

## Производственная эффективность выращивания сортов сливы в аридных условиях Астраханской области

А. В. Солонкин<sup>1</sup>✉, В. П. Зволинский<sup>2</sup>, Т. И. Александрова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное научное учреждение агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

<sup>2</sup> Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, Солёное Займище, Россия

✉ E-mail: mishamax73@mail.ru

**Аннотация.** Цель. Изучение биометрических показателей роста, особенностей прохождения основных фенологических фаз развития, изучение скороплодности, урожайности и товарных качеств плодов различных сортов сливы, обоснование возможности и экономической целесообразности их использования для закладки интенсивных насаждений в аридных условиях Астраханской области. **Методы.** Исследования проводятся в аридных условиях Северного Прикаспия в лаборатории плодовых и садовых культур Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН» (ФГБНУ ПАФНЦ РАН) по изучению наиболее перспективных сортоподвойных комбинаций сливы по методике сортоизучения плодовых культур для последующего подбора и рекомендации наиболее перспективных для промышленного садоводства. **Результаты.** Исходя из полученных и проанализированных данных получен наиболее высокий уровень рентабельности у сортов сливы Кубанская ранняя (71,4 %) с продуктивностью 2,48 кг/м<sup>3</sup> объема кроны и окупаемостью 1,79 руб. на 1 руб. вложенных затрат и Анна Шпет (77,3 %) с продуктивностью 1,07 кг/м<sup>3</sup> объема кроны и окупаемостью 1,77 руб. на 1 руб. вложенных затрат. При сравнении результатов исследований делается вывод о наиболее выгодном для промышленного возделывания сорта Кубанская ранняя, обладающем более высоким потенциалом по продуктивности и более эффективно использующим посадочную площадь в сравнении с другими изучаемыми сортами. Данный сорт может быть рекомендован для садов интенсивного типа Астраханской области. **Научная новизна** заключается в том, что, несмотря на широкий сортимент сливы, существующий на сегодняшний день, для каждой зоны необходим подбор как сортов, так и подвоев для стабильного и экономически целесообразного производства плодов.

**Ключевые слова:** слива, фенология, сорт, цветение, плодоношение, урожайность, масса плода.

**Для цитирования:** Солонкин А. В., Зволинский В. П., Александрова Т. И. Производственная эффективность выращивания сортов сливы в аридных условиях Астраханской области // Аграрный вестник Урала. 2021. № 02 (205). С. 48–55. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-205-02-48-55.

**Дата поступления статьи:** 25.08.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Слива – одна из перспективных культур для наших садов: она рано вступает в плодоношение, дает ежегодные и стабильно высокие урожаи качественных плодов. Плоды сливы имеют привлекательный внешний вид, хорошие вкусовые характеристики, сбалансированный биохимический состав и пригодны для большинства видов переработки. В настоящее время сформировался достаточно широкий сортимент адаптивных и продуктивных сортов, а также создана серия клоновых подвоев различной силы роста [1–5]. Однако, несмотря на широкий сортимент как сортов сливы, так и подвоев для нее, актуальной была и остается разработка интенсивных технологий ее возделывания. Для каждой агроклиматической зоны необходим свой подбор наиболее продуктивных и адаптивных сортоподвойных комбинаций этой культуры [6–11].

В аридных условиях Северного Прикаспия в лаборатории плодовых и садовых культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения «При-

каспийский аграрный федеральный научный центр РАН» (ФГБНУ ПАФНЦ РАН) на протяжении последних нескольких лет ведется работа по подбору и изучению наиболее перспективных сортоподвойных комбинаций сливы. Наряду с изучением морфобиологических, количественных и качественных характеристик проводится оценка экономической эффективности использования различных комбинаций при производстве плодов сливы в условиях Астраханской области [12]. На наш взгляд, данный аспект является одним из основополагающих при планировании и закладке промышленных насаждений сливы.

### Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились на орошаемом участке плодового сада ФГБНУ ПАФНЦ РАН. Территория, на которой расположен опытный участок, относится ко второму агроклиматическому району Астраханской области и приближена по условиям к полупустыням. Почвы участка светло-каштановые, карбонатные, среднемощные, легкоуглинистого состава, с низкой обеспеченностью легкого-

дрозуемым азотом (21 мг/кг почвы) и подвижным фосфором (30 мг/кг почвы), но с повышенным содержанием подвижного калия (212 мг/кг почвы). Реакция почвенной среды варьирует от нейтральной до слабощелочной (7,0–7,4). Грунтовые воды залегают на глубине ниже 3,5 м.

Плодовый сад был заложен в 2014 году, схема посадки 5 × 2 м (1000 деревьев на 1 га). Изучалось 5 сортов сливы, из которых 1 отечественной и 4 зарубежной селекции, привитые на подвой ВВА-1. В качестве контроля выступал сорт Кубанская ранняя.

Изучаемые сорта различались по срокам созревания. Сорта Кубанская ранняя и Бербанк – раннего срока созревания, Великая синяя и Ренклад Альтана – среднего, Анна Шпет – позднего.

