

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 631.674.6:633.413

Различия роста и развития гибридов сахарной свеклы первого года жизни

Александр Николаевич Бабичев¹, Анна Михайловна Баева²,
Алексей Александрович Бабенко³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹BabichevAN2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

²anya-im-1-2@ya.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7459-9562>

³al.al.al.1980@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7582-4907>

Аннотация. Цель исследования: изучение различий роста и развития гибридов сахарной свеклы первого года жизни при поливе системами капельного орошения в условиях Ростовской области. **Материалы и методы.** Исследования проводились на территории Приазовской природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области. Почвы опытного участка представлены черноземом обыкновенным среднесиловым легкосуглинистым с содержанием гумуса в пахотном слое 3,8 %. Обеспеченность почвы азотом составила 50–65 мг/кг, подвижным фосфором – 32–40 мг/кг, обменным калием – 320–380 мг/кг. Реакция почвенного раствора слабощелочная. Для проведения опыта были выбраны гибриды сахарной свеклы Визит, Вектор, Престиж. Система обработки почвы и расчетная норма удобрений применялись согласно установленной зональной системе земледелия Ростовской области. **Результаты.** Измерения показателей роста и развития сахарной свеклы проводились на испытуемых гибридах в разные фенологические фазы культуры. Во всех изучаемых периодах вегетации культуры проводились измерения массы корнеплода и листьев, а также длины корнеплода и общей длины растения на последних фазах развития. Полученные измерения в изучаемые фенологические фазы у исследуемых гибридов различались в различной степени в зависимости от фазы и гибрида. Практически все показатели проводимых измерений наилучшие были у гибрида Визит, а наихудшие у гибрида Вектор. **Выводы.** Проведенные исследования позволили установить, что по своим морфологическим особенностям наиболее развитым в первый год жизни в опытных условиях оказался гибрид Визит. Анализ результатов показал, что среди трех исследуемых гибридов у него показатели практически во все фенологические фазы были лучшими. Показатели гибрида Престиж немногим уступали аналогичным показателям гибрида Визит, а наихудшие показатели отмечались у гибрида Вектор.

Ключевые слова: сахарная свекла, капельное орошение, гибрид сахарной свеклы, морфологические особенности гибридов сахарной свеклы, фенологические фазы

Для цитирования: Бабичев А. Н., Баева А. М., Бабенко А. А. Различия роста и развития гибридов сахарной свеклы первого года жизни // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 94, № 3. С. 163–175.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Differences in the first year-sugar beet hybrids growth and development



Alexander N. Babichev¹, Anna M. Baeva², Alexey A. Babenko³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹BabichevAN2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

²anya-im-1-2@ya.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7459-9562>

³al.al.al.1980@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7582-4907>

Abstract. Purpose: to study the differences in the growth and development of the first-year sugar beet hybrids irrigated with drip irrigation systems in Rostov region. **Materials and methods.** The studies were conducted in the Azov natural and agricultural zone of Rostov region. The soils of the experimental plot were ordinary medium-deep light loamy chernozem with a humus content in the arable layer of 3.8 %. The soil nitrogen content was 50–65 mg/kg, mobile phosphorus – 32–40 mg/kg, exchangeable potassium – 320–380 mg/kg. The reaction of the soil solution was slightly alkaline. The sugar beet hybrids Visit, Vector, Prestige were selected for the experiment. The soil cultivation system and the calculated fertilizer rate were applied according to the established zonal farming system of the Rostov region. **Results.** The sugar beet growth and development indicator measurements were conducted on the tested hybrids in different phenological phases of the crop. The root and leaf weights, as well as the root and total plant length in the last phases of development, were measured in all the studied periods of crop vegetation. The measurements obtained in the studied phenological phases in the studied hybrids differed to varying degrees depending on the phase and hybrid. Almost all the measurement indices were best in the Visit hybrid, and the worst in the Vector hybrid. **Conclusions.** The conducted studies determine that the Visit hybrid turned out to be the most developed in terms of its morphological features in the first year of life under experimental conditions. Analysis of the results showed that among the three studied hybrids, its indices were the best in almost all phenological phases. The indices of the Prestige hybrid were slightly inferior to similar indices of the Visit hybrid, and the worst indices were noted in the Vector hybrid.

