

Научная статья

УДК 635.11

EDN XEZLFI

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-55-63>

Межсортовые различия хозяйственно ценных признаков и биохимических показателей свеклы столовой

Антонина Павловна Пакусина¹, Юлия Васильевна Оборская²,
Николай Андреевич Сакара³, Юрий Григорьевич Михеев⁴,
Татьяна Павловна Платонова⁵

^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

^{3,4} Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра
овощеводства, Приморский край, Суражевка, Россия

⁵ Амурский государственный университет, Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ pakusina.a@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований хозяйственно ценных признаков и биохимических показателей сортов и гибридов свеклы отечественной и зарубежной селекции в условиях юга Амурской области. Всхожесть семян сортов и гибридов свеклы столовой составила от 80 до 88 %. Высокую полевую всхожесть семян (88 %) показала свекла сорта Приморская 4. Сорт Успех обладал более низкой товарностью (83,9 %) по сравнению с другими сортами, но отличался высокой средней массой корнеплода, составившей 294,7 г. Свекла сорта Валента имела низкую среднюю массу корнеплода – 168 г. Урожайность свеклы варьировала от 30,0 т/га (сорт Детройт) до 44,3 т/га (Пабло F1). Максимальная урожайность сформирована у свеклы сортов Приморская 4 (37,9 т/га), товарность 89,4 %; Цилиндра (40,0 т/га), товарность 90,2 %; Пабло (44,3 т/га), товарность 91,7 %. Высокая органолептическая оценка дана отечественным сортам Приморская 4 и Успех. Наиболее пригодным сортом для уборки комбайном является сорт Приморская 4, с прямостоячим расположением листьев на головке корнеплода. По содержанию сахаров лидировал также этот сорт. Содержание аскорбиновой кислоты в корнеплодах свеклы колебалось от 6,53 мг/100 г (сорт Успех) до 10,90 мг/100 г (сорт Детройт), сухого вещества – от 14,39 % (Пабло F1) до 21,75 % (Успех). Наивысший уровень накопления красящих веществ (бетаксантинов и бетацианинов) в корнеплодах свеклы отмечен у сортов Успех, Валента.

Ключевые слова: свекла столовая, корнеплод, урожайность, витамин С, сахар

Для цитирования: Пакусина А. П., Оборская Ю. В., Сакара Н. А., Михеев Ю. Г., Платонова Т. П. Межсортовые различия хозяйственно ценных признаков и биохимических показателей свеклы столовой // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 2. С. 55–63. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-55-63>.

Original article

Intervarietal differences in economically valuable traits and biochemical parameters of red beets

Antonina P. Pakusina¹, Yuliya V. Oborskaya², Nikolay A. Sakara³,
Yurii G. Mikheev⁴, Tatiana P. Platonova⁵

^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation

^{3,4} Primorskaya Vegetable Experimental Station – branch of the Federal Scientific Vegetable

Center, Primorsky krai, Surazhevka, Russian Federation

⁵ Amur State University, Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation

¹ pakusina.a@yandex.ru

Abstract. This article presents the results of studies of economically valuable traits and biochemical indicators of beetroot varieties and hybrids of domestic and foreign breeding in the conditions of south of Amur region. The germination of seeds of varieties and hybrids of beetroot ranged from 80% to 88%. The high field germination of seeds (88%) was shown by the beets of Primorskaya 4 variety. The Uspekh variety had lower marketability (83.9%) compared to other varieties, but was distinguished by a high average weight of root crop (294.7 g). The beet variety Valenta had a low average root weight of 168 g. The yield of beet varied from 30.0 t/ha (Detroit variety) to 44.3 t/ha (Pablo F1 variety). The maximum yield was formed in beet varieties Primorskaya 4 (37.9 t/ha), marketability 89.4%; Tsilindra (40.0 t/ha), marketability 90.2%; Pablo (44.3 t/ha), marketability 91.7%. A high organoleptic rating was given to the domestic varieties Primorskaya 4 and Uspekh. The most suitable variety for harvesting by a combine harvester was Primorskaya 4 variety, with an erect arrangement of leaves on the head of root crop. In terms of sugar content, this variety was also in the lead. The content of ascorbic acid in beet roots ranged from 6.53 mg/100 g (Uspekh variety) to 10.90 mg/100 g (Detroit variety), dry matter – from 14.39% (Pablo F1 variety) to 21.75% (Uspekh variety). The highest level of accumulation of coloring substances (betaxanthins and betacyanins) in beet root crops was noted for varieties Uspekh, Valenta.