На опытном участке проводились следующие учеты и наблюдения: фенологические фазы развития растений, биометрические параметры (высота, ширина и объем кроны, окружность и площадь поперечного сечения штамба), количественные и качественные характеристики (масса плода, урожайность, биохимический состав плодов). Была проведена экономическая оценка выращивания сливы. Все учеты и наблюдения выполнены согласно общепринятым методикам [13–14].

### Результаты (Results)

Зимние условия Астраханской области характеризуются частыми перепадами температур, сильными ветрами и

низким снежным покровом. В связи с тем, что различные сорта сливы имеют разный период глубокого покоя, резкие перепады температуры способствуют преждевременному началу вегетации и снижению зимостойкости у сортов с коротким периодом покоя. При возвратных морозах это приводит к угнетению растений и снижению их продуктивности [15]. При изучении сортов сливы выявлено, что наименьший период глубокого покоя имеют сорта Кубанская ранняя и Бербанк, которые при благоприятном температурном режиме, на 8–10 дней раньше других сортов начинают вегетацию (II декада января), позже всех сортов заканчивается период глубокого покоя у сорта позднего срока созревания Анна Шпет – во второй декаде января (таблица 1).

В результате наблюдений за фенологическими фазами сортов сливы установлено, что распускание почек варьирует в пределах 5–7 дней. Наиболее раннее распускание почек отмечено у сортов Ренклад Альтана и Бербанк (с 31 марта по 10 апреля) в зависимости от складывающихся условий года. У других сортов сливы распускание почек проходило на 3–4 дня позже, что не оказывает какого-либо существенного влияния на дальнейший рост и развитие растений. Цветение сортов сливы в зависимости от сортовых особенностей и складывающихся условий текущего года проходило с середины апреля до середины мая (таблица 1).

Таблица 1  
Фенологические фазы развития сортов сливы, среднее по годам

Сорт	Выход из периода глубокого покоя	Распускание почек		Цветение		Созревание плодов	Листопад	
		Вегетативных	Генеративных	Начало	Конец		Начало	Конец
Кубанская ранняя (st)	05.01–11.01	6.04–13.04	8.04–20.04	24.04–2.05	5.05–9.05	29.07–8.08	28.09–30.09	25.10–27.10
Ренклад Альтана	10.01–15.01	31.03–10.04	9.04–24.04	17.04–26.04	27.04–8.05	16.08–27.08	25.09–27.09	10.10–14.10
Бербанк	06.01–11.01	1.04–10.04	15.04–22.04	20.04–30.04	5.05–9.05	6.08–12.08	20.09–22.09	15.10–20.10
Великая синяя	10.01–13.01	11.04–18.04	22.04–27.04	24.04–2.05	6.05–13.05	12.08–21.08	20.10–23.10	1.11–7.11
Анна Шпет	11.01–24.01	11.04–22.04	24.04–29.04	26.04–3.05	5.05–12.05	20.09–26.09	20.10–25.10	4.11–8.11

Table 1  
Phenological phases of development of plum varieties, average over the years

Variety	Exit from a period of deep dormancy	Dissolving buds		Flowering		Maturation fruit	Leaf fall	
		Vegetative	Generative	Beginning	End		Beginning	End
Kubanskaya ranniyaya (st)	05.01–11.01	6.04–13.04	8.04–20.04	24.04–2.05	5.05–9.05	29.07–8.08	28.09–30.09	25.10–27.10
Althana	10.01–15.01	31.03–10.04	9.04–24.04	17.04–26.04	27.04–8.05	16.08–27.08	25.09–27.09	10.10–14.10
Burbank	06.01–11.01	1.04–10.04	15.04–22.04	20.04–30.04	5.05–9.05	6.08–12.08	20.09–22.09	15.10–20.10
Grand Duke	10.01–13.01	11.04–18.04	22.04–27.04	24.04–2.05	6.05–13.05	12.08–21.08	20.10–23.10	1.11–7.11
Anna Szpet	11.01–24.01	11.04–22.04	24.04–29.04	26.04–3.05	5.05–12.05	20.09–26.09	20.10–25.10	4.11–8.11

Продолжительность цветения сливы при благоприятных условиях составляет от 6 до 8 дней и практически не зависит от сортовых особенностей. Основным лимитирующим фактором продолжительности цветения является температурный режим: чем он выше, тем быстрее протекает цветение, и наоборот. В связи с тем, что за годы наблюдений не было существенных отклонений от среднелетних температур, продолжительность цветения также не отходила от многолетних параметров и составила в среднем по сортам 5–8 дней. Это положительно повлияло на завязывание плодов и дальнейший урожай. За время наблюдений наиболее дружным и обильным цветением (5 баллов) характеризовались сорта Кубанская ранняя, Бербанк и Великая синяя. По остальным изучаемым сортам также отмечено хорошее цветение в пределах 4,0–4,5 балла.

Срок созревания плодов сливы является сортовым признаком и контролируется генотипом [14]. При этом в зависимости от складывающихся погодных условий текущего года разница во времени созревания плодов в пределах сорта может достигать 10 дней [16]. За время наблюдения существенных различий по срокам созревания плодов в пределах сорта не наблюдалось. Наиболее раннее созревание плодов отмечено у сорта Кубанская ранняя (29.07), наиболее позднее – у сорта Анна Шпет (26.09). Окончание вегетации у всех сортов сливы наблюдался в один срок (с 25.10) с интервалом в 3–4 дня.

