

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ОБРАБОТОК МИКРОУДОБРЕНИЕМ «НАНОПЛАНТ-S. СЕРА» НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОЛУБИКИ (*VACCINIUM CORYMBOSUM L*)

Т. В. КУРЛОВИЧ, В. Л. ФИЛИПЕНЯ

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220012, e-mail: vaccinium@mail.ru

С. Г. АЗИЗБЕКЯН

ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220072, e-mail: s.az@mail.ru

(Поступила в редакцию 10.06.2025)

Голубика высокорослая – одна из самых популярных ягодных культур. Площади под ее посадками постоянно увеличиваются в различных климатических зонах, что повышает актуальность задач увеличения размеров, массы ягод, урожайности и сроков хранения.

Для решения этих вопросов на посадках голубики применяются макро- и микроудобрения, а также средства защиты от болезней. Важным аспектом является безопасность применяемых веществ для человека и окружающей среды, а также их расход и стоимость. В этой связи актуальным является применение веществ, способных при низкой концентрации действующего вещества проявлять высокую эффективность и не накапливаться в плодах в формах опасных для здоровья потребителей.

Выполненные в течение двух сезонов полевые испытания влияния некорневых обработок микроудобрением «Наноплант-S. Сера» на продуктивность четырех сортов голубики позволили установить, что новый препарат на основе наночастиц серы проявляет высокую биологическую эффективность при низком расходе (5 г S / га на одну обработку). Это открывает возможность экономически оправданного увеличения кратности обработок, что позволяет удовлетворить постоянную потребность растений в сере в период всей вегетации – от набухания почек до массового плодоношения. Использование Наноплант-S. Сера обеспечивает достоверное ускорение (на 2–4 дня) начала периода массового созревания ягод, увеличение массы ягоды (на 10,9–38,4 % в 2023 г. и на 6,7–50,0 % в 2024 г.) и повышение урожайности (в 2023 г. на 11,1–145,5 %, в 2024 г. на 4,4–17,1 %). Сохраняемость ягод сортов Bluegold, Duke Jersey увеличилась на срок от 5 до 8 суток, что позволяет удлинить сроки реализации урожая, снизить потери при хранении и транспортировке в дальние регионы.

Ключевые слова: голубика высокорослая, *Vaccinium corymbosum L.*, микроудобрение, Наноплант-S. Сера, наночастицы, масса ягод, урожайность, сохраняемость ягод.

Highbush blueberry is one of the most popular berry crops. The areas under its plantings are constantly increasing in various climatic zones, which increases the relevance of the tasks of increasing the size, weight of berries, yield and shelf life. To solve these issues, macro- and microfertilizers, as well as disease protection products, are used on blueberry plantings. An important aspect is the safety of the substances used for humans and the environment, as well as their consumption and cost. In this regard, it is important to use substances that can exhibit high efficiency at a low concentration of the active substance and not accumulate in the fruits in forms hazardous to the health of consumers.

Field tests of the effect of foliar treatments with the microfertilizer "Nanoplant-S. Sulfur" on the productivity of four blueberry varieties, carried out over two seasons, made it possible to establish that the new drug based on sulfur nanoparticles exhibits high biological efficiency at a low consumption (5 g S / ha per treatment). This opens up the possibility of an economically justified increase in the frequency of treatments, which allows satisfying the constant need of plants for sulfur throughout the growing season - from bud swelling to mass fruiting. The use of Nanoplant-S. Sulfur provides a reliable acceleration (by 2–4 days) of the onset of the mass ripening period of berries, an increase in berry weight (by 10.9–38.4 % in 2023 and by 6.7–50.0 % in 2024) and an increase in yield (in 2023 by 11.1–145.5 %, in 2024 by 4.4–17.1 %). The shelf life of Bluegold, Duke and Jersey berries has increased by 5 to 8 days, which allows extending the harvest sale period, reducing losses during storage and transportation to remote regions.