Keywords: beetroot, root crop, yield, vitamin C, sugar

For citation: Pakusina A. P., Oborskaya Yu. V., Sakara N. A., Mikheev Yu. G., Platonova T. P. Intervarietal differences in economically valuable traits and biochemical parameters of red beets. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. 2024;18;2:55–63. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-55-63>.

Введение. Овощные культуры имеют огромное значение для рационального питания человека. В состав корнеплодов и листьев свеклы входят клетчатка, растительный белок, биологически активные вещества, макро- и микроэлементы. Выявлены противовоспалительные, антибактериальные и другие полезные свойства свеклы. Ее используют для производства продуктов питания специального назначения [1].

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения РФ от 19.08.2016 № 614 «Об установлении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевой продукции, отвечающим требованиям здорового питания», человеку рекомендуется потреблять в пищу примерно 18 кг свеклы в год.

Как правило, многие исследования посвящены селекционной работе по созданию качественно новых сортов свеклы; проводится экологическое испытание сортов свеклы столовой в различных регионах РФ [2]. Активно изучаются хо-

зяйственно-биологические показатели овощных культур [3, 4]. На Дальнем Востоке России успешно решается проблема самообеспечения овощами населения на основе внедрения результатов научных исследований по овощеводству [5].

Изучение биохимических показателей овощной продукции имеет принципиальное значение в селекционной работе и актуально в связи со здоровым питанием.

Целью исследований явилось изучение особенностей хозяйственно ценных признаков и биохимического состава среднеспелых сортов и гибридов свеклы столовой российской и зарубежной селекции в условиях южной сельскохозяйственной зоны Амурской области.

Методика и объект исследования. Изучали пять среднеспелых сортов и один гибрид свеклы столовой, выращенной в грунте в КФХ Корнеев А. П. (с. Каникурган Благовещенского района Амурской области). Оригинаторами сортов Успех и Цилиндра является Федеральный научный центр овощеводства;

сорта Детройт – ООО «Агрофирма Поиск», ЗАО «Компания Ланс», ООО «Гетерозисная селекция»; сорта Валента – Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, АО «Сортсемовощ»; гибрида Пабло F1 – Bejo Zaden.

Сорта и гибриды внесены в Государственный реестр в 1990-е гг., за исключением сортов Успех (2006 г.) и Приморская 4 (2015 г.). Для Дальневосточного региона из изучаемых образцов свеклы рекомендованы пять сортов (исключение составляет сорт Валента) [6].

Сорта свеклы Успех и Приморская 4 являются результатом многолетней работы ученого-селекционера Ю. Г. Михеева [7]. Свекла сортов Детройт и Цилиндра рекомендована для садово-огородных участков, приусадебных и мелких фермерских хозяйств; другие сорта – для товарного производства и могут быть использованы в кулинарии и для зимнего хранения.

Титруемую кислотность определяли путем титрования водной вытяжки гидроксидом натрия в присутствии тимолфталейна. Аскорбиновую кислоту экстрагировали раствором соляной и щавелевой кислотой и титровали йодатом калия в присутствии крахмала. Зольность свеклы и сухие вещества определяли термогравиметрическим методом. Красящие вещества устанавливали на спектрофотометре: при длине волны 535 нм – бетанин и при длине волны 480 нм – бетаксантин.

Площадь опыта для свеклы составила 0,072 га. Повторность трехкратная. Полевой опыт был заложен по методике Б. А. Доспехова [8]. Учеты и наблюдения в опыте проводили по общепринятым методикам для овощных культур. Использовали принятую для Амурской области агротехнику [9].

