
2-N <sub>60</sub>	15,1	1,2	5,5	5,6	-14,5	-5,0	-9,0	14,4	-7,7
3-P <sub>60</sub>	6,0	3,4	25,8	6,2	-3,0	-10,0	-7,1	22,5	15,5
4-K <sub>60</sub>	19,2	-1,4	27,2	7,1	-3,0	-11,7	-8,0	28,2	18,5
5-N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	28,7	7,3	17,5	14,4	-12,2	-2,8	-6,8	15,8	36,9
6-N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	20,9	-35,8	-12,4	-17,2	89,3	40,6	61,1	36,6	37,7
7-P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,3	-37,0	12,4	-19,7	16,0	48,9	35,0	20,1	26,5
8-N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	23,0	-23,1	28,6	-5,0	50,4	41,1	45,0	38,0	33,8



внесением удобрений. Позитивное влияние эдафического фактора на содержание крахмала в плодах голубики наиболее ярко проявилось в условиях центрального района, тогда как целлюлозы – в условиях южного.

Таким образом, сравнительное исследование углеводного состава плодов голубики высокорослой при выращивании в опытной культуре на адекватно варьирующемся минеральном фоне в южной и центральной агроклиматических областях Беларуси показало, что географический фактор не оказывает выраженного влияния на содержание в них отдельных фракций углеводов, за исключением пектиновых веществ, но в значительной мере определяет степень изменений углеводного состава плодов при внесении удобрений. Показано, что при продвижении голубики в северном направлении заметно усиливается зависимость от эдафического фактора параметров накопления фруктозы и пектиновых веществ на фоне незначительного ослабления глюкозы, сахарозы и целлюлозы и относительной стабильности урожая крахмала.

Установленные при этом сдвиги в углеводном метаболизме плодов голубики, обусловленные влиянием эдафического фактора, имели наиболее выраженный характер в условиях южной агроклиматической области, особенно при комбинированном внесении удобрений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П.* и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агромпромиздат, 1987. 430 с.
2. *Завадская И.Г., Горбачева Г.И., Мамушина Н.С.* Количественное определение углеводов резорциновым и анилинфталатным методами с помощью бумажной хроматографии // Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 17–26.
3. *Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 288 с.
4. *Яковлев А.П., Рупасова Ж.А., Волчков В.Е.* Культивирование клюквы крупноплодной и голубики топяной на выработанных торфяниках севера Беларуси: (Оптимизация режима минерального питания). Минск: Тонпик, 2002. 188 с.
5. *Шмерко Е.П., Мазан И.Ф.* Лечение и профилактика растительными средствами. Баку, 1992. 320 с.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси,  
Минск

Поступила в редакцию  
12.01.2005 г.

#### SUMMARY

*Rupasova Zh.A., Ignatenko V.A., Sidorovich E.A., Ruban N.N., Varavina N.P., Rudakovskaya R.P., Pyatnitsa F.S.* **The role of geographic factor in forming of carbohydrate composition in great bilberries fruits under optimization of mineral nutrition in Byelorussia**

The experiment was conducted in the south and in the central agro-climatic regions in eight variants of fertilizing. The geographic factor was determined not to be important for average values of carbohydrate fraction accumulation, except pectic substances, but it strongly influenced on the extent of changes in carbohydrate composition of fruits under fertilizing. The dependence of fructose and pectin accumulation on edaphic factors tended to increase in the north direction, just as accumulation of glucose, sucrose and cellulose slightly decreased, and accumulation of starch was rather stable. The shifts in carbohydrate metabolism of great bilberries fruits under influence of edaphic factors manifested themselves more intensively in the south region of Byelorussia, especially under combined fertilizing.