Key words: highbush blueberry, *Vaccinium corymbosum L.*, microfertilizer, Nanoplant-S. Sulfur, nanoparticles, berry weight, yield, berry shelf life.

Введение

Голубика высокорослая – одна из самых популярных ягодных культур. Площади под ее посадками постоянно увеличиваются в различных климатических зонах, что повышает актуальность задач увеличения размеров, массы ягод, урожайности и сроков хранения. Для решения этих вопросов на посадках голубики применяются макро- и микроудобрения, а также средства защиты от болезней. Важным аспектом является безопасность применяемых веществ для человека и окружающей среды, а также их расход и стоимость. В этой связи актуальным является применение веществ, способных при низкой концентрации действующего вещества проявлять высокую эффективность и не накапливаться в плодах в формах опасных для здоровья потребителей. Выполненные в течение двух сезонов полевые испытания влияния некорневых обработок микроудобрением «Наноплант-S. Сера» на продуктивность четырех сортов голубики позволили установить, что новый препарат на основе наночастиц серы проявляет высокую биологическую эффективность при низком расходе (5 г S / га на одну обработку). Это открывает возможность экономически оправданного увеличения кратности обработок, что позволяет удовлетворить постоянную потребность растений в сере в период всей вегетации – от набухания почек до массового плодоношения. Использование Наноплант-S. Сера обеспечивает достоверное ускорение (на 2–4 дня) начала периода массового созревания ягод, увеличение массы ягоды (на 10,9–38,4 % в 2023 г. и на 6,7–50,0 % в 2024 г.) и повышение урожайности (в 2023 г. на 11,1–145,5 %, в 2024 г. на 4,4–17,1 %). Сохраняемость ягод сортов Bluegold, Duke Jersey увеличилась на срок от 5 до 8 суток, что позволяет удлинить сроки реализации урожая, снизить потери при хранении и транспортировке в дальние регионы.

Ключевые слова: голубика высокорослая, *Vaccinium corymbosum L.*, микроудобрение, Наноплант-S. Сера, наночастицы, масса ягод, урожайность, сохраняемость ягод.

Highbush blueberry is one of the most popular berry crops. The areas under its plantings are constantly increasing in various climatic zones, which increases the relevance of the tasks of increasing the size, weight of berries, yield and shelf life. To solve these issues, macro- and microfertilizers, as well as disease protection products, are used on blueberry plantings. An important aspect is the safety of the substances used for humans and the environment, as well as their consumption and cost. In this regard, it is important to use substances that can exhibit high efficiency at a low concentration of the active substance and not accumulate in the fruits in forms hazardous to the health of consumers.

Field tests of the effect of foliar treatments with the microfertilizer "Nanoplant-S. Sulfur" on the productivity of four blueberry varieties, carried out over two seasons, made it possible to establish that the new drug based on sulfur nanoparticles exhibits high biological efficiency at a low consumption (5 g S / ha per treatment). This opens up the possibility of an economically justified increase in the frequency of treatments, which allows satisfying the constant need of plants for sulfur throughout the growing season - from bud swelling to mass fruiting. The use of Nanoplant-S. Sulfur provides a reliable acceleration (by 2–4 days) of the onset of the mass ripening period of berries, an increase in berry weight (by 10.9–38.4 % in 2023 and by 6.7–50.0 % in 2024) and an increase in yield (in 2023 by 11.1–145.5 %, in 2024 by 4.4–17.1 %). The shelf life of Bluegold, Duke and Jersey berries has increased by 5 to 8 days, which allows extending the harvest sale period, reducing losses during storage and transportation to remote regions.

Key words: highbush blueberry, *Vaccinium corymbosum L.*, microfertilizer, Nanoplant-S. Sulfur, nanoparticles, berry weight, yield, berry shelf life.