Семена свеклы сеяли 6 июня 2022 г. гребневым способом с шириной междурядий 75 см, двухстрочным способом (через 9 см) с глубиной посева 2,5–3 см, расстояние между семенами 7 см. В период вегетации выполняли междурядные обработки, борьбу с сорняками и вредителями, полив всходов свеклы (рис. 1). Сбор свеклы проводили 20 сентября 2022 г.

Условия произрастания характеризовались выше многолетней температурой воздуха в первой и второй декадах апреля, что способствовало быстрому прогреванию почвы, своевременному проведению поверхностных обработок и посадке (севу) ранних культур.

В мае температура воздуха была ниже среднемноголетней на 0,5 °С, в августе – на 0,2 °С. Вторая половина июня и июля оказалась теплее на 1,6–2,1 °С.

Сумма осадков распределялась неравномерно. В третьей декаде мая их выпало больше нормы на 37 мм, что затрудняло посев свеклы. В третьей декаде июня превышение среднемноголетних данных по осадкам составило 15 мм, в первой декаде августа – 29 мм; затопления посевов



Рисунок 1 – Уход за растениями (рыхление междурядий свеклы)
Figure 1 – Plant care (loosening beetroot rows)

не наблюдалось. Переувлажнение почвы отмечено на переуплотненных участках. За период вегетации (с апреля по сентябрь) выпало 435 мм, что на 56 мм меньше среднегодового показателя [10].

Результаты исследования и их обсуждение. Всходы свеклы стабилизировались на 12-й день после посева. При этом всхожесть семян свеклы столовой достигала от 80 % (сорт Детройт) до 88 % (сорт Приморская 4). В зависимости от сортовых особенностей у сортов и гибридов свеклы отмечены изменения в количестве листьев, высоте ботвы и массе листьев (табл. 1, рис. 2).

Количество листьев свеклы столовой изменялось от 5 шт. (сорт Валента) до

9 шт. (сорт Приморская 4). Разница в линейном росте ботвы составила от 17,7 см (Пабло F1) до 24,3 см (сорт Валента).

Прямостоячая и компактная листовая розетка, которая сохраняется до конца вегетации свеклы, определяет ее технологические качества. Наиболее пригодным для уборки комбайном отмечен сорт Приморская 4: расположение листьев на головке корнеплода данного сорта прямостоячее, высота 19,7 см.

Изучаемые сорта и гибриды свеклы имели корнеплоды овально-округлой формы с индексом корнеплода от 0,7 (сорт Приморская 4) до 1,1 (сорт Успех). У сорта Цилиндра корнеплоды были цилиндрической формы с индексом корнеплода

Таблица 1 – Степень развития вегетативной массы в свекле столовой

Table 1 – Degree of vegetative mass development in red beets

Наименование сорта, гибрида	Количество листьев, шт.	Высота ботвы, см
Успех	8,2	21,5
Детройт	5,4	18,5
Приморская 4	9,0	19,7
Цилиндра	6,0	19,3
Валента	5,0	24,3
Пабло F1	6,7	17,7



Рисунок 2 – Нарастание листовой массы у растений свеклы столовой

Figure 2 – Growth of leaf mass in red beet plants

3,0 (табл. 2). Корнеплоды цилиндрической формы легко извлекались из почвы, но они были неравномерно заглублены. Также растения имели значительное отклонение от осевой линии ряда.

Масса товарной части корнеплода была в пределах от 168,5 г (сорт Валента) до 294,7 г (сорт Успех). Свекла сорта Успех имела низкую товарность (83,9 %) по сравнению с другими сортами, однако отличалась высокой средней массой корнеплода (294,7 г). Свекла сорта Валента имела низкую среднюю массу корнеплода (168 г).

Урожайность свеклы столовой варьировала от 30,0 т/га (сорт Детройт) до 44,3 т/га (Пабло F1). Максимальная урожайность сформирована у сортов Приморская 4 (37,9 т/га), товарность 89,4 %; Цилиндра (40,0 т/га), товарность 90,2 %; Пабло (44,3 т/га), товарность 91,7%.

