

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УРОЖАЙНОСТЬ НА ВИНОГРАДО- ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ ТЕРРУАРАХ РОССИИ

© 2024 г. Д. Ю. Федосов¹, Е. А. Морозова^{1,*}, А. О. Сапсай¹, З. Б. Намсараев¹

¹Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”, Москва, Россия

*E-mail: elizaveta.alekseevna.98@mail.ru

Поступила в редакцию 25.07.2024 г.

После доработки 25.07.2024 г.

Принята к публикации 02.08.2024 г.

Современные виноградарство и виноделие — важный сектор биотехнологий, требующий фундаментальных и прикладных научных исследований для успешного развития сельскохозяйственной отрасли. Начиная с конца XX века в мировом научном сообществе стали появляться данные, что одними из важнейших способов повышения качества урожая винограда являются управление плотностью посадки виноградных кустов и нормирование урожайности. Впервые проведен анализ плотности посадки, разнообразия и урожайности сортов винограда на основных виноградо-винодельческих терруарах России. Основные виноградо-винодельческие регионы России — Краснодарский край, Республика Крым и Республика Дагестан, которые формируют 80% от общего количества высаженных в России кустов винограда. Лидирующими в России по количеству кустов и площади посадок являются сорта Каберне Совиньон, Ркацители и Шардоне. На российских виноградниках наблюдаются широкое междурядье (в среднем 3.4 м) и низкая плотность посадки виноградных кустов (в среднем 2594 куста на гектар). Согласно современным научным подходам урожайность и качество винограда напрямую зависят от ряда факторов, одним из которых является соотношение площади листовой поверхности куста к его урожайности. На этом фоне требуется переосмысление подходов к регулированию урожайности плодоносящих виноградников во избежание злоупотребления производителями отсутствием норм урожайности для технических сортов винограда. В ряде регионов наблюдаются случаи завышения урожайности в декларациях, искажающие реальное положение вещей на рынке винограда и винодельческой продукции. Российским виноградарям рекомендуется учитывать факторы баланса виноградного куста с точки зрения оптимального соотношения его внешней листовой поверхности к урожайности, а также водного баланса для достижения более высоких качественных показателей винодельческой продукции и повышения ее конкурентоспособности на рынке.

DOI: 10.56304/S1992722324602209

ВВЕДЕНИЕ

Виноградарство и виноделие — один из важнейших секторов агропромышленного комплекса и биотехнологической промышленности. Под виноградники в 2023 г. в мире было занято более 7.2 млн га, всего в мире на винодельческих предприятиях трудятся более 1 млн человек, производя в год более 230 млн гл вина [1]. В настоящее время основной тенденцией в выращивании технического винограда для винодельческого производства является повышение экологичности и качества продукции. Рынок органического винограда, выращиваемого с использованием биологических средств защиты растений и биодобавок, растет на 12.5% в год, лидером роста являются США [2]. В Российской Федерации (РФ) в 2023 г. было семь сертифицированных ор-

ганических виноградарских хозяйств, или не менее 3% от имеющих лицензию на производство вина [3].

В конце XX века стали появляться данные, что одними из важнейших способов повышения качества урожая винограда являются увеличение внешней листовой поверхности виноградника и нормирование урожайности [4]. Сегодня работы по допустимому пределу урожайности проведены по всем ключевым винодельческим регионам мира. В связи с тенденциями в части регулирования урожайности требуется детально проработать вопрос оптимальных параметров закладки виноградников для каждого виноградарского региона Российской Федерации и их предельной урожайности с целью обеспечения конкурентоспособного качества винодельческой продукции.

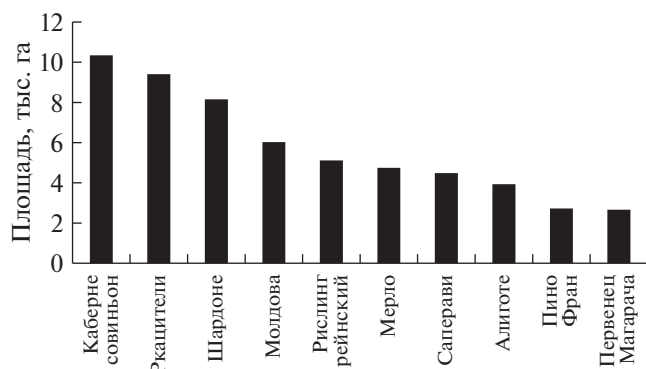


Рис. 1. Рейтинг доминирующих сортов в РФ по площади виноградников.