Важными хозяйственными характеристиками сортоподвойных комбинаций являются сила роста дерева, развитие и объем кроны, прирост окружности штамба [14]. Наблюдения за параметрами деревьев сливы в 6-летнем возрасте показали, что в зависимости от сорта высота варьировала от 1,9 до 3,2 м (таблица 2). Наиболее сильно-рослыми на подвое ВВА-1 в 6-летнем возрасте отмечены

сорта Великая синяя и Анна Шпет с высотой деревьев до 3,2 м. Среди других изучаемых сортов наименьшей силой роста деревьев (1,9 м) характеризовался сорт Бербанк (таблица 2). Остальные сорта также имели слабый рост деревьев – до 2,2 м. Данный показатель может быть использован для планирования схемы посадки тех или иных сортов и более эффективного использования участков под плодовыми насаждениями.

Одними из важных показателей, характеризующих продуктивность сорта и непосредственно влияющих на продуктивность дерева, являются окружность и площадь поперечного сечения штамба. В наших наблюдениях наибольшая окружность штамба отмечена у сортов Великая синяя (23,0 см) и Анна Шпет (26,1 см), наименьшая – у сорта Ренклод Альтана (16,5 см).

У контрольного сорта Кубанская ранняя окружность штамба составила 18,6 см. Высокие значения площади поперечного сечения отмечены также у сортов Великая синяя и Анна Шпет (42,09–54,29 см<sup>2</sup>). Одной из наиболее существенных характеристик дерева является площадь проекции кроны, показывающая, какую часть отведенной площади питания занимает тот или иной сорт. Данный показатель позволяет с наибольшей точностью рассчитать потребность сорта в площади питания и подобрать для него оптимальную схему посадки, позволяющую наиболее эффективно использовать земельные ресурсы. В нашем случае схема посадки деревьев составляла 5 × 2 метра, т. е. на каждое дерево отводилось площадь питания, равная 10 м<sup>2</sup> площади сада. К 6-летнему возрасту более 80 % площади питания, отведенной дереву, было занято у сортов Великая синяя и Анна Шпет. Остальные сорта занимали менее 80 % отведенной площади (таблица 2), что позволяет эти сорта размещать в саду по более уплотненным схемам посадки.

Таблица 2  
Биометрические показатели деревьев сливы на подвое ВВА-1, 2019 год

Сорт	Высота деревьев, м	Параметры кроны, м		Площадь проекции кроны, м <sup>2</sup>	Объем кроны, м <sup>3</sup>	Окружность штамба, см	Площадь сечения штамба, см <sup>2</sup>
		Ширина	Длина				
Кубанская ранняя (st)	2,2	2,2	2,1	7,25	4,35	18,6	27,53
Ренклод Альтана	2,1	2,5	2,4	7,69	5,3	16,5	21,7
Бербанк	1,9	2,6	2,3	7,69	4,6	16,8	22,43
Великая синяя	3,2	2,5	2,7	8,16	10,35	23,0	42,09
Анна Шпет	3,2	2,8	2,6	8,48	11,16	26,1	54,29
НСР <sub>0,5</sub>	0,8	0,7	0,7	0,39	0,36	1,01	1,68

Table 2  
Biometric indicators of plum trees on VVA-1 rootstock, 2019

Variety	Height of trees, m	Crown parameters, m		Crown projection area, m <sup>2</sup>	Volume crowns, m <sup>3</sup>	Trunk circumference, cm	Sectional area of the trunk, cm <sup>2</sup>
		Width	Length				
Kubanskaya rannyaya (st)	2.2	2.2	2.1	7.25	4.35	18.6	27.53
Althana	2.1	2.5	2.4	7.69	5.3	16.5	21.7
Burbank	1.9	2.6	2.3	7.69	4.6	16.8	22.43
Grand Duke	3.2	2.5	2.7	8.16	10.35	23.0	42.09
Anna Szpet	3.2	2.8	2.6	8.48	11.16	26.1	54.29
LSD <sub>0,5</sub>	0.8	0.7	0.7	0.39	0.36	1.01	1.68

Таблица 3  
Хозяйственно-полезные показатели сортов сливы, 2019 г.