Среднее значение сахаров в исследуемых сортах составило $11,5 \pm 0,9$ %, вариативность по сортам – 21,0 %. Содержание сахаров варьировало от 9,5 % (сорт Валента) до 15,1 % (сорт Приморская 4) (рис. 3).

В корнеплодах свеклы содержатся такие органические кислоты, как яблочная, щавелевая, лимонная, молочная, винная. Среднее значение титруемой кислотности в пересчете на яблочную кислоту составило $0,36 \pm 0,05$ %, вариативность по сортам – 29,3 %.

От соотношения содержания сахаров и кислотности зависит вкус овощей [11]. Корнеплоды сортов Приморская 4 и Успех имели оценку вкуса 5 баллов, у этих сортов оказалось наибольшее значение сахарокис-

лотного коэффициента (58,1 и 43,7 соответственно). Наименьший сахарокислотный коэффициент наблюдался у сорта Валента (16,1), что соответствовало оценке вкуса в три балла.

В исследуемых сортах свеклы высокое содержание витамина С. Наибольшее количество аскорбиновой кислоты отмечено для корнеплодов сорта Детройт (10,9 мг/100 г). При этом среднее содержание аскорбиновой кислоты в исследуемых сортах составило $8,12 \pm 0,74$ мг/100 г, вариативность – 22,0 %.

Среднее содержание сухого вещества установлено на уровне $17,62 \pm 1,46$ %; вариативность – 23,0 %. Зольность корнеплодов свеклы столовой в среднем составила $0,90 \pm 0,08$ %; вариативность по сортам – 22,7 %.

Корнеплоды свеклы содержат красящие вещества: бетацианины, отвечающие за красную окраску; и бетаксантины, которые имеют желтую окраску. Суммарное содержание бетацианинов определяли в пересчете на бетанин. На накопление бетанина в корнеплодах свеклы столовой оказывают влияние агроклиматические условия выращивания, сортовые особенности; при этом поражение корнеплодов вредителями или болезнями может остановить аккумуляцию бетанина [12]. Бетацианины обладают антиоксидантными свойствами, препятствуют возникновению злокачественных опухолей [13].

Наивысший уровень накопления красящих веществ (бетаксантинов и бетанинов) в корнеплодах свеклы отмечен для сортов Успех и Валента (рис. 4).

Таблица 2 – Хозяйственно ценные признаки корнеплодов свеклы

Table 2 – Economic valuable features of beet root crops

Наименование сорта, гибрида	Длина, см	Ширина, см	Индекс корнеплода	Средняя масса товарного корнеплода, г	Товарность, %	Урожайность, т/га
Успех	8,7	7,9	1,1	294,7	83,9	34,3
Детройт	6,4	7,1	0,9	190,3	88,9	30,0
Приморская 4	5,0	6,8	0,7	221,6	89,4	37,9
Цилиндра	15,1	5,0	3,0	244,5	90,2	40,0
Валента	5,4	6,5	0,8	168,5	86,0	33,6
Пабло F1	7,5	7,3	1,0	198,7	91,7	44,3
НСР ₀₅						5,7



Рисунок 3 – Содержание сахаров, витамина С, сухого вещества и кислотность, титруемая в пересчете на яблочную кислоту, в корнеплодах свеклы столовой, %

Figure 3 – Content of sugars, vitamin C, dry matter and acidity titrated in terms of malic acid of red beet roots, %



Рисунок 4 – Содержание бетаксантинов и бетанинов в корнеплодах свеклы, мг/100 г

Figure 4 – Content of betaxanthins and betanins in beetroots, mg/100 g

Заключение. На основании изучения хозяйственно ценных признаков и биохимических показателей шести сортов и гибридов свеклы столовой отечественной и зарубежной селекции в условиях южной зоны Амурской области, можно сделать следующие выводы:

1. Максимальная урожайность сформирована у сортов Приморская 4 (37,9 т/га), товарность 89,4 %; Цилиндра (40,0 т/га), товарность 90,2 %; Пабло F1 (44,3 т/га), товарность 91,7 %.

