

# БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

1/2018 (Выпуск 204)

ISSN: 0366-502X

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

- Плотникова Л.С.**  
Ивы флоры России в природе и культуре ..... 3
- Абрамова Л.М., Жигунов О.Ю., Андреева И.З., Анищенко И.Е.,  
Мустафина А.А., Тухватуллина Л.А., Каримова О.А., Крюкова А.В.**  
Краткие итоги интродукции лекарственных и пряно-ароматических  
растений в Ботаническом саду-институте УНЦ РАН ..... 10
- Данилина Н.Н.**  
Сортные особенности вегетативного размножения тюльпанов  
коллекции ГБС РАН ..... 19
- Крамаренко Л.А.**  
Опыт интродукции *Persica vulgaris* L. в московском регионе ..... 27
- Шатко В.Г., Шустов М.В., Эрст А.А., Ганн Д., Уитроу Б., Долларкөйд Г.**  
Парк «Presidio of San Francisco»: 240-летний опыт интродукции  
древесных растений ..... 33

### ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ

- Афонин А.А.**  
Редуцированный гаметофитный апомиксис в популяциях ивы шерстистопобеговой (*Salix dasyclados* Wimm.=*S.gmelinii* Pall.) ..... 43

### ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

- Рупасова Ж.А., Яковлев А.П., Савосько И.В., Павловский Н.Б.,  
Володько И.К., Николайчук А.М., Кабашникова Л.Ф.**  
Влияние удобрений на содержание фотосинтезирующих пигментов  
голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) и жимолости  
съедобной (*Lonicera caerulea* L.) на торфяной выработке в Беларуси ..... 52
- Тихонюк В.А., Мишанова Е.В., Семихов В.Ф.**  
Исследование аминокислотного состава белков семян  
представителей триб Aveneae и Bromaeae (Poaseae) при помощи  
математической модели многомерного пространства ..... 61

### ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Каштанова О.А., Мухина Л.Н., Серая Л.Г., Дымович А.В., Тихонюк В.А.,  
Ткаченко О.Б.**  
Вспышка короеда-типографа на коллекции ели в Главном  
ботаническом саду РАН ..... 65

Учредители:  
Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
Главный ботанический сад  
им. Н.В. Цицина РАН  
ООО «Научтехлитиздат»;  
ООО «Мир журналов».

Издатель:  
ООО «Научтехлитиздат»

Журнал зарегистрирован федеральной  
службой по надзору в сфере связи  
информационных технологий  
и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации  
СМИ ПИ № ФС77-46435

Подписные индексы  
ОАО «Роспечать» 83164  
«Пресса России» 11184

Главный редактор:  
Демидов А.С., доктор биологических  
наук, профессор, Россия

Редакционная коллегия:  
Бондорина И.А. доктор биол. наук, Россия  
Виноградова Ю.К. доктор биол. наук  
Россия

Горбунов Ю.Н. доктор биол. наук,  
(зам. гл. редактора), Россия  
Иманбаева А.А. канд. биол. наук, Казахстан  
Молканова О.И. канд. с/х наук, Россия  
Плотникова Л.С. доктор биол. наук, проф.  
Россия

Решетников В.Н. доктор биол. наук,  
проф., Беларусь  
Романов М.С. канд. биол. наук, Россия  
Семихов В.Ф. доктор биол. наук, проф.  
Россия

Ткаченко О.Б. доктор биол. наук, Россия  
Шатко В.Г. канд. биол. наук (отв. секретарь),  
Россия

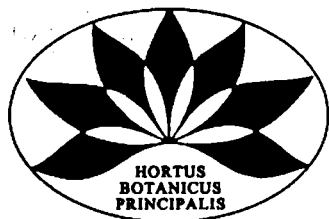
Швецов А.Н. канд. биол. наук, Россия  
Huang Hongwen Prof., China  
Peter Wyse Jackson Dr., Prof., USA

Дизайн и верстка  
Ивашкин Д.Г.

Адрес редакции:  
107258, Москва,  
Альмов пер., д. 17, корп. 2  
«Издательство, редакция журнала  
«Бюллетень Главного  
ботанического сада»»  
Тел.: +7 (499) 168-24-28  
+7 (499) 977-91-36  
E-mail: bul\_mbs@mail.ru  
bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Подписано в печать 20.02.2018 г.  
Формат 60x88 1/8. Бумага офсетная  
Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12,4.  
Уч.-изд. л. 14,5. Заказ № 876  
Тираж 300 экз.

Оригинал-макет и электронная  
версия подготовлены  
ООО «Научтехлитиздат»  
Отпечатано в типографии  
ООО «Научтехлитиздат»,  
107258, Москва, Альмов пер., д. 17, стр. 2  
www.tgizd.ru



# BULLETIN MAIN BOTANICAL GARDEN

1/2018 (Выпуск 204)

ISSN: 0366-502X

## CONTENTS

### INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

**Plotnikova L.S.**

Willows of Russia in the wild and in cultivation .....3

**Abramova L.M., Zhigunov O.Yu., Andreeva I.Z., Anishchenko I.E.,  
Mustafina A.A., Tukhvatullina L.A., Karimova O.A., Krukova A.V.**

Brief summary of the introduction of medicinal and aromatic plants  
in the BGI USC RAS .....10

**Danilina N.N.**

Varietal characteristics of vegetative propagation of the tulip collection  
in MBG RAS .....19

**Kramarenko L.A.**

Introduction of *Persica vulgaris* L. in Moscow Region .....27

**Shatko V.G., Schustov M.V., Erst A.A., Gunn D., Yutrow B., Dollarhide G.**

Park Presidio of San Francisco: 240 years experience of Introduction  
of woody plants .....33

### GENETICS, SELECTION

**Afonin A.A.**

The Reduced Gametophytic Apomixis in the Populations of Thick-branched  
Willow (*Salix dasyclados* Wimm. = *S.gmelinii* Pall.) .....43

### PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

**Rupasova Z.F., Yakovlev A.P., Savosko I.V., Pavlovsky N.B., Volodko I.K.,  
Nikolaichuk A.M., Kabashnikova L.F.**

Effect of fertilizers on the pigment fond of plants of highbush blueberry  
(*Vaccinium corymbosum* L.) and of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.)  
on the cutaway of lowland peat in Belarus .....52

**Tikhonyuk V.A., Mishanova E.V., Semichov V.F.**

Research of Biochemical Difference of Amino-acid Composition of Seed's  
Proteins of Aveneae and Bromeae (Poaceae) by Means of Mathematical  
Model of Multidimensional Space .....61

### PLANT PROTECTION

**Kashtanova O.A., Mukhina L.N., Seraya L.G., Dymovich A.V., Tichonyuk V.A.,  
Tkachenko O.B.**

Outbreak of Spruce bark beetle on collection of firs in the Main Botanical  
Garden of the Russian Academy of Sciences .....65

#### Founders:

Federal State Budgetary Institution  
for Science Main Botanical Gardens  
named after N.V. Tsitsin  
Russian Academy of Sciences;  
Ltd. «Nauchtehlitizdat»;  
Ltd. «The World Of Magazines»

#### Publisher:

Ltd. «Nauchtehlitizdat»

The Journal is Registered  
by the Federal Service  
for Supervision in the Sphere  
of Communications  
Information Technologies  
and Mass Communications  
(Roskomnadzor).