Сорт	Урожайность				Масса, г		% косточки от массы плода
	т/га	кг/дерева	кг/см <sup>2</sup> площади штамба	кг/м <sup>3</sup> объема кроны	Плода	Косточки	
Кубанская ранняя (st)	10,8	10,8	0,39	2,48	39,2	1,5	3,8
Ренклюд Альтана	8,0	8,0	0,37	1,51	21,5	1,5	7,0
Бербанк	8,1	8,1	0,36	1,76	45,0	5,0	11,8
Великая синяя	12,3	12,3	0,29	1,19	41,3	4,3	10,4
Анна Шпет	12,0	12,0	0,22	1,07	36,0	1,8	5,0
НСР <sub>0,5</sub>	0,51	0,51	0,016	0,08	1,83	0,14	–

Table 3  
Economically useful indicators of plum varieties, 2019

Variety	Productivity,				Weight, g		% bones from the weight of the fruit
	t/ha	kg/tree	kg/cm <sup>2</sup> trunk area	kg/m <sup>3</sup> volume crowns	Fruit	Bones	
<i>Kubanskaya rannyyaya (st)</i>	10.8	10.8	0.39	2.48	39.2	1.5	3.8
<i>Althana</i>	8.0	8.0	0.37	1.51	21.5	1.5	7.0
<i>Burbank</i>	8.1	8.1	0.36	1.76	45.0	5.0	11.8
<i>Grand Duke</i>	12.3	12.3	0.29	1.19	41.3	4.3	10.4
<i>Anna Szpet</i>	12.0	12.0	0.22	1.07	36.0	1.8	5.0
<i>LSD<sub>0,5</sub></i>	0.51	0.51	0.016	0.08	1.83	0.14	–

Таблица 4  
Химический состав плодов сливы в условиях Астраханской области, 2019 г.

Сорт	Титруемая кислота, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг / 100 г	Сахаро-кислотный индекс	Дегустационная оценка, балл
	На сырое вещество				
Кубанская ранняя (st)	0,76	9,18	6,60	12,08	4,8
Ренклюд Альтана	1,47	8,78	44,0	5,97	5,0
Бербанк	0,90	10,1	5,50	11,22	4,5
Великая синяя	1,57	9,62	6,60	6,13	4,8
Анна Шпет	0,54	11,2	22,4	20,74	5,0

Table 4  
The chemical composition of plum fruits in the conditions of the Astrakhan region, 2019

Variety	Titratable acid, %	Sum of sugars, %	Vitamin C, mg / 100 g	Sugar-acid index	Tasting assessment, score
	On raw matter				
<i>Kubanskaya rannyyaya (st)</i>	0.76	9.18	6.60	12.08	4.8
<i>Althana</i>	1.47	8.78	44.0	5.97	5.0
<i>Burbank</i>	0.90	10.1	5.50	11.22	4.5
<i>Grand Duke</i>	1.57	9.62	6.60	6.13	4.8
<i>Anna Szpet</i>	0.54	11.2	22.4	20.74	5.0

Одним из наиболее значимых показателей адаптивности любой плодовой культуры является продуктивность [17]. Выделившиеся по урожайности с единицы площади и с одного дерева сорта Великая синяя (12,3 т/га) и Анна Шпет (12,0 т/га) характеризовались статистически достоверной разницей относительно контроля (таблица 3).

Однако урожайность с единицы площади и с одного дерева не может всесторонне и полностью охарактеризовать потенциальную продуктивность сорта. Если считать урожайность с единицы объема кроны, то картина стано-

вится несколько иная, и наибольшая продуктивность уже наблюдается у сорта Кубанская ранняя, причем превышение над продуктивностью сортов Великая синяя и Анна Шпет составляет более чем два раза. Этот показатель наглядно демонстрирует эффективность использования как потенциала сорта, так и занимаемой им площади.

Важным показателем характеристики сорта является качество плодов. При изучении качественных показателей наиболее крупные плоды по сравнению с контролем Кубанская ранняя (39,2 г) отмечены у сортов Великая синяя

и Бербанк – 41,3 и 45,0 г соответственно. Наименьшие по величине плоды отмечались у сорта Ренклюд Альтана – до 21,5 г. Остальные сорта можно отнести к группе крупноплодных с плодами массой от 36,0 до 45,0 г. Процент содержания косточки в плоде варьировал, в зависимости от сорта, от 3,4 до 5,0 % (таблица 3).

Одним из показателей, определяющим вкусовые качества плодов и влияющим на возможность использования сорта для различного назначения (десертный, универсальный, столовый и т. д.), является наличие в них сбалансированного состава сахаров и кислот, составляющих основу растворимых веществах [18].

Вкусовые качества и питательная ценность плодов определяются содержанием сухих веществ, благоприятно сбалансированных сахаров, органических кислот, дубильных и красящих веществ. В связи с этим большого внимания заслуживает отбор сортов с высокими биохимическими показателями качества плодов. Плоды, характеризующиеся лучшими свойствами, внешним видом и вкусом, более ценны для употребления [11]. Вместе с тем биохимический состав, несмотря на то что контролируется определенным набором генов, может в зависимости от складывающихся условий года различаться. В более прохладные и влажные годы может снижаться количество сахаров и повышаться содержание растворимых кислот. В теплые и сухие годы количество сахаров увеличивается, а кислотность снижается, что более благоприятно сказывается на качественных показателях и вкусовых характеристиках плодов. Изучение биохимического состава плодов сливы показало, что максимальное содержание сахара отмечено у плодов сорта Анна Шпет (20,74 %) и сорта Кубанская ранняя (12,08 %) (таблица 4).

Минимальное содержание сахаров выявлено у сортов Ренклюд Альтана (5,97 %) и Великая синяя (6,13 %).