2. Наиболее пригодным для уборки комбайном является сорт Приморская 4,

с прямостоячим расположением листьев на головке корнеплода.

3. Высокая органолептическая оценка была дана отечественным сортам Приморская 4 и Успех.

4. Содержание аскорбиновой кислоты в корнеплодах свеклы столовой варьировало от 6,53 мг/100 г (сорт Успех) до 10,90 мг/100 г (сорт Детройт). Зольность корнеплодов в среднем составила $0,90 \pm 0,08$ %; содержание сухого вещества – $17,62 \pm 1,46$ %. Наивысший уровень накопления красящих веществ в корнеплодах отмечен для сортов Успех, Валента.

Список источников

1. Nadezhkin S. M., Tereshonok V. I., Molchanova A. V., Makarova M. Yu., Stepanov V. A. Assessing the processability of Russian varieties and hybrids of root crops // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Omsk, 2021. No. 624. P. 012156. doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012156. EDN HYJSWF.
2. Ветрова С. А., Степанов В. А., Заячковский В. А. Экологическое испытание сортов свеклы столовой селекции ФГБНУ ФНЦО // Овощи России. 2023. № 1. С. 60–68. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-60-68>. EDN SIJRHH.
3. Тимакова Л. Н., Коломиец М. А., Корнев А. В. Поиск, выделение и создание исходного материала для улучшения качества свеклы столовой // Картофель и овощи. 2023. № 5. С. 37–40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.60.82.006>. EDN INPUNA.
4. Сакара Н. А., Леунов В. И., Тарасова Т. А., Николаев В. А. Столовая свекла в овощекартофельных севооборотах на юге Дальнего Востока России // Картофель и овощи. 2021. № 4. С. 17–21. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.48.98.002>. EDN SSKXEA.
5. Сакара Н. А., Солдатенко А. В., Пивоваров В. Ф., Сухомиров Г. И., Тарасова Т. А., Ознобихин В. И. Основные проблемы дальневосточного овощеводства // Овощи России. 2020. № 6. С. 3–9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-3-9>. EDN VDWOQQ.
6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений // Госсорткомиссия. URL: <https://gossortrf.ru/publication/reestry.php> (дата обращения: 06.06.2023).
7. Михеев Ю. Г. Селекция семеноводства столовых корнеплодов (морковь, свекла, редька) в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока России : автореферат дис. ... докт. с.-х. наук. Артем, 2015. 22 с. EDN ZPWBUL.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN ZJQBUD.
9. Система земледелия Амурской области : производственно-практический справочник / под ред. П. В. Тихончука. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2016. 570 с. doi: 10.22450/9785964202769. EDN XRDEZF.
10. Погода и климат: справочно-информационный портал. Архив // Погода и климат. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php> (дата обращения: 20.01.2024).
11. Пакушина А. П., Тимошенко Э. В., Платонова Т. П. Биохимические особенности сортов и гибридов моркови в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17. № 3. С. 36–42. EDN WDMGLM.
12. Sokolova D. V., Shvachko N. A., Mikhailova A. S., Popov V. S. Betalain content and morphological characteristics of table beet accessions: their interplay with abiotic factors // Agronomy. 2022. Vol. 12. No. 5. P. 1033. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051033>.
13. Henriette M. C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – A review // International Journal of Food Science and Technology. 2009. Vol. 44. No. 12. P. 2365–2376. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01668.x>.

References

1. Nadezhkin S. M., Tereshonok V. I., Molchanova A. V., Makarova M. Yu., Stepanov V. A. Assessing the processability of Russian varieties and hybrids of root crops. Proceedings from IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. (PP. 012156), Omsk, 2021; 624. doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012156. EDN HYJSWF.
2. Vetrova S. A., Stepanov V. A., Zayachkovskiy V. A. Ecological testing of varieties beetroot selection of Federal Scientific Center of Vegetable Growing. *Ovoshchi Rossii*, 2023; 1: 60–68. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-60-68>. EDN SIJRHH (in Russ.).
3. Timakova L. N., Kolomiets M. A., Kornev A. V. Search, selection and creation of source material to improve the quality for red beet. *Kartofel' i ovoshchi*, 2023; 5: 37–40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.60.82.006>. EDN INPUNA (in Russ.).