Keywords: sugar beet, drip irrigation, sugar beet hybrid, morphological features of sugar beet hybrids, phenological phases

For citation: Babichev A. N., Baeva A. M., Babenko A. A. Differences in the first year-sugar beet hybrids growth and development. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;94(3):163–175. (In Russ.).

Введение. Сахарная свекла является сырьем для производства сахара. В 2020 г. 88 % мирового производства сахара приходилось на сахарный тростник, а 12 % – на сахарную свеклу. Сахарную свеклу выращивают преимущественно в регионах с умеренным климатом. По данным ФАО, лидерами по производству сахарной свеклы в 2021 г. являются: Россия, США, Германия, Франция, Турция. Площадь под посевами сахарной свеклы составляет 4 млн га, а валовой сбор – 270 млн т¹ [1].

В России сахарная свекла – единственная сырьевая культура

¹Свекла. Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/c/sviokla-f65660?ysclid=lujhjnws1x418994910> (дата обращения: 13.05.2024).

для производства сахара. Ее выращивают на площади около 1 млн га, валовой сбор составляет более 40 млн т, при средней урожайности 46 т/га. Основные районы возделывания этой культуры: Краснодарский край, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Курская области¹ [2]. На территории Ростовской области площадь под посев сахарной свеклы в 2022 г. составляла 16,6 тыс. га, при валовом сборе 640 тыс. т. Ее выращивают в семи районах (Азовский, Багаевский, Егорлыкский, Зерноградский, Кагальницкий, Целинский, Песчанокопский).

В корнеплоде сахарной свеклы содержится 75 % воды, 5 % мякоти, а содержание сахара варьируется от 12 до 21 %. Сахарная свекла, помимо сырья для производства сахара, является источником кормовых добавок в животноводстве (жом и патока). Эти побочные продукты, полученные при выращивании сахарной свеклы, увеличивают стоимость урожая на 10 %¹ [2].

Сахарная свекла является культурой, имеющей большое агротехническое и экономическое значение. Она является ценным предшественником для многих культур, повышает продуктивность севооборота, приносит наибольший доход хозяйствам, ее возделывающим [2]. Однако ее урожайность невысокая, поэтому для увеличения урожайности культуры необходимо не только подбирать сорта и гибриды, соблюдать агротехнические мероприятия, но и проводить анализ развития сахарной свеклы.

При возделывании сахарной свеклы необходимо учитывать ее биологические особенности, требования к основным факторам жизни по периодам и фазам роста и развития для того, чтобы правильно применять отдельные технологические приемы в конкретных почвенно-климатических условиях [3].

Материалы и методы. Исследования проводились на территории Приазовской природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области в 2021–2023 гг. Почвы опытного участка представлены черноземом обыкновенным среднесиловым легкосуглинистым с содержанием гумуса в па-

хотном слое 3,8 %. Обеспеченность почвы азотом составила 50–65 мг/кг, подвижным фосфором – 32–40 мг/кг, обменным калием – 320–380 мг/кг. Реакция почвенного раствора слабощелочная. Климат зоны проведения исследований характеризуется как засушливый, но недостаточно жаркий, сумма активных температур колеблется в пределах 3000–3400 °С. Продолжительность безморозного периода составляет 165–175 дней [4].

При закладке полевых опытов и проведении наблюдений использованы общепринятые методики постановки и проведения полевых опытов.

Для опыта были выбраны гибриды сахарной свеклы Визит, Вектор, Престиж. Опыт проводился в трехкратной повторности. Семена высевались 5 апреля 2023 г. сеялкой Клен-1,8 в агрегате с трактором МТЗ-80 обычным широкорядным способом с шириной междурядий 45 см, расстояние между растениями в рядах 15 см, глубина заделки – 3–4 см, длина ряда 60 м. Система обработки почвы и расчетная норма удобрений применялись согласно установленной зональной системе земледелия Ростовской области [5]. Полив системами капельного орошения проводился с поддержанием влажности почвы в слое 0,4 м выше 70–80 % НВ в течение всей вегетации, расстояние между капельницами – 30 см, их расход – 1,6 л/ч. Учет урожая с учетных делянок проводился вручную в поле.