Вкусовые качества определяются сахарокислотным индексом – отношением сахара и кислоты. Исходя из величины сахарокислотного индекса, наиболее гармоничным вкусом обладают сорта Кубанская ранняя, Бербанк и Анна Шпет (11,22–20,74).

Слива не относится к культурам, богатым аскорбиновой кислотой. Содержание в плодах витамина С у исследуемых сортов варьирует от 5,50 мг % Бербанк до 44,0 мг % Ренклюд Альтана. Наибольшая концентрация аскорбиновой кислоты содержится в плодах Ренклюд Альтана (44,0 мг) и Анны Шпет (22,4 мг). Дегустационная оценка свежих плодов среди изучаемых сортов сливы существенных различий не имела и составила от 4,5 до 5,0 балла.

Характеристика сорта не была бы полной без экономической эффективности выращивания его в той или иной зоне. На экономическую эффективность производства плодов сливы в первую очередь оказывают влияние такие показатели, как: урожайность, качество плодов, от которого зависит стоимость валовой продукции, затраты на производство продукции, рентабельность, чистый доход и цена реализации продукции [19] (таблица 5). Высокий уровень рентабельности получен у контрольного сорта Кубанская ранняя (71,4 %) с урожайностью 10,8 т/га, и окупаемостью 1,71 руб. на 1 руб. вложенных затрат и Анна Шпет (77,3 %) с урожайностью 12,0 т/га, с окупаемостью 1,77 руб. на 1 руб. вложенных затрат.

У сорта Великая синяя оказалась самая низкая себестоимость продукции – 21 руб/кг, однако в связи с низкой ценой реализации рентабельность этого сорта была на среднем уровне – 42,7 %.

Таблица 5  
Экономическая эффективность выращивания сливы на 6-й год после посадки, 2019 г.

Сорт	Урожайность, т/га	Затраты, тыс. р/га	Себестоимость, тыс. руб/т	Цена реализации, тыс. руб/т	Валовый доход, руб/га	Прибыль, тыс. руб/га	Рентабельность, %	Окупаемость, руб/руб
Кубанская ранняя (st)	10,8	283,44	26,24	45,00	486,00	202,56	71,4	1,71
Ренклюд Альтана	8,0	248,34	31,04	40,00	320,00	71,66	29,0	1,29
Бербанк	8,1	271,34	33,50	40,00	324,00	52,66	19,4	1,19
Великая синяя	12,3	258,54	21,02	30,00	369,00	110,46	42,7	1,43
Анна Шпет	12,0	270,74	22,56	40,00	480,00	209,26	77,3	1,77

Table 5  
Economic efficiency of growing plums in the 6th year after planting, 2019

Variety	Productivity, t/ha	Expenses, thousand rub/ha	Cost price, thousand rub/ha	Price sold, thousand rub/t	Gross income, thousand rub/ha	Profit, thousand rub/ha	Profitability, %	Payback, rub/rub
Kubanskaya rannyyaya (st)	10.8	283.44	26.24	45.00	486.00	202.56	71.4	1.71
Althana	8.0	248.34	31.04	40.00	320.00	71.66	29.0	1.29
Burbank	8.1	271.34	33.50	40.00	324.00	52.66	19.4	1.19
Grand Duke	12.3	258.54	21.02	30.00	369.00	110.46	42.7	1.43
Anna Szpet	12.0	270.74	22.56	40.00	480.00	209.26	77.3	1.77

**Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

На основании полученных результатов установлено, что наиболее выгодно выращивать в условиях севера Астраханской области сорт Кубанская ранняя раннего срока созревания, во-первых, за счет высокой цены реализации, во-вторых, за наиболее эффективные использования как потенциала дерева, так и посадочной площади. На шестой год после посадки в сад этот сорт занимал чуть более 70 % площади питания, что позволяет увеличить количество деревьев на единицу площади и тем самым повысить выход товарной продукции с единицы площади. Также перспективным для выращивания можно считать сорт Анна Шпет за счет позднего созревания плодов и их высокое качество, что позволяет иметь хорошую рентабельность на уровне 77,3 %. Однако этот сорт, а также

сорт Великая синяя, несмотря на высокие показатели по урожайности, качеству плодов и рентабельности, имеют один очень существенный недостаток, а именно крупные деревья, в связи с чем неэффективно используется площадь насаждений и потенциал сорта.

В результате проведенных исследований все сорта сливы, несмотря на складывающиеся погодно-климатические условия, накапливают достаточное количество питательных веществ, способствующих формированию плодов с отличными вкусовыми качествами, и могут выращиваться в личных подсобных хозяйствах.

Вместе с этим большое разнообразие современных сортов делает необходимым продолжать изучение сортоподвойных комбинаций косточковых культур, адаптированных к аридным условиям Северного Прикаспия.