Certificate of Print Media Registration  
№ Фс77-46435

#### Subscription Numbers:

The Public Corporation «Rospechat»  
83164  
«Press of Russia»  
11184

#### Editor-In-Chief

**Demidov A.S., Dr. Sci. Biol., Prof.**

#### Editorial Board:

**Bondorina I.A., Dr. Sci. Biol.**  
**Vinogradova Yu.K., Dr. Sci. Biol.**  
**Gorbunov Yu.N., Dr. Sci. Biol.,**  
(Deputy Editor-in-Chief)

**Imanbaeva A.A., Cand. Sci. Biol.**  
**Molkanova O.I., Cand. Sci. Agriculture**  
**Plotnikova L.S., Dr. Sci. Biol., Prof.**  
**Reshetnikov V.N., Dr. Sci. Biol., Prof.**  
**Romanov M.S. Cand. Sci. Biol.**  
**Semikhov V.F., Dr. Sci. Biol., Prof.**  
**Tkachenko O.B., Dr. Sci. Biol.**  
**Shatko V.G., Cand. Sci. Biol.**  
(Secretary-in-Chief)

**Shvetsov A.N., Cand. Sci. Biol.**  
**Huang Hongwen, Prof.**  
**Peter Wyse Jackson, Dr., Prof.**

#### Design, Make-Up

Ivashkin D.G.

#### Editorial Office Address:

107258, Moscow,  
Alymov Pereulok, 17, Bldg 2.  
«Ltd. The Publishing House, Editors  
"Bulletin Main Botanical Garden"»  
Phone: +7 (499) 168-24-28  
+7 (499) 977-91-36  
E-mail: bul\_mbs@mail.ru  
bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Sent to the Press 23.11.2017

Format: 60×88 1/8

Text Magazine Paper. Offset Printing

12,4 Conventional Printer's Sheets

14,5 Conventional Publisher's Signatures

The Order № 875

Circulation: 300 Copies

The Layout and the Electronic Version  
of the Journal are Made by Ltd.

«Nauchtehlitizdat»

Printed in Ltd.

«Nauchtehlitizdat»,

107258, Moscow, Alymov pereulok, 17, bldg. 2  
www.tgizd.ru

**Ж.А. Рупасова**

д-р биол. наук, член-корр. НАН Беларуси, проф.

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

**А.П. Яковлев**

канд. биол. наук, доцент

**И.В. Савосько**

мл. н. с.

**Н.Б. Павловский**

канд. биол. наук, зав. лабораторией

**И.К. Володько**

канд. биол. наук, зам. директора

**А.М. Николайчук**

канд. биол. наук

Государственное учреждение науки Центральный

ботанический сад НАН Беларуси, Минск,

**Л.Ф. Кабашникова**

д-р биол. наук, доцент, зав. лабораторией

Государственное учреждение науки Институт био-

физики и клеточной инженерии НАН Беларуси,

Минск

## Влияние удобрений на содержание фотосинтезирующих пигментов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) и жимолости съедобной (*Lonicera caerulea* L.) на торфяной выработке в Беларуси

Приведены результаты сравнительного исследования влияния полного минерального удобрения и ростовых регуляторов – Нанопланта, Гидрогумата и Экосила на основные характеристики пигментного состава ассимилирующих органов растений голубики высокорослой и жимолости съедобной. Выявлены существенные генотипические, возрастные и межвариантные различия в характере и степени ответной реакции растений на применявшиеся агроприемы. Установлено, что у растений голубики на агрофоне с применением удобрений зафиксированы существенные сдвиги в составе каротиноидного комплекса пластид, обусловленные чрезвычайно выраженной активизацией биосинтеза  $\beta$ -каротина при деградации ксантофиллов. У растений жимолости, характеризовавшихся более высоким, по сравнению с голубикой, накоплением фотосинтезирующих пигментов, применение большинства видов удобрений не оказало достоверного влияния на содержание в них хлорофиллов, но обусловило заметное пополнение каротиноидов, за счет существенной активизации биосинтеза  $\beta$ -каротина. Наиболее выраженные позитивные изменения темпов накопления пластидных пигментов установлены на фоне некорневых обработок Наноплантом, позитивное влияние которого превышало таковое при внесении Гидрогумата и  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , а также при обработках Экосилом соответственно в 2,2, 3,1 и 137,8 раза.

**Ключевые слова:** хлорофилл,  $\beta$ -каротин, ксантофиллы, удобрения, регуляторы роста, голубика, жимолость

**Z.F. Rupasova**

D-r., Sci. Biol., Prof., Head of Laboratory

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

**A.P. Yakovlev**

Cand. Sci. Biol.,

**I.V. Savosko**

Junior Researcher

**N.B. Pavlovsky**

Cand. Sci. Biol., Head of Laboratory

**I.K. Volodko**

Cand. Sci. Biol., Vice Director

**A.M. Nikolaichuk**

Cand. Sci. Biol.,

State Institution for Science Central Botanical Garden

NAS of Belarus Republic, Minsk

**L.F. Kabashnikova**

D-r., Sci. Biol., Head of Laboratory

State Institution for Science Institute of Biophysics and

Cell Engineering NAS of Belarus Republic, Minsk

## Effect of fertilizers on the pigment fond of plants of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) and of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) on the cutaway of lowland peat in Belarus

The results of a comparative study of the effect of complete mineral fertilizers and growth stimulators Nanoplant, Hydrohumate and Ecosil on the main characteristics of the pigment fond of the assimilating organs of plants of the *Vaccinium corymbosum* and *Lonicera caerulea* are presented. Significant genotypic, age and intervariant differences in the character and degree of response of plants to tested agrotechnologies have been revealed. It is shown that at blueberry plants on the fertilised soil fertility essential alterations in composition of carotenoid complex of the plastids, caused by extremely expressed activation of biosynthesis of  $\beta$ -carotene at degradation of xanthophylls are positioned. At plants of a blue honeysuckle are characterized by higher in comparison with a highbush blueberry accumulation in assimilating parts of photosynthesizing pigments. The application of the most of kinds of fertilizings has not rendered authentic influence on the content of the chlorophyll in them, but has caused appreciable recruitment of fund of lipochromes, as the result of essential activation of biosynthesis of  $\beta$ -karotene. The most expressed positive changes of rates of accumulation plastid pigments are positioned against top dressing by Nanoplant which positive influence exceeded that at entering of the Hydrohumate and  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , and also at top dressing by Ecosil accordingly in 2,2, 3,1 and 137,8 times.