Схема расположения гибридов сахарной свеклы на опытном участке представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Расположение гибридов на опытном участке

Table 1 – Location of hybrids on the experimental plot

Номер ряда	Наименование гибрида	Количество растений в ряду, шт.
1	Визит	405
2	Визит	297
3	Вектор	378
4	Вектор	324
5	Престиж	391
6	Престиж	216

Для математической обработки полученных результатов использовались общепринятые методики с применением персонального компьютера².

Результаты и обсуждения. Морфологические показатели большинства сельскохозяйственных культур зависят от генетически заложенных особенностей сорта и гибрида, а также от условий возделывания, пищевого и водного режимов и множества других факторов. Растение сахарной свеклы состоит из корнеплода (головка, шейка, корень) и листового аппарата. Из общей длины корнеплода на долю головки и шейки приходится 15–30 %, остальная его часть представляет собой собственно корень [6]. Высота облиственной части корнеплодов сахарной свеклы как показатель величины ее листовой фотосинтезирующей поверхности у гибридов отечественной селекции, выращиваемых в настоящее время, составляет преимущественно 8–30 мм, у зарубежных гибридов – 6–20 мм [7].

Измерения показателей роста и развития сахарной свеклы проводились на испытуемых гибридах в разные фенологические фазы культуры (рисунок 1, таблица 2). Во всех изучаемых периодах вегетации культуры проводились измерения массы корнеплода и листьев, а также длины корнеплода.

В фазу смыкания листьев в рядках у гибрида Визит средняя масса корнеплода у произвольно выбранных экземпляров равнялась 402 г и была наибольшей среди испытуемых гибридов, у гибридов Вектор и Престиж она составляла 85 и 124 г соответственно, а максимальная масса корнеплода одного растения отмечалась у гибрида Визит – 483 г. Средняя масса листьев у гибридов Визит, Вектор и Престиж составляла соответственно 573, 128, 166 г, при наибольшей массе листьев с одного растения у гибрида Визит 651 г. Максимальная общая масса растения у гибрида Визит 1,1 кг. Средняя длина корнеплодов в эту фазу у гибридов Визит и Престиж была идентичной – 26 см, у гибрида Вектор – 21 см, а максимальная длина отмечалась у гибрида Престиж – 31 см.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.



Смыкание листьев в рядках
Closing of leaves in rows



Смыкание листьев в междурядьях
Closing of leaves in row spacing



Размыкание листьев
Leaf opening



Биологическая спелость
Biological maturity

**Рисунок 1 – Исследуемые фенологические фазы
сахарной свеклы (автор фото А. М. Баева)**

**Figure 1 – The studied phenological phases
of sugar beet (photo by A. M. Baeva)**

Таблица 2 – Показатели роста и развития растений сахарной свеклы, 2023 г.

Table 2 – Growth and development indicators of sugar beet plants, 2023

Гибрид	Количество растений, шт.	Масса корнеплода, г	Вес листьев, г	Общая масса растения, г	Масса листьев, г	Масса 20 высечек, г	Количество листьев, шт.	Длина корнеплода, см	Общая длина, см
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Смыкание листьев в рядах (29.06.2023)									
Престиж	1	166,26	222,34	388,60	135,44	1,42	15	20,5	61,7
	2	83,42	131,42	214,84	87,20	1,82	15	31	80,8
	3	122,62	144,80	267,42	106,12	1,56	13	27	75,5
Среднее		124,10	166,19	290,29	109,59	1,60	14	26,17	76,0
Вектор	1	131,90	197,20	329,10	117,50	1,60	16	22	61,6
	2	43,08	79,80	122,88	46,48	1,28	15	18	51,3
	3	78,58	106,10	184,68	67,26	1,28	13	22	59,2
Среднее		84,52	127,7	212,22	77,08	1,39	15	20,67	57,5
Визит	1	483,00	651,08	1134,0	249,86	2,00	17	20,5	56,1
	2	455,42	423,92	879,34	191,82	1,14	15	31	90,0
	3	268,12	643,34	911,46	280,00	1,64	22	27	75,6
Среднее		402,18	572,78	974,96	240,56	1,59	18	26,17	74,6
Смыкание листьев в междурядьях (13.07.2023)									
Престиж	1	366,36	356,32	722,68	128,12	1,20	23	29	87,3
	2	270,00	238,28	508,28	113,68	1,40	18	30,3	78,9
Среднее		318,18	297,30	465,48	120,90	1,30	21	29,65	82,9
Вектор	1	130,86	177,70	308,56	90,88	1,38	20	29	84,2
	2	208,39	231,76	440,15	121,36	1,36	21	30	84,0
Среднее		169,63	204,73	374,36	106,12	1,37	21	29,5	84,1
Визит	1	312,40	309,9	622,3	166,8	1,45	20	31	83,4
	2	362,6	393,7	756,3	168,18	1,34	30	28,5	79,3
Среднее		337,5	351,8	689,3	167,49	1,40	25	29,8	81,6