**Библиографический список**

1. Еремин В. Г., Еремин Г. В. Перспективы использования в промышленном садоводстве России клоновых подвоев косточковых культур // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 50. С. 111–115.
2. Еремин Г. В., Еремин В. Г. Использование генофонда дикорастущих видов рода *Prunus* L. в селекции клоновых подвоев косточковых культур // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Т. 176. № 4. С. 416–425. DOI: 10.30901/2227-8834-2015-4-416-428.
3. Еремин Г. В., Еремин В. Г. Совершенствование сортимента клоновых подвоев для косточковых культур // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 73. С. 60–64. DOI: 10.21515/1999-1703-73-60-64.
4. Pérez-Jiménez M., Hernández-Munuera M., Carmen Piñero M., López-Ortega G., del Amor F. M. Are commercial sweet cherry rootstocks adapted to climate change? Short-term waterlogging and CO<sub>2</sub> effects on sweet cherry cv. 'Burlat' // Plant, Cell & Environment. 2018. Vol. 41. Iss. 5. Pp. 908–918.
5. Солонкин А. В., Еремин Г. В. Использование местных и новых сортов Нижнего Поволжья в селекции адаптивных сортов сливы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 134. С. 368–378. DOI: 10.21515/1990-4665-134-031.
6. Солонкин А. В., Никольская О. А., Киктева Е. Н. Предварительная оценка сорто-подвойных комбинаций сливы в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53) С. 105–113. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-13.
7. Солонкин А. В., Зволинский В. П., Иваненко Е. Н., Александрова Т. И. Комплексная оценка сортов сливы в условиях интенсивного сада Северного Прикаспия // Теоретические и прикладные проблемы АПК. 2019. № 4. С. 35–39. DOI: 10.32935/2221-7312-2019-42-4-35-38.
8. Попов М. А., Новоторцев А. А. Сорто-подвойные комбинации вишни и сливы в средней полосе РФ // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 7. С. 30–32.
9. Jiménez S., Fattahi M., Bedis K., Nasrolahpour-moghadam S., Irigoyen J. J., Gogorcena Y. Interactional effects of climate change factors on the water status, photosynthetic rate, and metabolic regulation in peach // Frontiers in Plant Science. 2020. Vol. 11. P. 43.
10. Joshua J., Mmbaga M. T., Mackasmiel L. A. Cherry leaf spot disease management in ornamental cherries in mid-Tennessee // Canadian Journal of Plant Science. 2017. Vol. 97 (1). Pp. 110–118.
11. Иваненко Е. Н., Меншутина Т. В., Александрова Т. И. Подбор сорто-подвойных комбинаций сливы для аридных условий Северного Прикаспия // Научное обеспечение устойчивого развития плодоводства и декоративного садоводства: материалы научно-практической конференции, посвященной 125-летию ВНИИЦиСК и 85-летию Ботанического сада «Дерево Дружбы». Сочи, 2019. С. 170–173.
12. Иваненко Е. Н., Дроник А. А., Александрова Т. И. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов сливы при выращивании в условиях интенсивного сада [текст] // Достижения молодых ученых в развитии сельскохозяйственной науки и АПК: материалы VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых. Соленое Займище, 2019. С. 73–77. DOI: 10.26150/PAFNC.2019.45.557-2-019.
13. Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда: монография / Под ред. Е. А. Егорова, Г. В. Еремина, И. А. Ильина, Р. Ш. Заремук, Е. В. Ульяновской, В. С. Петрова. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2017. 282 с.
14. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. – 606с.
15. Богданов Р. Е., Юшков А. Н., Земисов А. С., Борзых Н. В. Изучение зимостойкости сортов сливы с использованием оптических методов // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 49. С. 52–55.
16. Заремук Р. Ш. Продуктивность и экологическая пластичность сливы (*Prunus domestica*) в нестабильных условиях // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т.50. № 1. С. 85–91. DOI: 10.15389/agrobology.2015.1.85rus.
17. Лукичева Л. А., Горина В. М. Оценка продуктивности сортов сливы домашней (*Prunus domestica*) селекции Никитского ботанического сада // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018. № 4. С. 81–85.
18. Ашурбаева М., Расулова А., Абдуллаев Ш. Химические составляющие сливы // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: материалы XXII международной научно-практической конференции. Москва, 2015. С. 35–37.

19. Поух Е. В., Шудловский А. Ф. Экономическая эффективность выращивания сливы домашней сорта Виктория на семенных и клоновых подвоях // Плодоводство: сборник научных трудов. Самохваловичи, Беларусь, 2015. С. 93–100.

#### Об авторах:

Андрей Валерьевич Солонкин<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора, ORCID 0000-0002-1576-7824, AuthorID 822657; +7 903 376-76-92, [mishamax73@mail.ru](mailto:mishamax73@mail.ru)

Вячеслав Петрович Зволинский<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, научный руководитель, ORCID 0000-0002-6475-865X, AuthorID 159653; +7 929 572-47-22, [vpzvol@mail.ru](mailto:vpzvol@mail.ru)

Татьяна Ивановна Александрова<sup>2</sup>, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории плодовых и садовых культур, ORCID 0000-0002-9257-6191, AuthorID 893633; +7 929 743-87-19, [t.i.matveeva@mail.ru](mailto:t.i.matveeva@mail.ru)

<sup>1</sup> Федеральное научное учреждение агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

<sup>2</sup> Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, Солёное Займище, Россия

## Production efficiency of cultivation of plum varieties under arid conditions of the Astrakhan region

A. V. Solonkin<sup>1</sup>✉, V. P. Zvolinskiy<sup>2</sup>, T. I. Aleksandrova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