В России активно развивается виноградо-винодельческая отрасль. С 2017 по 2021 г. площади виноградников выросли с 75.1 до 80.6 тыс. га, или более чем на 7% [5]. Россия является 19-й в мире страной по площади виноградников, 11-й в мире по объемам производства вина. В 2022 г. по отношению к 2021 г. производство выросло на 4% [6]. Развивается наука о виноградарстве и виноделии: объектом исследований становятся российские автохтонные сорта, методики защиты качества вин, способы производства, ранее не применявшиеся в нашей стране [7–11].

Тем не менее системный анализ климатических особенностей, плотности посадки и разнообразия сортов выращиваемого винограда в масштабах всей страны не проводился. Это препятствует формированию цельного представления о состоянии российской виноградо-винодельческой отрасли и внедрению в нее высокоэффективных и экологичных технологий. В настоящей работе впервые в России проведен анализ наиболее распространенных сортов, площадей посадок и количества кустов по регионам, категориям и происхождения виноградных сортов, плотности посадки и средних значений показателей расстояний между кустами и рядами, а также составлены предложения по дальнейшему развитию отрасли.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ количества высаженных кустов винограда, площадей посадок виноградников, плотности посадки и показателей расстояний между рядами и кустами провели на основании данных Министерства сельского хозяйства РФ по состоянию на июнь 2024 г. [12]. Объединение синонимичных названий сортов провели на основании государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию (Госсорткомиссия) [13], и на основании перечня сортов технического винограда от Федеральной саморегулируемой организации “Ассоциация виноградарей

и виноделов России” (АВВР) [14]. Суммы активных температур в регионах приведены по данным отечественных и зарубежных публикаций.

Выход вина из количества урожая винограда рассчитан следующим образом. Действующие российские нормативы определяют максимально возможный выход сусла из 1 т винограда – 75 дал (750 л) [15]. Однако этот показатель может отличаться в меньшую сторону в зависимости от интенсивности прессования, что, в свою очередь, сказывается на качестве вина: при выходе 0.75 л с 1 кг в прессовой фракции могут оказаться нежелательные для винодела танины, попадающие в сусло при разрушении семян и т.п. Поэтому в ряде регионов этот показатель ниже, он варьируется в зависимости от требований аппелласьона. Так, в Шампани не допускается получать более чем 102 л сусла из 160 кг винограда, что эквивалентно 0.6375 л сусла из 1 кг винограда [16]. Следует также учесть, что в процессе брожения сусло проходит фильтрацию, удаляются фракции осадка и т.п. [17]. Поэтому в работе использовали средний коэффициент 0.65 для пересчета килограммов винограда в литры полученного вина.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные характеристики виноградо-винодельческой отрасли в РФ. По результатам анализа данных от Министерства сельского хозяйства РФ было выявлено 287 наименований сортов винограда, произрастающих на территории Российской Федерации. По результатам сравнительного анализа по площади всех виноградников РФ и по количеству высаженных кустов определили 10 самых распространенных сортов винограда в России (рис. 1, 2). В зависимости от метода подсчета лидирующие сорта различаются. Безоговорочным лидером среди всех сортов винограда стал Каберне Совиньон. В десятку также стабильно входят Ркацител, Шардоне, Мерло, Рислинг Рейнский, Молдова, Саперави, Алиготе и Пино нуар. Однако в зависимости от метода подсчета сильно разнятся позиции некоторых наименований сортов: к примеру, Мерло превосходит Молдову по количеству высаженных кустов, но уступает ей по площади посадок. Кроме того, 10-ю позицию в рейтинге по площади посадок занимает Первенец Магарача, а в рейтинге по количеству кустов – Совиньон блан. Это может быть обосновано популярностью гибридных сортов в советскую эпоху, характеризующуюся широким междурядьем для удобства механизированной обработки больших площадей виноградников.