Продолжение таблицы 2

Table 2 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Размыкание листьев (14.08.2023)									
Престиж	1	495,70	685,96	1181,66	209,02	1,26	22	33,2	100
	2	649,36	895,44	1544,8	361,16	1,28	35	35,7	93
Среднее		572,53	790,70	1363,23	285,09	1,27	29	34,5	96,5
Вектор	1	1032,08	997,56	2029,64	351,88	1,31	44	31	90
	2	743,30	829,76	1573,06	282,32	1,35	33	30	84
Среднее		887,69	913,66	1801,35	317,10	1,33	39	30,5	87
Визит	1	381,92	608,62	990,54	202,76	1,39	34	29	78
	2	304,43	579,68	884,11	172,60	1,37	32	32	89
Среднее		343,18	594,15	937,33	187,68	1,38	33	30,5	83,5
Биологическая спелость (22.09.2023)									
Престиж	1	1117,35	1002,1	2119,45	350,30	1,04	41	35	98
	2	968,41	1141,42	2109,83	366,84	1,14	29	26	102
Среднее		1042,88	1071,76	2114,64	358,57	1,09	35	30,5	100
Вектор	1	800,04	634,58	1434,62	238,94	1,14	35	25	93
	2	1165,20	461,02	1626,22	214,20	1,12	41	28	72
Среднее		982,62	547,8	1530,42	226,57	1,13	38	26,5	82,5
Визит	1	1465,41	611,82	2077,23	211,90	1,08	41	48	79
	2	2150,6	925,54	3076,14	394,24	1,32	31	51	86
Среднее		1808,01	768,68	2576,69	303,07	1,2	36	49,5	82,5

В фазу смыкания листьев в междурядьях средняя масса корнеплода у произвольно выбранных экземпляров гибридов Визит, Вектор и Престиж равнялась 338, 169 и 318 г соответственно, достигая максимальной 366 г у гибрида Престиж. Средняя масса листьев у гибридов Визит, Вектор и Престиж составляла соответственно 352, 205, 297 г, при наибольшей массе листьев с одного растения у гибрида Визит 394 г. Максимальная общая масса растения у гибрида Визит 756 г. Средняя длина корнеплодов в эту фазу у всех трех гибридов была одинаковой и составляла 30 см.

В фазу размыкания листьев в междурядьях средняя масса корнеплода у произвольно выбранных экземпляров гибридов Визит, Вектор и Престиж равнялась 572, 888 и 343 г соответственно, а максимальная масса 1032 г у гибрида Вектор. Средняя масса листьев у гибридов Визит, Вектор и Престиж составляла соответственно 594, 914, 790 г, при наибольшей массе листьев с одного растения у гибрида Вектор – 998 г. Максимальная общая масса растения у гибрида Вектор более 2 кг. Средняя длина корнеплодов в эту фазу у гибридов Визит и Вектор была одинаковой и составляла 31 см, а у гибрида Престиж – 34 см.

В фазу биологической спелости средняя масса корнеплода у произвольно выбранных экземпляров гибридов Визит, Вектор и Престиж равнялась 1808, 983 и 1043 г соответственно, при максимальной массе более 2,0 кг у гибрида Визит и минимальной у гибрида Вектор 800 г. Средняя масса листьев у гибридов Визит, Вектор и Престиж составляла соответственно 769, 548, 1072 г, при наибольшей массе листьев с одного растения у гибрида Престиж 1141 г. Максимальная общая масса растения у гибрида Визит – более 3 кг. Средняя длина корнеплодов в эту фазу у гибрида Визит составляла 50 см, у гибрида Вектор – 27 см, а у гибрида Престиж – 31 см. Максимальная общая длина растения отмечена у гибрида Престиж – более 1 м.