<sup>2</sup> Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche, Russia

✉ E-mail: [mishamax73@mail.ru](mailto:mishamax73@mail.ru)

**Abstract. Purpose.** The study of biometric growth indicators, the peculiarities of the passage of the main phenological phases of development, the study of early maturity, yield and commercial qualities of fruits of various varieties of plum, substantiation of the possibility and economic feasibility of their use for setting up intensive plantings in the arid conditions of the Astrakhan region. **Methods.** Research is carried out in the arid conditions of the Northern Caspian region, in the laboratory of fruit and horticultural crops of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, to study the most promising variety-rootstock combinations of plums, according to the method of variety study of fruit crops for subsequent selection and recommendation of the most promising for industrial gardening. **Results.** Based on the data obtained and analyzed, the highest level of profitability was obtained for varieties of plum Kubanskaya rannyaya (71.4 %) with a productivity of 2.48 kg/m<sup>3</sup> of crown volume, and a payback of 1.79 rubles. for 1 rub. invested costs, and Anna Szpet (77.3 %) with a productivity of 1.07 kg/m<sup>3</sup> of crown volume, with a payback of 1.77 rubles. for 1 rub. investment costs. Comparing the research results, it is concluded that the Kubanskaya rannyaya variety, which is the most profitable for industrial cultivation, has a higher productivity potential and more efficiently uses the planting area in comparison with other studied varieties. This variety can be recommended for intensive gardens in the Astrakhan region. **The scientific novelty** lies in the fact that, despite the wide assortment of plums that exists today, for each zone it is necessary to select both varieties and rootstocks for stable and economically viable fruit production.

**Keywords:** plum, phenology, variety, flowering, fruiting, yield, fruit weight.

**For citation:** Solonkin A. V., Zvolinskiy V. P., Aleksandrova T. I. Proizvodstvennaya effektivnost' vyrashchivaniya sortov slivy v aridnykh usloviyakh Astrakhanskoj oblasti [Production efficiency of cultivation of plum varieties under arid conditions of the Astrakhan region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 02 (205). Pp. 48–55. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-205-02-48-55. (In Russian.)

**Paper submitted:** 25.08.2020.

#### References

1. Eremin V. G., Eremin G. V. Perspektivy ispol'zovaniya v promyshlennom sadovodstve Rossii klonovykh podvoev kostochkovykh kul'tur [Prospects for the use of clonal rootstocks of stone fruit crops in industrial gardening in Russia] // Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2017. T. 50. Pp. 111–115. (In Russian.)
2. Eremin G. V., Eremin V. G. Ispol'zovanie genofonda dikorastushchikh vidov roda Prunus L. v selektsii klonovykh podvoev kostochkovykh kul'tur [The use of the gene pool of wild species of the genus Prunus L. in the selection of clonal rootstocks of stone fruit crops] // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2015. T. 176. No. 4. Pp. 416–425. DOI: 10.30901/2227-8834-2015-4-416-428. (In Russian.)
3. Eremin G. V. Sovershenstvovanie sortimenta klonovykh podvoev dlya kostochkovykh kul'tur [Improvement of the of clonal rootstocks for stone fruit crops] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. No. 73. Pp. 60–64. DOI: 10.21515/1999-1703-73-60-64. (In Russian.)
4. Pérez-Jiménez M., Hernández-Munuera M., Carmen Piñero M., López-Ortega G., del Amor F. M. Are commercial sweet cherry rootstocks adapted to climate change? Short-term waterlogging and CO<sub>2</sub> effects on sweet cherry cv. ‘Burlat’ // Plant, Cell & Environment. 2018. Vol. 41. Iss. 5. Pp. 908–918.