**Keywords:** chlorophyll,  $\beta$ -carotene, xanthophylls, fertilization, growth regulators, highbush blueberry, blue honeysuckle

## Введение

В связи с разработкой технологии фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений низинного типа на основе создания локальных агроценозов голубики высокорослой и жимолости съедобной, особое внимание уделяется вопросам оптимизации их минерального питания. В этой связи представлялось необходимым дать комплексную оценку эффективности не только традиционно применяемого при их возделывании полного минерального удобрения, но и новейших высокоэффективных отечественных регуляторов роста, в том числе Экосила, содержащего природный комплекс тритерпеновых кислот, и Гидрогумата, действующим веществом которого являются гуматы – водорастворимые соли гуминовых кислот. Известно, что последние не только обеспечивают повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 15-50% [1, 2], но и активизируют включение минеральных макро- и микроэлементов в процессы синтеза биологически активных соединений [3]. Наряду с этими препаратами, весьма актуальным, на наш взгляд, представлялось также испытание белорусского микроудобрения Наноплант-8, включающего 8 микроэлементов – *Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se*. Экспериментально доказано его позитивное действие на урожайность и качественные показатели продукции зерновых, зернобобовых, овощных, плодовых и ягодных культур [4, 5]. Предварительные испытания данного препарата на сорте Bluescor голубики высокорослой на среднекультуренной дерново-подзолистой почве в Ганцевичском р-не Брестской обл. также подтвердили его высокую эффективность в плане увеличения урожайности и биометрических характеристик плодов, а также содержания в них ряда биологически активных соединений с высокой антиоксидантной активностью [6].

Важнейшим критерием ответной реакции культивируемых растений на применение удобрений является характер изменений в пигментном комплексе пластид ассимилирующих органов. Исследованиями ряда ангоров показано стимулирующее действие физиологически активных веществ и минеральных удобрений на продукционные процессы и накопление хлорофилла в листьях овощных, зерновых и плодовых культур, способствующее повышению интенсивности фотосинтеза [7- 9]. В этой связи в 2016-2017 гг. в условиях опытной культуры на рекультивируемом участке торфяной залежи низинного типа в Березинском р-не Минской обл. в период активной вегетации растений голубики и жимолости были выполнены сравнительные исследования влияния полного минерального удобрения и рострегулирующих препаратов на основные характеристики пигментного состава ассимилирующих органов данных культур.

## Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были использованы двулетние растения среднеспелых сортов Bluescor и

Northland голубики высокорослой и сорта Камчадалка жимолости съедобной.

Полевые опыты были заложены на участке среднекислого ( $pH_{KCl}$  5,5-5,7), малоплодородного, содержащего в мг/кг: аммонийного и нитратного азота 16-28,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в пределах 55-61 и 33-42 соответственно, полностью лишённого растительности остаточного слоя низинного торфа высокой степени разложения, представленного осоково-гипновой ассоциацией. Схема полевого опыта включала 5 вариантов в пятикратной повторности: 1 – контроль, без внесения удобрений; 2 – луночное внесение под опытные растения в мае и июне полного минерального удобрения  $N_{16}P_{16}K_{16}$  кг/га д.в., или 5 г на 1 растение; 3 – внекорневая обработка опытных растений препаратом Наноплант; 4 – луночное внесение под опытные растения препарата Гидрогумат методом полива; 5 – внекорневая обработка опытных растений препаратом Экосил.

В качестве полного минерального удобрения использовали «Растворин» марки «Б». Обработку надземных органов растений Экосилом проводили дважды за вегетационный период. Первый раз ее осуществляли в утренние часы в конце первой декады июня, второй раз – в конце первой декады июля. Для приготовления рабочего раствора эмульсию Экосила (0,5 мл, или 15 капель) разводили в 3 л теплой воды (40-50°C), после чего доводили до необходимого объема водой комнатной температуры и тщательно перемешивали. Расход рабочей жидкости при внекорневой подкормке составлял 120 мл/ растение. Луночное внесение Гидрогумата проводили в те же сроки, что и при использовании препарата Экосил. Для приготовления рабочего раствора 40 мл эмульсии Гидрогумата растворяли в 10 л воды. Расход рабочей жидкости при поливе составлял 0,5 л/ растение. В отличие от двух предыдущих препаратов, обработку опытных растений Наноплантом проводили, кроме обозначенных выше сроков, еще и в период их цветения – в середине июня, то есть трижды за вегетационный период. Для приготовления рабочего раствора 30 капель препарата растворяли в 3 л воды. Расход рабочей жидкости при внекорневой обработке составлял 120 мл /1 растение.

В свежих усредненных пробах листьев опытных растений повариантно определяли содержание фотосинтезирующих пигментов – хлорофиллов *a* и *b* по методу Т.Н. Годнева [10, 11],  $\beta$ -каротина и суммы каротиноидов – по ГОСТ 8756.22-80 [12]. Все аналитические определения выполнены в трехкратной повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

## Результаты и их обсуждение

В результате исследований установлено, что у растений голубики сорта Bluescor ассимилирующие органы оказались примерно в 1,5-2,0 раза богаче таковых сорта Northland и зелеными, и желтыми пластидными пигментами (табл. 1). Для сравнения покажем, что если суммарное содержание хлорофиллов в сухой массе листьев первого сорта варьировало в рамках эксперимента в диапазоне 325,2-380,8 мг/100

г, в том числе хлорофилла *a* – 229,2-261,0 мг/100 г, хлорофилла *b* – 92,2-119,8 мг/100 г, то аналогичные диапазоны варьирования данных показателей в листьях второго сорта охватывали области более низких значений – соответственно 188,4-271,6; 136,7-178,1 и 48,8-96,5 мг/100 г сухой массы. Близкая этой картина наблюдалась и в каротиноидном комплексе ассимилирующих органов голубики. Так, если суммарное содержание желтых пигментов в сухом веществе листьев сорта Bluecrop изменяло от 110,8 до 118,2 мг/100 г, в том числе β-каротина – от 8,1 до 26,0 мг/100 г, ксантофиллов – от 92,3 до 106,9 мг/100 г, то диапазоны

варьирования данных аналогичных показателей в листьях сорта Northland составляли соответственно 72,1-92,0; 4,5-11,1 и 65,3-159,6 мг/100 г. При этом производные характеристики пигментного фонда пластид – соотношения количеств хлорофиллов *a* и *b*, хлорофиллов и каротиноидов варьировали в рамках эксперимента в листьях сорта Bluecrop в более узких, чем у сорта Northland, диапазонах – соответственно 2,18-2,53 и 2,83-3,31 против 1,82-2,97 и 1,64-3,13 при противоположной закономерности для соотношения количеств β-каротина и ксантофиллов – соответственно 0,08-0,28 и 0,04-0,16.