Анализ зарегистрированных в России наименований виноградных сортов по категориям показал, что более 60% из реестра составляют сорта технического назначения, 25% – столовые сорта, 10% – универсальные сорта и около 3% – сорта,

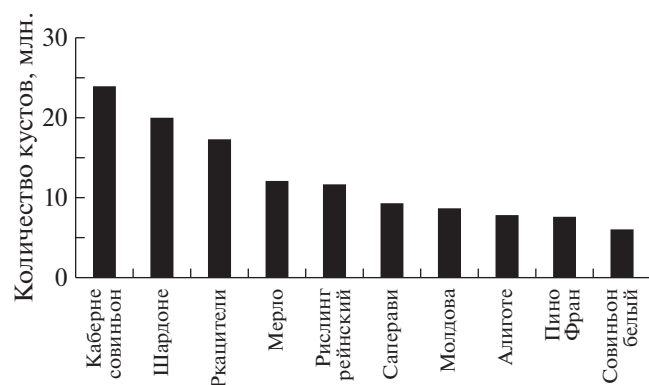


Рис. 2. Рейтинг доминирующих сортов в РФ по количеству кустов.

выращиваемые в качестве подвоев для прививки к ним культурных сортов (рис. 3а). С целью уточнения реальных показателей по сортовому разнообразию виноградных насаждений в России был проведен дополнительный анализ категорий виноградных сортов по количеству высаженных кустов. В результате получили следующие данные: лидирующую позицию (90%) занимают технические сорта, 8% — сорта столового назначения, 2% — универсальные сорта и менее 1% — подвой (рис. 3б).

Анализ виноградных сортов по происхождению показал, что почти 50% зарегистрированных в РФ наименований виноградных сортов были выведены путем межвидовой гибридизации, почти 30% сортов имеют международное происхождение и произрастают в нескольких мировых виноградо-винодельческих зонах, более 20% сортов являются российскими автохтонами, входящими в собственную уникальную популяционную группу (рис. 4а). Если рассматривать происхождение сортов по количеству высаженных кустов, то сорта гибридного происхождения отходят на второй план, занимая лишь 21% в посадках, международные сорта лидируют с показателем 76% и всего 3% занимают автохтоны (рис. 4б).

Региональные особенности виноградо-винодельческой отрасли РФ. По результатам сравнитель-

ного анализа по площади и количеству высаженных кустов были выявлены лидирующие виноградо-винодельческие регионы России (рис. 5, 6). Вне зависимости от метода подсчета отчетливо наблюдаем трех лидеров: Краснодарский край, Республику Крым и Республику Дагестан. Вместе они составляют ~80% всех виноградников России. Значительную часть от всей территории виноградников РФ занимают город федерального значения Севастополь, Чеченская Республика и Ставропольский край. Вместе они составляют ~18%. Оставшиеся регионы с зарегистрированными виноградниками составляют лишь 2% от общих территорий виноградных насаждений в РФ, поэтому в большинстве случаев не рассматриваются в настоящем исследовании как показательные.

Средняя по России плотность посадки составила 2594 куста на гектар (к/га). Среднее расстояние между рядами составляет 3.4 м, среднее расстояние между кустами в ряду — 1.5 м. В результате анализа всех площадей виноградников РФ был составлен рейтинг диапазонов плотности посадки (рис. 7). Наиболее популярен диапазон плотности от 1000 до 2000 к/га — суммарно площадь виноградников с данной плотностью составляет 40892 га. На втором месте диапазон от 2000 до 3000 к/га (25461 га) и на третьем — от 3000 до 4000 к/га (11213 га).

Таблица 1 содержит данные, представленные Федеральной службой государственной статистики по валовому сбору винограда и урожайности по регионам, а также данные Министерства сельского хозяйства РФ по количеству кустов виноградных насаждений по регионам. Данные об урожайности находятся в широком диапазоне. В Крыму, Севастополе, Краснодарском и Ставропольском краях урожайность находится на уровне 53–95 г/га, тогда как в ряде регионов отмечаются экстремально высокие значения до 8749 г/га.