Графические изображения сравнения средней массы корнеплодов и общей массы растений представлены на рисунках 2, 3.

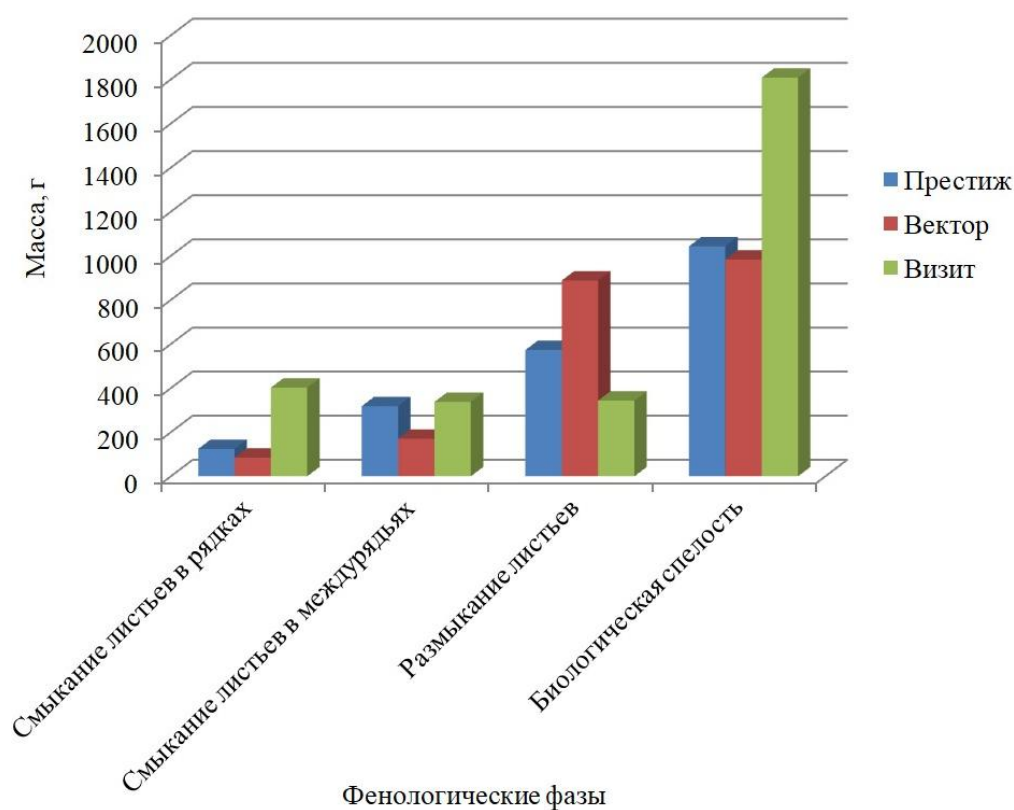


Рисунок 2 – Средняя масса корнеплодов
Figure 2 – Average weight of root crops

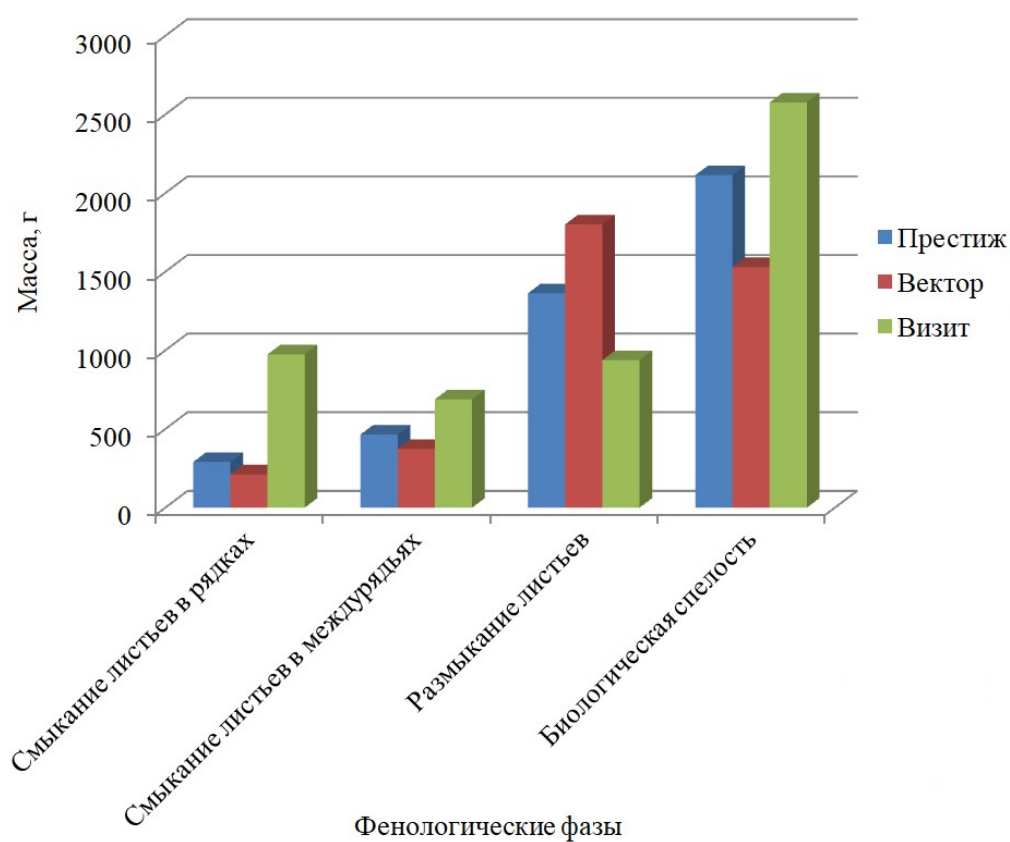


Рисунок 3 – Средняя общая масса растений
Figure 3 – Average total plant weight

Выводы. Проведенные исследования позволили установить, что по своим морфологическим особенностям наиболее развитым в первый год жизни в опытных условиях оказался гибрид Визит. Анализ результатов показал, что среди трех исследуемых гибридов у него показатели практически во все фенологические фазы были лучшими. Показатели гибрида Престиж немногим уступали аналогичным показателям гибрида Визит, а наихудшие показатели отмечались у гибрида Вектор.

Список источников

1. Yetik A. K., Candoğan B. N. Optimisation of irrigation strategy in sugar beet farming based on yield, quality and water productivity // Plant, Soil and Environment [Electronic resource]. 2022. Vol. 68(8). P. 358–365. URL: <https://pse.agriculturejournals.cz/pdfs/pse/2022/08/02.pdf> (date of access: 16.05.2024). <https://doi.org/10.17221/234/2022-PSE>.