**Таблица 1.** Содержание фотосинтезирующих пигментов (мг на 100 г сухой массы) в ассимилирующих органах модельных сортов голубики высокорослой и жимолости съедобной в вариантах полевого опыта

Вариант опыта	Голубика высокорослая									
	Сорт Bluecrop									
	Хлорофилл									
	a		b		a+b		a/b			
$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	
Контроль	261,0±16,8		119,8±8,5		380,8±25,3		2,18±0,02			
N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	259,6±3,1	-0,1	118,4±9,9	-0,1	378,0±12,9	-0,1	2,22±0,15		0,3	
Наноплант	233,3±5,9	-1,6	92,2±3,6	-3,0*	325,5±8,5	-2,9*	2,53±0,04		9,0*	
Гидрогумат	229,2±3,4	-2,8*	96,0±0,7	-2,8*	325,2±5,8	-2,8*	2,39±0,09		2,3	
Экосил	241,5±1,4	-1,2	104,6±4,1	-1,6	346,0±2,8	-1,4	2,32±0,10		1,3	
Вариант опыта	Каротиноиды								Хлорофиллы÷Каротиноиды	
	сумма		β-каротин		ксантофиллы		β-каротин÷ксантофиллы			
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Контроль	115,1±8,5		17,5±0,2		97,5±8,5		0,18±0,02		3,31±0,05	
N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	118,2±5,6	0,3	26,0±0,5	14,2*	92,3±2,1	-2,8*	0,28±0,01	5,5*	3,20±0,06	-1,5
Наноплант	110,8±1,9	-0,5	15,9±0,4	-3,8*	95,0±1,5	-0,3	0,17±0,01	-1,0	2,94±0,04	-6,3*
Гидрогумат	114,9±4,9	-0,1	18,6±0,3	2,8*	96,4±4,6	-0,1	0,19±0,01	0,6	2,83±0,07	-5,9*
Экосил	115,0±3,1	0	8,1±0,2	-33,1*	106,9±1,3	3,0*	0,08±0,01	-6,6*	3,01±0,06	-4,0*
Вариант опыта	Сорт Northland									
	Хлорофилл									
	a		b		a+b		a/b			
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Контроль	145,0±1,6		48,8±0,8		193,7±2,4		2,97±0,02			
N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	175,1±0,7	17,6*	96,5±1,4	29,1*	271,6±2,1	24,4*	1,82±0,02		-42,4*	
Наноплант	136,7±1,5	-3,8*	51,7±1,6	1,6	188,4±3,0	-1,4	2,65±0,05		-5,8*	
Гидрогумат	164,7±6,9	2,9*	71,9±2,5	8,8*	236,6±4,6	8,3*	2,30±0,18		-3,7*	
Экосил	178,1±2,0	12,8*	84,6±1,0	26,8*	262,7±3,1	17,6*	2,11±0,01		-45,5*	
Вариант опыта	Каротиноиды									
	Сумма		β-каротин		ксантофиллы		β-каротин÷ксантофиллы		Хлорофиллы÷Каротиноиды	
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Контроль	72,1±2,6		4,5±0,2		67,6±2,7		0,07±0,01		2,70±0,13	
N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	165,7±2,1	28,5*	6,1±0,2	7,4*	159,6±1,9	27,8*	0,04±0,01	-5,7*	1,64±0,03	-7,9*
Наноплант	77,6±0,5	2,9*	9,8±0,1	25,5*	67,8±9,7	0	0,15±0,02	3,4*	2,51±0,35	-0,5
Гидрогумат	75,6±0,9	1,3	10,3±0,5	10,6*	65,3±0,4	-0,8	0,16±0,01	10,5*	3,13±0,02	3,3*
Экосил	92,0±0,4	7,7*	11,1±0,3	18,6*	80,9±0,1	4,9*	0,14±0,01	11,3*	2,85±0,02	1,2

Вариант опыта	Жимолость съедобная									
	Хлорофилл									
	a		b		a+b		a/b			
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Контроль	357,4±4,0		135,4±5,7		492,7±9,7		2,65±0,08			
N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	363,0±7,5	0,7	124,4±4,7	-1,5	487,4±12,1	-0,3	2,92±0,05		2,9*	
Наноплант	362,9±12,7	0,4	131,9±7,0	-0,4	494,8±19,5	0,1	2,76±0,05		1,1	
Гидрогумат	330,9±11,4	-2,2	147,1±9,5	1,1	478,0±1,8	-1,5	2,28±0,23		-1,5	
Экосил	307,6±2,3	-10,7*	151,5±12,6	1,2	459,1±7,8	-2,9*	2,06±0,16		-3,3*	
	Каротиноиды								Хлорофиллы÷Каротиноиды	
	сумма		β-каротин		ксантофиллы		β-каротин÷ксантофиллы			
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
	Контроль	126,3±1,0		14,8±0,2		111,5±1,3		0,13±0,01		3,90±0,11
N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub>	137,8±2,0	5,1*	32,9±0,2	62,8*	104,9±1,9	-2,9*	0,31±0,01	30,9*	3,54±0,10	-2,8*
Наноплант	129,6±6,6	0,5	25,0±0,3	27,0*	104,6±6,9	-1,0	0,24±0,02	5,4*	3,85±0,34	-0,1
Гидрогумат	134,7±3,8	3,6*	18,4±0,2	10,9*	116,3±14,0	0,3	0,16±0,02	1,4	3,62±0,06	-2,9*
Экосил	147,8±3,6	5,8*	4,0±0,2	-34,6*	143,9±3,8	8,1*	0,03±0,01	-25,1*	3,10±0,03	-7,2*

Примечание. \* – Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при P<0,05

Сравнение исследуемых показателей в контроле и в вариантах опыта с внесением удобрений выявило существенные генотипические и межвариантные различия в характере и степени ответной реакции растений голубики на применяемые агроприемы. Как следует из таблицы 2, у сорта Bluescor она проявилась менее выразительно, чем у сорта Northland. Так, в первом случае ни внесение полного минерального удобрения, ни обработка растений препаратом Экосил не оказали достоверного влияния на общее содержание в листьях и зеленых, и желтых пластидных пигментов. Использование же препаратов Наноплант и Гидрогумат, хотя и не повлияло на накопление каротиноидов, но в то же время обусловило сходное по относительной величине (на 14-15%, по сравнению с контролем) снижение в них содержания хлорофиллов. При этом на фоне обработок растений Наноплантом данный эффект был обусловлен исключительно ингибированием биосинтеза хлорофилла *b*, тогда как при внесении Гидрогумата наблюдалось обеднение листьев данного сорта уже обеими формами зеленых пигментов.

Заметим, что ни в одном варианте полевого опыта у сорта Bluescor не было выявлено достоверных изменений в суммарном содержании желтых пигментов, по сравнению с контролем. Вместе с тем в составе самого каротиноидного комплекса отмечены статистически выраженные сдвиги, заключавшиеся в активизации накопления β-каротина почти на 50% при обеднении их ксантофиллами на 5% на фоне внесения полного минерального удобрения, а также незначительное обогащение (на 6-7%) β-каротином при внесении Гидрогумата. Внекорневые обработки растений Наноплантом и Экосилом оказали противоположное действие на содержание в листьях β-каротина, проявившееся в его снижении, относительно контроля, на 9 и 54% соответственно, что сопровождалось во втором случае усилением накопления ксантофиллов почти на

10%. Установленные изменения в пигментном комплексе пластид под действием применявшихся агроприемов обусловили достоверное снижение соотношения содержания хлорофиллов и каротиноидов на 9-15% в большинстве вариантов опыта, что свидетельствовало об определенном ослаблении в нем позиций зеленых пигментов.