4. Sakara N. A., Leunov V. I., Tarasova T. A., Nikolaev V. A. The table beet in vegetable potato crop rotations in the south of the Far East of Russia. *Kartofel' i ovoshchi*, 2021;4:17–21. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.48.98.002>. EDN SSKXEA (in Russ.).
5. Sakara N. A., Soldatenko A. V., Pivovarov V. F., Sukhomirov G. I., Tarasova T. A., Oznobikhin V. I. Main problems of Far Eastern vegetable growing. *Ovoshchi Rossii*, 2020;6:3–9. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-3-9>. EDN VDWOQQ (in Russ.).
6. The State Register of Breeding Achievements Approved for Use. Volume 1. Plant varieties. *Gossortrf.ru* Retrieved from <https://gossortrf.ru/publication/reestry.php> (Accessed 6 June 2023) (in Russ.).
7. Mikheev Yu. G. Seed breeding of table root crops (carrots, beets, radishes) in the monsoon climate of the south of the Russian Far East. *Extended abstract of doctor's thesis*. Artem, 2015, 22 p. EDN ZPWBUL (in Russ.).
8. Dospekhov B. A. *Methodology of field experiment: with basics of statistical processing of research results*, Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p. EDN ZJQBUD (in Russ.).
9. Tikhonchuk P. V. (Eds.). *The system of agriculture of the Amur region: production and practical guide*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2016, 570 p. doi: 10.22450/9785964202769. EDN XRDEZF (in Russ.).
10. Weather and climate: reference and information portal. Archive. *Pogodaiklimat.ru*. Retrieved from <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php> (Accessed 20 January 2024) (in Russ.).
11. Pakusina A. P., Timoshenko E. V., Platonova T. P. Biochemical features of carrot varieties and hybrids in the conditions of Priamurye. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*, 2023;3(17):36–42. EDN WDMGLM (in Russ.).
12. Sokolova D. V., Shvachko N. A., Mikhailova A. S., Popov V. S. Betalain content and morphological characteristics of table beet accessions: their interplay with abiotic factors. *Agronomy*, 2022;12;5:1033. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051033>.
13. Henriette M. C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 2009;44;12:2365–2376. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01668.x>.

© Пакулина А. П., Оборская Ю. В., Сакара Н. А., Михеев Ю. Г., Платонова Т. П., 2024

Статья поступила в редакцию 27.02.2024; одобрена после рецензирования 10.04.2024; принята к публикации 07.05.2024.

The article was submitted 27.02.2024; approved after reviewing 10.04.2024; accepted for publication 07.05.2024.

Информация об авторах

Пакулина Антонина Павловна, доктор химических наук, профессор кафедры экологии, почвоведения и агрохимии, Дальневосточный государственный аграрный университет, pakusina.a@yandex.ru;

Оборская Юлия Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства, Дальневосточный государственный аграрный университет;

Сакара Николай Андреевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства;

Михеев Юрий Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства;

Платонова Татьяна Павловна, кандидат химических наук, доцент кафедры химии и химической технологии, Амурский государственный университет

Information about the authors

Antonina P. Pakusina, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Ecology, Soil Science and Agrochemistry, Far Eastern State Agrarian University, pakusina.a@yandex.ru;

Yuliya V. Oborskaya, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General Agriculture and Crop Production, Far Eastern State Agrarian University;

Nikolay A. Sakara, Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Scientific Work, Primorskaya Vegetable Experimental Station – branch of the Federal Scientific Vegetable Center;

Yurii G. Mikheev, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Primorskaya Vegetable Experimental Station – branch of the Federal Scientific Vegetable Center;

Tatyana P. Platonova, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, Amur State University

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.