Л 3

Наноплант-S. Сера +

Наноплант [5 12]+

«Наноплант-S. Сера»

Основная часть

3 9Bluegold, Bluetta, Duke Jersey-

Фон

Наноплант-S,

9S 14 .)-

«Наноплант-S. Сера»

КомплеМет(+ . + 9N-3,7; P₂O₅-75; K₂O-62; SO₄ 16 (S-5,3); MgO 6,2; Fe-7,5; Mn-2,5; Cu- 2,2; Zn-3,7; Mo-0,03; Co-0,01; B-1,1.

КомплеМет Голубика ' Ком-

07/ . -

+

90/ . '2 2// .

1

1

9

0/7/ . +

207/ . -

(-

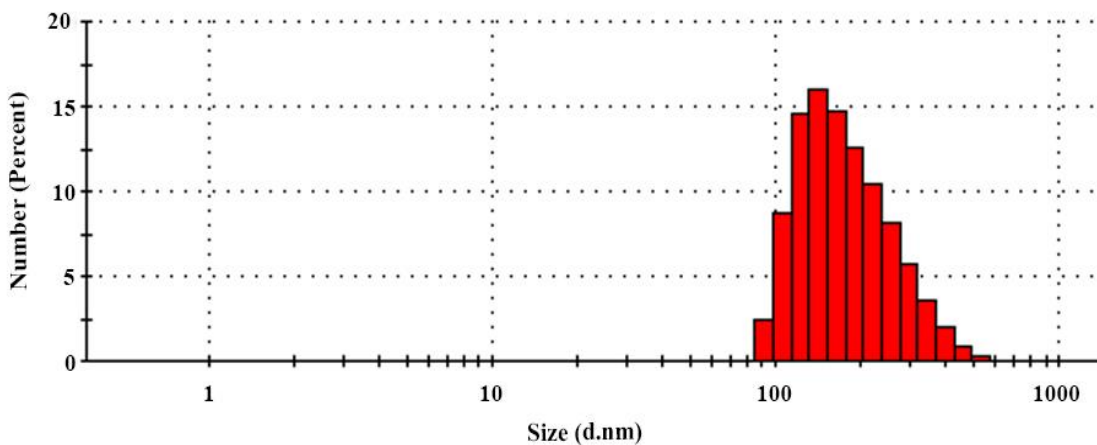
Наноплант-S

Yds rlydq M mm YRO 'L kldqnt

(-

+

03/ -



Наноплант-S

Ø2 -

(-

0

+
0//

'3 0)

4// - 0/ 203 - 2- - Dwbdk - 04 14 + 02

10 +30 - 6 + 01 + 75 - + ,

1,5 1 1/13 *4 - 14 0 6 16 + + 10 18 + ,

- 14 0 6 16 + + + - ,

+ 74 + 107 +3/ + (+ ,

005 012% - + + ,

1/13 + 1/13 04 1/ + ,

1/12 - + 1/13 04 1/ + ,

Наноплант-S

' 1 3 +03 4,0 (' 1 5 +02 9,3 (,

' -0(-

0- Влияние обработок микроудобрением *Наноплант-S* на начало и окончание срока массового созревания ягод голубики.