В отличие от сорта Bluescor, для сорта Northland во всех вариантах опыта, за исключением варианта с использованием Нанопланта, наблюдалась выраженная активизация в ассимилирующих органах биосинтеза обеих форм хлорофилла, особенно хлорофилла *b*, что подтверждалось достоверным увеличением его содержания, по сравнению с контролем, на 47-98% при увеличении содержания хлорофилла *a* лишь на 14-23% (см. табл. 2). При этом относительное увеличение суммарного содержания зеленых пигментов в обозначенных вариантах опыта составило 22-40%. Наиболее отчетливо это проявилось на фоне обработок Экосилом и в большей степени при внесении полного минерального удобрения. Вместе с тем обработка растений Наноплантом практически не повлияла на содержание в листьях хлорофиллов, поскольку незначительное снижение в них (не более чем на 5-6%), относительно контроля, содержания хлорофилла *a* не вызвало заметных изменений в общем содержании зеленых пигментов. В результате более выраженной в удобрявшихся вариантах опыта активизации накопления в листьях хлорофилла *b*, нежели хлорофилла *a*, имело место достоверное снижение соотношения их количеств на 11-39%, по сравнению с контролем.

Известно, что активность фотосинтетического аппарата растений тесно связана с содержанием азота, и количество хлорофилла является надежным критерием доступности почвенного азота для растений. Так, исследование влияния азотных удобрений на фотосинтетический аппарат озимой пшеницы показало заметное увеличение общего содержания пластидных пигментов

с увеличением возраста растений, особенно при высоких дозах внесения азотных удобрений [13]. При этом увеличение содержания пигментов в процессе роста растений пшеницы прямо коррелировало с усилением

биосинтеза дисахаридов (сахарозы и мальтозы). Аналогичные результаты были получены также на культурах риса, бобов, фруктовых деревьев и камелии китайской [14].

**Таблица 2** – Относительные различия содержания фотосинтезирующих пигментов в ассимилирующих органах модельных сортов голубики высокорослой и жимолости съедобной в вариантах полевого опыта по сравнению с контролем %

Сорт	Вариант опыта	a	b	a+b	a/b	Сумма каротиноидов	$\beta$ -каротин	Ксантофиллы	$\beta$ -каротин+ксантофиллы	Хлорофилл+Каротиноиды	Совокупный эффект	Соотношение позитивного и негативного влияния
Голубика высокорослая												
Bluecrop	$N_{16}P_{16}K_{16}$	-	-	-	-	-	+48,6	-5,3	+55,6	-	+43,3	9,2
	Наноплант	-	-23,0	-14,5	+16,1	-	-9,1	-	-	-11,2	-46,6	0
	Гидрогумат	-12,2	-19,9	-14,6	-	-	+6,3	-	-	-14,5	-40,4	0,1
	Экосил	-	-	-	-	-	-53,7	+9,6	-55,6	-9,1	-44,1	0,2
Northland	$N_{16}P_{16}K_{16}$	+20,8	+97,7	+40,2	-38,7	+129,8	+35,6	+136,1	-42,9	-39,3	+460,2	460,2
	Наноплант	-5,7	-	-	-10,8	+7,6	+117,8	-	+114,3	-	+119,7	22,0
	Гидрогумат	+13,6	+47,3	+22,1	-22,6	-	+128,9	-	+128,6	+15,9	+211,9	211,9
	Экосил	+22,8	+73,4	+35,6	-29,0	+27,6	+146,7	+19,7	+100,0	-	+325,8	325,8
Жимолость съедобная												
Камчадалка	$N_{16}P_{16}K_{16}$	-	-	-	+10,2	+9,1	+122,3	-5,9	+138,5	-9,2	+125,5	22,3
	Наноплант	-	-	-	-	-	+68,9	-	+84,6	-	+68,9	68,9
	Гидрогумат	-	-	-	-	+6,7	+24,3	-	-	-7,2	+31,0	31,0
	Экосил	-13,9	-	-6,8	-22,3	+17,0	-73,0	+29,1	-76,9	-20,5	-47,6	0,5
Примечание: Прочерк (-) означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с контролем при $P < 0,05$												

Однако исследование влияния 4-х кратного внесения возрастающих доз азотных (14, 28, 42, 56 г/раст.), фосфорных (7, 14, 21, 28 г/раст.) и калийных (7, 14, 21, 28 г/раст.) удобрений на растения голубики сорта Bluecrop, выполненное Li Xiaoуан [15], не выявило заметного позитивного влияния ни на массу плодов, ни на содержание в листьях хлорофилла и скорость нетто-фотосинтеза. Следует отметить, что исследования влияния удобрений на фотосинтетический аппарат растений голубики крайне мало численны. На выраженную видо- и сортоспецифичность в характере ответной реакции вересковых на применение азотфиксирующего, фосфатмобилизующего и ростстимулирующего изолятов микроорганизмов при адаптации клонированного посадочного материала *ex vitro*, а также на существенную активизацию при этом биосинтеза в его листовой ткани хлорофиллов есть указание в работе О.В. Чижик [16].

В наших исследованиях в обоих вариантах опыта с наибольшим позитивным влиянием на накопление в листьях

зеленых пластидных пигментов ( $N_{16}P_{16}K_{16}$ , Экосил) наблюдалась также существенная активизация биосинтеза в них и желтых пигментов, на что указывало увеличение их общего содержания соответственно на 130 и 28%, по сравнению с контролем. При этом более интенсивное накопление каротиноидов, нежели хлорофилла, на фоне  $N_{16}P_{16}K_{16}$  обусловило снижение соотношения их количества почти на 40%, по сравнению с контрольным агрофоном, тогда как активизация биосинтеза зеленых пигментов при отсутствии изменений в содержании желтых пигментов при внесении Гидрогумата привела к увеличению данного соотношения на 16%. В отличие от сорта Bluecrop, для сорта Northland были показаны более значительные изменения в составе каротиноидного комплекса ассимилирующих органов, заключавшиеся в увеличении содержания  $\beta$ -каротина во всех вариантах опыта на 36-147%, по сравнению с контролем, при одновременной активизации накопления в них ксантофиллов на фоне  $N_{16}P_{16}K_{16}$  и некорневых обработок Экосилом соответственно на 136 и 20%. При этом

различия темпов биосинтеза восстановленной и окисленной форм каротиноидов обусловили в большинстве вариантов опыта увеличение соотношения их количеств на 100-129%, относительно контроля, и лишь при внесении полного минерального удобрения, напротив, его снижение на 43% (см. табл. 2).

Нетрудно убедиться в наличии выраженной видо- и сортоспецифичности в формировании пигментного фонда пластид ассимилирующих органов голубики на фоне внесения удобрений. На наш взгляд, выявленные сортовые различия в характере ответной реакции растений голубики на испытывавшиеся агроприемы обусловлены особенностями их генотипа, поскольку сорт Bluecrop является представителем вида *V. corymbosum*, тогда как сорт Northland является межвидовым гибридом *V. corymbosum* x *V. angustifolium*. В наших предыдущих исследованиях на торфяной выработке верхового типа в Припятском Полесье с применением рострегулирующих препаратов Элегум-комплекс, КомплеМет, Сок Земли и Альбит в опытной культуре с *V. angustifolium*, межвидовым гибридом Northcountry и сортом Elizabeth (*V. corymbosum*) также была установлена выраженная сорто- и видоспецифичность в направленности и степени влияния препаратов на формирование текущего прироста вегетативных органов растений [17]. Несмотря на выявленные сортовые различия в пигментном комплексе пластид ассимилирующих органов опытных объектов в рамках полевого опыта, наиболее щадящее действие на его формирование у сорта Bluecrop и наибольшее стимулирующее влияние на накопление хлорофиллов и каротиноидов у сорта Northland установлено на фоне некорневых обработок Экосилом и особенно при внесении полного минерального удобрения.