5. Solonkin A. V., Eremin G. V. Ispol'zovanie mestnykh i novykh sortov Nizhnego Povolzh'ya v selektsii adaptivnykh sortov slivy [The use of local and new varieties of the Lower Volga region in the selection of adaptive varieties of plum] // Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 134. Pp. 368–378. DOI: 10.21515/1990-4665-134-031. (In Russian.)
6. Solonkin A. V., Nikol'skaya O. A., Kikteva E. N. Predvaritel'naya otsenka sorto-podvoynykh kombinatsiy slivy v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Preliminary assessment of variety-rootstock combinations of plum in the conditions of the Lower Volga region // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex. 2019. No. 1 (53). Pp. 105–113. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-13. (In Russian.)
7. Solonkin A. V., Zvolinskiy V. P., Ivanenko E. N., Aleksandrova T. I. Kompleksnaya otsenka sortov slivy v usloviyakh intensivnogo sada Severnogo Prikaspiya [Comprehensive assessment of plum varieties in an intensive garden of the Northern Caspian region] // Theoretical and Applied Problems of Agro-industry. 2019. No 4. Pp. 35–39. DOI: 10.32935/2221-7312-2019-42-4-35-38. (In Russian.)
8. Popov M. A., Novotortsev A. A. Sorto-podvoynye kombinatsii vishni i slivy v sredney polose RF [Variety-rootstock combinations of cherry and plum in the middle zone of the Russian Federation] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2017. T. 31. No. 7. Pp. 30–32. (In Russian.)
9. Jiménez S., Fattahi M., Bedis K., Nasrolahpour-moghadam S., Irigoyen J. J., Gogorcena Y. Interactional effects of climate change factors on the water status, photosynthetic rate, and metabolic regulation in peach // *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. P. 43.
10. Joshua J., Mmbaga M. T., Mackasmiel L. A. Cherry leaf spot disease management in ornamental cherries in mid-Tennessee // *Canadian Journal of Plant Science*. 2017. Vol. 97 (1). Pp. 110–118
11. Ivanenko E. N., Menshutina T. V., Aleksandrova T. I. Podbor sorto-podvoynykh kombinatsiy slivy dlya aridnykh usloviy Severnogo Prikaspiya [Selection of variety-rootstock combinations of plums for arid conditions of the Northern Caspian Sea] // Nauchnoe obespechenie ustoychivogo razvitiya plodovodstva i dekorativnogo sadovodstva: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchenoy 125-letiyu VNIITsiSK i 85-letiyu Botanicheskogo sada "Derevo Druzhby". Sochi, 2019. Pp. 170–173. (In Russian.)
12. Ivanenko E. N., Dronik A. A., Aleksandrova T. I. Khozyaystvenno-biologicheskaya kharakteristika sortov slivy pri vyrashchivani v usloviyakh intensivnogo sada [Economic and biological characteristics of plum varieties when grown in an intensive garden] // Dostizheniya molodykh uchenykh v razvitii sel'skokhozyaystvennoy nauki i APK: materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh. Solenoe Zaymishche, 2019. Pp. 73–77. DOI: 10.26150/PAFNC.2019.45.557-2-019. (In Russian.)
13. Sovremennye metodologiya, instrumentariy otsenki i otbora selektsionnogo materiala sadovykh kul'tur i vinograda [Modern methodology, tools for the assessment and selection of breeding material for horticultural crops and grapes]: monograph / Edited by E. A. Egorov, G. V. Eremin, I. A. Ilyin, R. Sh. Zaremuk, E. V. Ulyanovskaya, V. S. Petrov. Krasnodar, 2017. 282 p. (In Russian.)
14. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur [Program and methodology for the study of varieties of fruit, berry and nut crops]. Orel: VNIISPK, 1999. 606 p. (In Russian.)
15. Bogdanov R. E., Yushkov A. N., Zemisev A. S., Borzykh N. V. Izuchenie zimostoykosti sortov slivy s ispol'zovaniem opticheskikh metodov [Study of winter hardiness of plum varieties using optical methods] // *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017. T. 49. Pp. 52–55. (In Russian.)
16. Zaremuk R. Sh. Produktivnost' i ekologicheskaya plastichnost' slivy (*Prunus domestica*) v nestabil'nykh usloviyakh sredy [Productivity and ecological plasticity of plum (*Prunus domestica*) in unstable environmental conditions] // *Agricultural biology*. 2015. T. 50. No. 1. Pp. 85–91. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.1.85rus. (In Russian.)
17. Lukicheva L. A., Gorina V. M. Otsenka produktivnosti sortov slivy domashney (*Prunus domestica*) selektsii Nikitskogo botanicheskogo sada [Evaluation of productivity of varieties of domestic plum (*Prunus domestica*) bred by Nikitsky botanical garden] // *Bulletin of Michurinsky State Agrarian University*. 2018. No. 4. Pp. 81–85. (In Russian.)
18. Ashurbayeva M., Rasulova A., Abdullayev Sh. Khimicheskkiye sostavlyayushchiye slivy [Chemical components of plum] // *Sovremennye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk: materialy XXII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Moscow, 2015. Pp. 35–37. (In Russian.)
19. Poukh E. V., Shudlovskiy A. F. Ekonomicheskaya effektivnost' vyrashchivaniya slivy domashney sorta Viktoriya na semennykh i klonovykh podvoiyakh [Economic efficiency of growing domestic plum variety Victoria on seed and clonal rootstocks] // *Plodovodstvo: sbornik nauchnykh trudov. Samokhvalovichi, Belarus*, 2015. Pp. 93–100. (In Russian.)

#### Authors' information:

Andrey V. Solonkin<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, deputy director, ORCID 0000-0002-1576-7824, AuthorID 822657; +7 903 376-76-92, [mishamax73@mail.ru](mailto:mishamax73@mail.ru)

Vyacheslav P. Zvolinskiy<sup>2</sup>, doctor of agricultural sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, scientific director, ORCID 0000-0002-6475-865X, AuthorID 159653; +7 929 572-47-22, [vpzvol@mail.ru](mailto:vpzvol@mail.ru)

Tatyana I. Aleksandrova<sup>2</sup>, postgraduate, junior researcher of the laboratory of fruit and horticultural crops, ORCID 0000-0002-9257-6191, AuthorID 893633; +7 929 743-87-19, [t.i.matveeva@mail.ru](mailto:t.i.matveeva@mail.ru)

<sup>1</sup> Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

<sup>2</sup> Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche, Russia