		1/12			1/13				
			+		+		+		
<i>Bluegold</i>		004± 0±		070± 0±		027± 0±		035± 0±	
		004± 0±	-0,2	068± 0±	1,2	027± 0±	-0,1	034± 0±	0,8
	<i>Наноплант-S</i>	111,4*±1,6	3,6	179,0*±1,0	1,3	135,4*±1,7	2,1	143,2*±1,1	2,4
	<i>HCP_{0,05}</i>	2,47		1,76		2,57		3,23	
<i>Bluetta</i>		0/ 4± 0±		067± 1±		0/ 7± 0±		013± 0±	
		0/ 2± 0±	1,8	066± 0±	0,7	0/ 7± 0±	0,1	012± 0±	0,6
	<i>Наноплант-S</i>	102,5*±0,7	2,6	162,2*±2,0	9,3	106,7*±1,1	1,6	121,2*±2,0	2,6
	<i>HCP_{0,05}</i>	2,02		3,47		1,32		2,95	
<i>Duke</i>		0/ 4± 0±		071± 1±		0/ 8± 0±		010± 1±	
		0/ 5± 0±	-0,8	066± 0±	2,8	0/ 6± 0±	2,0	008± 0±	1,7
	<i>Наноплант-S</i>	101,3*±0,8	4,0	177,5*±1,1	2,6	105,8*±0,9	3,3	116,6*±1,8	4,0
	<i>HCP_{0,05}</i>	2,37		2,11		3,18		4,68	
<i>Jersey</i>		000± / 8		068± 0±		021± / 8		000± 0±	
		000± 0±	-0,5	068± 0±	0,3	02/ 6) 0±	1,36	0/ 8± 0±	1,89
	<i>Наноплант-S</i>	109,1±1,4	1,9	177,4*±1,2	1,3	130,6*±1,4	1,4	108,5±1,7	2,60
	<i>HCP_{0,05}</i>	3,12		2,02		1,42		5,12	

* о; / ±4.

1/12 - 1/11 - *Наноплант-S* -1(-

1/12 - *Bluegold* *Bluetta* ' 00± 18,7 (- ' 0/ 8

38,4 (+ *Duke* *Jersey* +

Наноплант-S

+

00±0 145,5 %).

1/13 . 05 44 (1/12 -+

+

Наноплант-S

38

1/13 -

17,1 (5-6 50,0 %).

1. Влияние обработок микроудобрением *Наноплант S* на массу и урожайность ягод голубики-

		2023 г				2024 г			
			+	x	+		+	x	+
<i>Bluegold</i>		014 / +1		/ 84 / +4		012 / +0		35 / -2	
		012 / +0	-1,6	/ -31 / +4	-6,7	030 / +1	14,6	41) / -2	13,0
	Наноплант-S	1,73*±0,04	38,4	0,50*±0,10	11,1	1,44*±0,02	17,1	5,2*±0,9	13,0
	<i>HCP_{0,05}</i>	0,05		0,04		0,21		0,47	
<i>Bluetta</i>		017 / +2		/ 42 / +0		/ 83 / +0		04 / -5	
		017 / +2	0	/ 20 / +1	-41,5	/ 85 / +0	2,1	07 / -5	-66,7
	Наноплант-S	1,42*±0,03	10,9	0,63*±0,23	18,7	1,00±0,03	6,4	1,6±0,6	6,7
	<i>HCP_{0,05}</i>	0,06		0,08		0,04		0,50	
<i>Duke</i>		056 / +3		/ +1 / +1		0+01 / +2		1+0 / +1	
		057 / +1	0,6	/ +1 / +6	0	0+07 / +0	5,4	1+1 / +4	4,8
	Наноплант-S	1,69±0,02	1,2	0,54*±0,18	145,5	1,29*±0,03	15,2	3,1*±0,4	47,6
	<i>HCP_{0,05}</i>	0,02		0,16		0,14		0,74	
<i>Jersey</i>		011 / +1		/ +07 / +1		/ 8/ / +0		01 / +3	
		012 / +0	0,8	/ +1) / +1	22,2	/ 82 / +0	0,9	04 / +0	25,0
	Наноплант-S	1,22±0,02	0	0,20±0,03	11,1	0,94*±0,01	4,4	1,8*±0,4	50,0
	<i>HCP_{0,05}</i>	0,03		0,03		0,03		0,54	

* о; / +4.

+

[1],

+

-

Наноплант-S

Bluegold, Duke Jersey 4 7

31,7 71,5 (- *Bluetta* + 3+4 26,3 %).

2- Влияние обработок удобрением *Наноплант-S* на сроки хранения ягод голубики.