Применяемые агроприемы оказали неоднозначное влияние на основные характеристики фонда фотосинтезирующих пигментов у модельных сортов голубики при разной степени воздействия на них применявшихся удобрений. С целью выявления варианта опыта с максимальной и минимальной степенью данного воздействия, в каждом из них были определены суммарные показатели относительных размеров положительных и отрицательных отклонений от контроля общего содержания хлорофилла и каротиноидов, а также основных форм этих пигментов, что позволило установить совокупный стимулирующий либо ингибирующий эффект от применения каждого вида удобрений. Соотношение же относительных величин данных эффектов давало возможность выявить вид удобрения с наиболее выраженным позитивным влиянием на пигментный фонд модельных сортов голубики.

Как следует из таблицы 2, интегральное стимулирующее действие удобрений на формирование пигментного фонда ассимилирующих органов проявилось только у сорта Northland. Наиболее эффективным следует признать внесение  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , наименее эффективным – внекорневые обработки Наноплантом при расхождении степени их позитивного влияния на содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях данного сорта в 20,9 раза. При этом эффективность применения Экосила и Гидрогумата была

ниже, чем в варианте с  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , соответственно в 1,4 и 2,2 раза. Что касается сорта Bluecrop, то незначительное позитивное влияние на содержание в листьях пластидных пигментов оказало только внесение  $N_{16}P_{16}K_{16}$  при абсолютном доминировании ингибирующего воздействия на него остальных испытывавшихся препаратов.

Логично предположить, что ответная реакция растений голубики высокорослой и жимолости съедобной на применяемые агроприемы в плане формирования пигментного фонда пластид может заметно различаться. Ассимилирующие органы сорта Камчадалка жимолости съедобной характеризовались более высоким, чем у сортов голубики, содержанием и зеленых, и желтых пластидных пигментов (см. табл. 1). Суммарное содержание первых варьировало в рамках полевого эксперимента в диапазоне от 459,1 до 494,8 мг/100 г сухой массы, в том числе хлорофилла *a* от 307,6 до 363,0 мг/100 г, хлорофилла *b* от 124,4 до 151,5 мг/100 г при общем содержании каротиноидов от 126,3 до 147,8 мг/100 г, в том числе  $\beta$ -каротина – от 4,0 до 32,9 мг/100 г, ксантофиллов – от 104,6 до 143,9 мг/100 г.

При сравнении исследуемых характеристик пигментного фонда пластид ассимилирующих органов в контроле и в вариантах опыта с внесением удобрений, как и у сорта Bluecrop голубики высокорослой (см. табл. 2), были выявлены сравнительно невыразительные межвариантные различия в характере и степени ответной реакции растений на применявшиеся агроприемы. Как следует из табл. 2, лишь на фоне обработки растений Экосилом имело место снижение на 14% содержания в листьях хлорофилла *a*, по сравнению с контролем, при отсутствии изменений в содержании хлорофилла *b*, что в итоге обусловило в данном варианте опыта достоверное снижение общего количества зеленых пигментов на 7%. В остальных же вариантах опыта с применением удобрений не было выявлено значимых различий с неудобренным агрофоном в содержании в листьях зеленых фотосинтезирующих пигментов. При этом различия темпов биосинтеза хлорофиллов *a* и *b* в вариантах опыта с внесением полного минерального удобрения и с обработкой растений Экосилом обусловили достоверные изменения соотношения их количеств – в сторону увеличения в первом случае и уменьшения во втором.

Обращает на себя внимание, что во всех вариантах опыта с применением удобрений, за исключением Нанопланта, наблюдалось увеличение содержания в листьях желтых пластидных пигментов соответственно на 7-17%, по сравнению с контролем. Активизация биосинтеза каротиноидов на фоне отсутствия либо наличия негативного влияния внесения  $N_{16}P_{16}K_{16}$  и Гидрогумата, а также обработок Экосилом на содержание хлорофиллов обусловила снижение соотношения данных групп пигментов, по сравнению с контролем, на 7-21%. Использование же Нанопланта не оказало достоверного влияния на содержание в листьях жимолости ни зеленых, ни желтых фотосинтезирующих пигментов. В большинстве вариантов полевого опыта, как и у растений голубики, в составе каротиноидного комплекса ассимилирующих органов жимолости также были выявлены существенные сдвиги, обусловленные



значительной активизацией биосинтеза  $\beta$ -каротина, о чем свидетельствовало увеличение его содержания на 24-122%, по сравнению с контролем, наиболее выраженное на фоне  $N_{16}P_{16}K_{16}$ . Заметим, что как и у сорта Bluecrop голубики высокорослой, в последнем случае усиление накопления  $\beta$ -каротина сопровождалось незначительным обеднением листьев (не более чем на 6%) ксантофиллами, при отсутствии достоверных изменений в содержании последних при использовании Нанопланта и Гидрогумата и усилении их накопления на 29% на фоне обработок Экосилом, сочетавшимся в последнем случае с весьма существенным (на 73%) обеднением пигментного фонда  $\beta$ -каротином (см. табл. 2).

Подобно растениям голубики, у жимолости съедобной применяемые агроприемы оказали неоднозначное влияние на основные характеристики фонда фотосинтезирующих пигментов при разной степени воздействия на него применявшихся удобрений. С целью выявления варианта опыта с максимальной и минимальной степенью данного воздействия, в каждом из них были определены суммарные значения относительных размеров положительных и отрицательных различий с контролем основных характеристик пигментного фонда пластид и был установлен совокупный стимулирующий либо ингибирующий эффект от применения каждого вида удобрений. По величине соотношения относительных размеров данных эффектов был определен вид удобрения с наиболее выраженным позитивным влиянием на пигментный фонд ассимилирующих органов жимолости. Как следует из табл.2, в результате показанной выше активизации биосинтеза  $\beta$ -каротина при использовании  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , Нанопланта и Гидрогумата, совокупный эффект в данных вариантах опыта имел исключительно положительную направленность. Наиболее результативным по данному показателю, как и у растений голубики, было внесение  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , но в отличие от данной культуры, наименее эффективными оказались обработки Экосилом с их выраженным ингибирующим действием на биосинтез фотосинтезирующих пигментов, обусловившим получение отрицательного значения совокупного эффекта. Результативность же применения Нанопланта и Гидрогумата в этом плане была ниже, чем в варианте с  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , соответственно в 1,8 и 4,0 раза. При этом наибольшим превышением позитивных изменений в содержании фотосинтезирующих пигментов над негативными в ассимилирующих органах жимолости в рамках полевого эксперимента характеризовался вариант опыта с некорневыми обработками Наноплантом, позитивное влияние которых было выше, чем в вариантах с внесением Гидрогумата и  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , а также с обработками Экосилом, соответственно в 2,2, 3,1 и 137,8 раза.