2. Старченко И. В. Основные направления и резервы повышения эффективности производства сахарной свеклы (на примере ООО «Славяне» Сальского района Ростовской области) // Проблемы и перспективы экономики и управления: материалы IV Междунар. науч. конф., г. Санкт-Петербург, дек. 2015 г. СПб.: Свое издательство, 2015. С. 157–161.
3. Самерсов В. Ф., Боровская Г. И., Вострухин Н. П. Разработка фенологического прогноза развития сахарной свеклы // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1998. № 2. С. 68–69.
4. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области / Ю. П. Хрусталеv, В. Н. Василенко, И. В. Свисюк, В. Д. Панов, Ю. А. Ларионов; М-во образования РФ. Ростов н/Д.: Бат. кн. изд-во, 2002. 183 с.
5. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022–2026 годы / А. И. Клименко [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Рост. обл. Ростов н/Д., 2022. 736 с. EDN: GHQGWS.
6. Сахарная свекла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. Изд. 5-е. М.: DLV Агродело, 2006. 316 с. EDN: QKYGGH.
7. Никитин А. Ф. Высота облиственной части корнеплодов сахарной свеклы и содержание сахара // Сахар [Электронный ресурс]. 2017. № 7. С. 54–56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vysota-oblistvennoy-chasti-korneplodov-saharnoy-svyokly-i-soderzhanie-sahara/viewer> (дата обращения: 31.05.2024). EDN: ZBIVKT.