		2023 год		2024 год	
			+		+
<i>Bluegold</i>		0/ 56 / -22		01 83 / -20	
		03-22) / -22	34,3	04+2 / -24	22,4
	Наноплант-S	17,00*±0,58	59,3	19,32*±0,64	55,3
	<i>HCP_{0,05}</i>	0,98		3,12	
<i>Bluetta</i>		03-56 / -22	-22,8	06-56 / -31	
		00-22 / -22		07-60 / +43	5,9
	Наноплант-S	15,33*±0,33	4,5	22,32*±0,71	26,3
	<i>HCP_{0,05}</i>	0,63		3,09	
<i>Duke</i>		8-22 / 56		0/ 78 / -22	
		00-22) / 56	21,4	01-52 / -65	16,00
	Наноплант-S	16,00*±0,58	71,5	18,27*±0,42	67,8
	<i>HCP_{0,05}</i>	1,23		2,89	
<i>Jersey</i>		5-22 / -22		01-66 / -83	
		6-22) / -22	15,8	05+06) / -82	26,6
	Наноплант-S	11,33*±0,33	31,7	19,42*±0,85	52,1
	<i>HCP_{0,05}</i>	0,63		3,03	

* о; / +4.

Заклучение

Наноплант-S

'4 R.

(-

Наноплант-S

+

' 1 3 (

(

0/8 38,4 1/12 -
000 145,5 +

5-6 50,0 1/13 +

1/12 -

2024 - 3-В 17,1 -

Bluegold, Duke Jersey

4

7

+

+

Наноплант-S

Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se, B-

*

Нано-

плант-Ca-Si.

ЛИТЕРАТУРА

0- 9 - - - 9 . - - + - - + - - -1- + - - -

9 - - - +1/5- . 210, 633.

2. Mittal, D.; Kaur, G.; Singh, P.; Yadav, K.; Ali, S. A. Nanoparticle-Based Sustainable Agriculture and Food Science: Recent Advances and Future Outlook. *Front. Nanotechnol.* 2020, 2, 579954. <https://doi.org/10.3389/fnano.2020.579954>.

3. Chen, H., and Yada, R. Nanotechnologies in agriculture: new tools for sustainable development. *Trends Food Sci. Tech.* 2011. 22, 585-594. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.09.004>.

4. Fraceto, L. F., Grillo, R., de Medeiros, G. A., Scognamiglio, V., Rea, G., and Bartolucci, C. Nanotechnology in agriculture: which innovation potential does it have? *Front. Environ. Sci.* 2016. 4:20 <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00020>.

5. + - - - 6' (- .68 60' (: 8' (- .38 41. + - - - ..

6. + - - - 6' (- .68 60' (: 8' (- .38 41. + - - - ..

2018.

7. -47 61.

7. + - - -

- - + - - + - - ..

WU daRostim 2018- - - 3 7 1/07 ., -0/4 108.

7-

Z - +1/10- 229 -

8-S 1 h h +F- Bnl oqgdnrhul ds kbased nanopriming for improving seed germination and initial growth of field pea (*Pisum r shut l K-(. F- S 1 h h + R- yhyadj h m+ C- L h j nuh m dsb- .. Agronomy* 2023, 13(12), 2932. <https://doi.org/10.3390/agronomy13122932>.

0/- S 1 h h +F- Assessment of Various Nanoprimings for Boosting Pea Germination and Early Growth in Both Optimal and Drought-Stressed Environments . F- S 1 h h + R- yhyadj h m+ C- L h j nuh m dsb- .. *Plants* 2024, 13 (11), 1547. <https://doi.org/10.3390/plants13111547>.

11. + - - - Z - - - -Rh . - - - + - - , - 2024. 3

-32 37.

12. - - - -Ca-Rh

'U bbhnt l (. - - + - - + - - - - -25- 2024. -0/5 110.

02- + - - - (.

- - + - - + - - - 9 +087/- 72 -

03- +0872- 65 - + 9 - - - Z - - -9