## Заключение

Сравнительное исследование влияния удобрений и регуляторов роста ( $N_{16}P_{16}K_{16}$ , Экосила, Гидрогумата и Нанопланта) на основные характеристики пигментного состава ассимилирующих органов растений голубики

высокорослой (сортов Bluecrop и Northland) и жимолости съедобной (сорта Камчадалка) выявило существенные генотипические и межвариантные различия в характере и степени ответной реакции растений. Установлено, что у растений голубики на агрофоне с применением удобрений выявлены существенные сдвиги в составе каротиноидного комплекса пластид, обусловленные чрезвычайно выраженной активизацией биосинтеза  $\beta$ -каротина при деградации ксантофиллов. При этом интегральное стимулирующее действие удобрений на формирование пигментного фонда пластид проявилось только у сорта Northland при наибольшей эффективности внесения  $N_{16}P_{16}K_{16}$  и наименьшей от обработок Наноплантом и при расхождении степени их позитивного влияния в 20,9 раза. Эффективность применения Экосила и Гидрогумата уступала таковой  $N_{16}P_{16}K_{16}$  соответственно в 1,4 и 2,2 раза. У сорта Bluecrop незначительное позитивное влияние на содержание в листьях пластидных пигментов установлено только на фоне  $N_{16}P_{16}K_{16}$  при абсолютном доминировании ингибирующего воздействия на него остальных видов удобрений.

У растений жимолости съедобной, характеризовавшихся более высоким, по сравнению с голубикой высокорослой, накоплением в ассимилирующих частях фотосинтезирующих пигментов, примененные большинство видов удобрений не оказало достоверного влияния на содержание в них хлорофиллов, но обусловило заметное пополнение фонда каротиноидов, за счет существенной активизации биосинтеза  $\beta$ -каротина. Наиболее выраженные позитивные изменения темпов накопления пластидных пигментов установлены на фоне некорневых обработок Наноплантом, позитивное влияние которого превышало таковое при внесении Гидрогумата и  $N_{16}P_{16}K_{16}$ , а также при обработках Экосилом соответственно в 2,2, 3,1 и 137,8 раза.

## Список литературы

1. Думбров, С. И. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях каштановых почв Волгоградской области. Автореф. дис. ... канд. с-х наук. Волгоград, 2008. 21 с.
2. Фурманов, М. С. Отчет об эффективности применения комплексного удобрения «ФлорГумат» на полях Изобильненского филиала ФГУ «ГОССОРТКОМИС-СИЯ» Изобильненского района, Ставропольского края. Изобильный, 2004. 4 с.
3. Шабанов, А. А. Биоорганические препараты Гидрогумат и Экосил – полезные компоненты в органическом земледелии // <https://ecosil.by/a27989-ekologicheskoe-zemledelie-rostoregulatory.html>.
4. Азизбекян, С. Г. Наноплант – новое отечественное микроудобрение // Наше сельское хозяйство. 2015. № 7. С. 2–6.
5. Азизбекян, С. Г., Домаш В., Бруй И.. Наноплант – белорусский «эликсир урожайности» // Белор. сельск. хозяйство. 2015. № 3(155). С. 3–5.

6. Дрозд О. В. Эффективность применения микроудобрений «Наноплант-Со, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» и «Наноплант-Аг» на голубике высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) // Опыт и перспективы возделывания ягодных растений семейства Брусничные на территории Беларуси и сопредельных стран: Матер. Межд. науч.-практ. семинара. Минск, 2017. С. 50–57.

7. Петров, Н. Ю., Бердников Н.В., Чернышков В.В. Влияние биостимуляторов на фотосинтетическую деятельность яровой пшеницы // Изв. Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2008. № 4 (12). С. 26–31.

8. Свиридов, С. С. Особенности воздействия физиологически активных веществ на растения сахарной свеклы в зависимости от фона минерального питания. Автореф. дис. ... канд. с-х наук. Рамонь, 2009. 21 с.

9. Влияние стимуляторов роста на основе пленкообразующих составах на побегообразовательную способность одревесневших черенков и неукорененных отводков яблони // Изучение, охрана и использование биоразнообразия растений и животных; Сб. науч. статей преп. каф. ботаники и зоологии факульт. естествознания БГПУ. Минск: Право и экономика, 2009. С. 29-31.

10. Годнев, Т. Н. Хлорофилл, его строение и образование в растении. Минск: Изд-во АН БССР, 1952. 320 с.

11. Кахнович, Л.В. Фотосинтез. Методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний. Минск: БГУ, 2003. 88 с.

12. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина : ГОСТ 8756.22-80. Введ. 01.01.81. Дата последнего изменения 13.07.2017. М.: Изд-во стандартов, 2010. 6 с.

13. T. Tranavičienė et al. Effects of nitrogen fertilizers on wheat photosynthetic pigment and carbohydrate contents // Agronomy Research. 2008. Vol. 6 (2). Pp. 555–561.

14. Liu, Z. A., Yang J.P., Yang Z.C. Using a chlorophyll meter to estimate tea leaf chlorophyll and nitrogen contents // Journ. Soil Science and Plant Nutrition. 2012. Vol. 12 (2). Pp.339-348.

15. Xiaoyan Li , Jienan Wei, Yadong Li .Physiological effects of nitrogen, phosphorus and potassium on blueberry “Bluecrop” // Acta Hort. 2012. Vol. 926. Pp. 347–351.

16. Влияние микроорганизмов на адаптацию клонированного посадочного материала древесно-кустарниковых видов рода *Vaccinium* // Физиология и биохимия культурных растений, 2013. Т. 45, № 3. С. 254–259.

17. Возделывание голубики на торфяных выработках Припятского Полесья: (физиолого-биохимические аспекты развития) Минск: Беларуская навука, 2016. 242 с.

## References

1. Dumbrov, S. I. Vliyanie biopreparatov na produktivnost i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy v usloviyakh kashtanovykh pochv Volgogradskoy oblasti [Influence of biologies on the productivity and quality of winter wheat in conditions of chestnut soils in the Volgograd Region]: avtoref. dis.

... kand. s-h nauk: 06.01.09 [A thesis for the application of the degree of Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences: 06.01.09]. Volgograd, 2008. 21 p.

2. Furmanov, M. S. Otchet ob effektivnosti primeneniya kompleksnogo udobreniya «FlorGumat» na polyakh Izobilnenskogo filiala FGU «GOSSORTKOMISSIYA» Izobilnenskogo rayona, Stavropolskogo kraya [Report on the effectiveness of the application of complex fertilizer “FlorGumat” in the fields of the Izobilnensky branch of the Federal State Institution “Gossortkommissiya” of the Izobilnensky district, Stavropol Territory]. Izobilnyy, 2004. 4 p.

3. Shabanov, A. A. Bioorganicheskie preparaty Hidrogumat i Ekosil – poleznye komponenty v organicheskom zemledelii [Bioorganic preparations Hydrohumate and Ekosil – useful components in organic farming] Elektronnyy resurs [Electronic resource] Rezhim dostupa [Mode of access]: <https://ecosil.by/a27989-ekologicheskoe-zemledelie-rostoregulyatory.html>. Data dostupa [Date of access] 02.10.2016.

4. Azizbekyan, S. G. Nanoplant – novoe otechestvennoe mikroudobrenie [Nanoplant – a new native microfertilizer] // Nashe sel'sk. hozyajstvo [Our agriculture]. 2015, no 7, 3p. 2–6.