References

1. Yetik A.K., Candoğan B.N., 2022. Optimisation of irrigation strategy in sugar beet farming based on yield, quality and water productivity. Plant, Soil and Environment, vol. 68(8), pp. 358-365, available: <https://pse.agriculturejournals.cz/pdfs/pse/2022/08/02.pdf> [accessed 16.05.2024], <https://doi.org/10.17221/234/2022-PSE>.
2. Starchenko I.V., 2015. *Osnovnye napravleniya i rezervy povysheniya effektivnosti proizvodstva sakharnoy svekly (na primere OOO "Slavyane" Salskogo rayona Rostovskoy oblasti)* [Main directions and reserves for increasing the efficiency of sugar beet production (on the example of OOO Slavyane, Salsky District, Rostov Region)]. *Problemy i perspektivy ekonomiki i upravleniya: materialy IV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Problems and Prospects of Economics and Management: Proceedings of the IV International Scientific Conference]. Saint Petersburg, Svoe izdatelstvo Publ., pp. 157-161. (In Russian).

3. Samersov V.F., Borovskaya G.I., Vostrukhin N.P., 1998. *Razrabotka fenologicheskogo prognoza razvitiya sakharной svekly* [Development of a phenological analysis of sugarbeet growth]. *Izvestiya Akademii agrarnykh nauk Respubliki Belarus'* [News of the Academy of Agrarian Sciences of the Republic of Belarus], no. 2, pp. 68-69. (In Russian).

4. Khrustalev Yu.P., Vasilenko V.N., Svisyuk I.V., Panov V.D., Larionov Yu.A., 2002. *Klimat i agroklimaticheskie resursy Rostovskoy oblasti* [Climate and Agroclimatic Resources of Rostov Region]. Ministry of Education of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Bataysk Book Publ., 183 p. (In Russian).

5. Klimenko A.I. [et al.], 2022. *Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2022–2026 gody* [Zonal Farming Systems of Rostov Region for 2022–2026]. Ministry of Agriculture and Food of Rostov region, Rostov-on-Don, 736 p., EDN: GHQGWS. (In Russian).

6. Shpaar D. [et al.], 2006. *Sakharnaya svekla (vyrashchivanie, uborka, khranenie)* [Sugar Beet (Growing, Harvesting, Storage)]. 5th ed., Moscow, DLV Agrodelo Publ., 316 p., EDN: QKYGGH. (In Russian).

7. Nikitin A.F., 2017. *Vysota oblistvennoy chasti korneplodov sakharной svekly i sodержanie sakhara* [Height of the foliaceous part of sugarbeet roots and sugar content]. *Sakhar* [Sugar], no. 7, pp. 54-56, available: <https://cyberleninka.ru/article/n/vysota-oblistvennoy-chasti-korneplodov-saharnoy-svyokly-i-soderzhanie-sahara/viewer> [accessed 31.05.2024], EDN: ZBIVKT. (In Russian).

Информация об авторах

А. Н. Бабичев – ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, BabichevAN2006@yandex.ru, AuthorID: 195832, ORCID ID: 0000-0003-1146-7530;

А. М. Баева – научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, anya-im-1-2@ya.ru, AuthorID: 740746, ORCID ID: 0009-0003-7459-9562;

А. А. Бабенко – научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, al.al.al.1980@yandex.ru, AuthorID: 1041758, ORCID ID: 0000-0002-7582-4907.

Information about the authors

A. N. Babichev – Leading Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, BabichevAN2006@yandex.ru, AuthorID: 195832, ORCID ID: 0000-0003-1146-7530;

A. M. Baeva – Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, anya-im-1-2@ya.ru, AuthorID: 740746, ORCID ID: 0009-0003-7459-9562;

A. A. Babenko – Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, al.al.al.1980@yandex.ru, AuthorID: 1041758, ORCID ID: 0000-0002-7582-4907.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 94, № 3. С. 163–175.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 94, no. 3. P. 163–175.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 29.07.2024; одобрена после рецензирования 30.08.2024;
принята к публикации 04.10.2024.
The article was submitted 29.07.2024; approved after reviewing 30.08.2024; accepted for
publication 04.10.2024.*