5. Azizbekyan, S.G. Nanoplant – belorusskiy «eliksir urozhaynosti» [Nanoplant – byelorussian “elixir productivity”] // Belor. sel'sk. hoz-vo [Byelorussian agriculture]. 2015. № 3(155), 3p. 53–59.

6. Drozd, O. V. Effektivnost primeneniya mikroudobreniy «Nanoplant–Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» i «Nanoplant-Ag» na golubike vysokorosloy (*Vaccinium corymbosum* L.) [Efficiency of application of microfertilizers “Nanoplant-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se” and “Nanoplant-Ag” on highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.)] // Opyt i perspektivy vozdelevaniya yagodnykh rasteniy semeystva Brusnichnye na territorii Belarusi i sopredelnykh stran [Experience and prospects of cultivation of berry plants of the *Vacciniaceae* family on the territory of Belarus and neighboring countries] Materialy Mezhdunar. nauchyu-prakt. seminaru [Materials of the International Scientific and Practical Seminar]. Minsk. 2017. 3p. 50–57.

7. Petrov, N. Yu. Vliyanie biostimulyatorov na fotosinteticheskuyu deyatelnost yarovoy pshenitsy [Effect of biostimulants on the photosynthetic activity of spring wheat] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agroniversitetskogo kompleksa [News of the Nizhnevolzhsk Agro-University Complex]. 2008. № 4(12). Pp. 26–31.

8. Sviridov, S. S. Osobennosti vozdeystviya fiziologicheskii aktivnykh veshchestv na rasteniya sakharnoy svekly v zavisimosti ot fona mineralnogo pitaniya [Peculiarity of the effect of physiologically active substances on sugar beet plants, depending on the background of mineral nutrition]: avtoref. dis. ... kand. s-kh. nauk: 06.01.09 [A thesis for the application of the degree of Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences: 06.01.09]. Ramon, 2009. 21 p.

9. Vliyanie stimulyatorov rosta na osnove plenkoobrazuyushchikh sostavakh na pobegoobrazovatelnyuyu sposobnost odrevesnevshikh cherenkov i neukorenennykh otvodkov yablони [Influence of growth stimulators on the basis of

film-forming compositions on the shoot-forming ability of lignified cuttings and unbroken apple tree branches] // *Izuchenie, ohrana i ispol'zovanie bioraznoobraziya rastenij i zhivotnyh: sb. nauch. statej prep. kaf. botaniki i zoologii fakul't. estestvoznaniya BGPU* [Study, protection and use of plant and animal biodiversity: ]. Minsk: Pravo i ehkonomika, 2009, Pp. 29–31.

10. Godnev, T. N. Khlороfill, ego stroenie i obrazovanie v rastenii [Chlorophyll, its structure and formation in a plant]. Minsk: Izd-vo AN BSSR [Publishing House of the AS BSSR], 1952. 320 p.

11. Kahnovich, L. V. Fotosintez. Metodicheskie rekomendatsii k laboratornym zanyatiyam, zadaniya dlya samostoyatel'noy raboty i kontrolya znaniy studentov [Photosynthesis. Methodical recommendations for laboratory studies, tasks for independent work and control of students' knowledge] // BGU, biofak, kaf. fiziologii i biokhimii rasteniy [Belarusian State University], Minsk, 2003. 88 p.

12. Produkty pererabotki plodov i ovoshchey. Metod opredeleniya karotina: GOST 8756.22-80. [Fruit and vegetable products. Method for determination of carotene: GOST 8756.22-80] Vved. 01.01.81. [Introduced 01.01.81] Data poslednego izmeneniya 13.07.2017 [Date of last change 13.07.2017]. - M.: Izd-vo standartov [Standartinform Publ.], 2010, 6 p.

13. Effects of nitrogen fertilizers on wheat photosynthetic pigment and carbohydrate contents / T. Tranavičienė [et al.] // *Agronomy Research*. 2008. Vol. 6 (2). Pp. 555–561.

14. Liu, Z. A. Using a chlorophyll meter to estimate tea leaf chlorophyll and nitrogen contents / Z. A. Liu, J. P. Yang, Z. C. Yang. // *Journ. Soil Sci and Plant Nutrition*. 2012. Vol.12 (2). Pp. 339-348.

15. Xiaoyan, Li Physiological effects of nitrogen, phosphorus and potassium on blueberry "Bluecrop" // *Acta Hort*. 2012. Vol. 926. Pp. 347–351.16.

16. Vliyanie mikroorganizmov na adaptatsiyu klonirovannogo posadochnogo materiala drevesno-kustarnikovyykh vidov roda *Vaccinium* [The microorganisms influence on adaptation of clonal planting stock of hardy-shrub species of *Vaccinium*] // *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rastenij* [Physiology and biochemistry of cultivated plants], 2013. Vol. 45, Is. 3. Pp. 254–259.

17. Vozdelyvanie golubiki na torfyanykh vyrabotkakh Pripyatskogo Polesya: (fiziologo-biokhimicheskie aspekty razvitiya) [Cultivation of blueberries on peat excavations of Pripyat' Polesye: (physiological and biochemical aspects of development)] Minsk: Belaruskaya navuka [Publishing House "Belarusian Science"], 2016. 242 p.

## Информация об авторах

**Рупасова Жанна Александровна** д-р биол. наук, член-корр. НАН Беларуси, проф.

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

**Яковлев Александр Павлович** канд. биол. наук, доцент

E-mail: A.Yakovlev@cbg.org.by

**Савосько Ирина Валерьевна** мл. н. с.

E-mail – irinay@tut.by

**Павловский Николай Болеславович** канд. биол. наук, зав. лабораторией

**Володько Иван Казимирович** канд. биол. наук, зам. директора

**Николайчук Алла Михайловна** канд. биол. наук

E-mail: alla\_nik77@mail.ru

Государственное учреждение науки Центральный ботанический сад НАН Беларуси

220012. Республика Беларусь, Минск, ул. Сурганова, 2в

**Кабашникова Людмила Федоровна** д-р биол. наук, доцент, зав. лабораторией

E-mail: kabashnikova@ibp.org.by

Государственное учреждение науки Институт Биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси

220072. Республика Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27

## Information about the authors

**Rupasova Zhanna Aleksandrovna** D-r. Sci. Biol., Prof., Head of Laboratory ,

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

**Yakovlev Aleksandr Pavlovich** Cand. Sci. Biol.,

E-mail: A.Yakovlev@cbg.org.by

**Savosko Irina Valeryevna** Junior Researcher

E-mail – irinay@tut.by

**Pavlovsky Nikolay Boleslawovich** Cand. Sci. Biol., Head of Laboratory

**Volodko Ivan Kazimirovich** Cand. Sci. Biol., Vice Director

**Nikolaichuk Alla Mikchailovna** Cand. Sci. Biol.,

E-mail: alla\_nik77@mail.ru

State Institution for Science Central Botanical Garden NAS of Belarus Republic

220012. Belarus Republic, Minsk, Surganova Str., 2v

**Kabashnikova Lyudmila Fedorovna** D-r. Sci. Biol., Head of Laboratory

E-mail: kabashnikova@ibp.org.by

State Institution for Science Institute of Biophysics and Cell Engineering NAS of Belarus Republic.

220072. Belarus Republic, Minsk, Akademicheskaya Str., 27