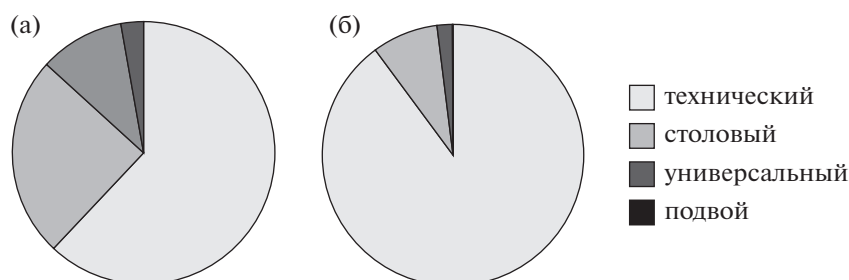


Рис. 3. Категории виноградных сортов по области применения: а — по наименованиям, зарегистрированным в РФ; б — по количеству кустов.

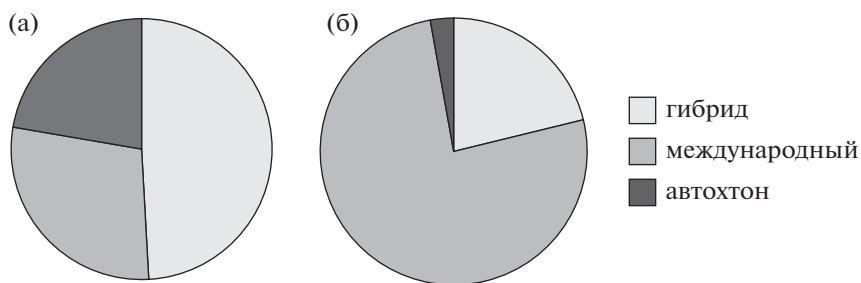


Рис. 4. Категории виноградных сортов по происхождению: а — по наименованиям, зарегистрированным в РФ; б — по количеству кустов.



Рис. 5. Рейтинг регионов РФ по площади виноградников.



Рис. 6. Рейтинг регионов РФ по количеству кустов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Российские винодельческие регионы с континентальным и черноморским климатом отличаются от западноевропейских с атлантическим или умеренно-континентальным климатом. При одинаковых широтах и потенциале солнечной энергии их отличают уровень осадков, более высокие активные температуры, что связано главным образом с неравномерным распределением

температур в течение года, жарким летом и более холодной, чем в Европе, весной (табл. 2).

Современная российская виноградо-винодельческая отрасль во многом сохранила наследие советского периода. Это выражается широким междурядьем (3.4 м), низкой плотностью посадки виноградных кустов (1000–2000 к/га), разнообразием наименований сортов-гибридов, выведенных советскими учеными. Лидирующие

сегодня по посадкам регионы РФ также являлись основными по площади виноградников и объемам урожая в СССР. Эти показатели отличают российское виноделие от европейского и во многом способствуют росту объемов, но не качеству производимой продукции.

Однако в последние годы растет тенденция к посадке более плотных виноградников, преимущественно технических сортов международного или автохтонного происхождения. Повышение плотности посадки влечет за собой увеличение листовой поверхности на гектар. Для сравнения в среднем по миру принято высаживать ~5000 к/га. В России существуют виноградники с плотностью посадки свыше 8000 к/га и виноградники, высаженные в зонах экстремального виноградарства, требующие особых агротехнологий и грамотного, научнообоснованного подбора сортов в связи с почвенно-терруарными особенностями. В таких условиях затруднительно производить большие объемы урожая, но можно повысить его качество и, как следствие, качество изготавливаемой винодельческой продукции.

Плотность посадки является одним из важнейших факторов, определяющих урожайность и качество винограда. Урожайность — это соотношение объема собранного урожая винограда к площади его произрастания, выражаемое в тоннах на гектар (т/га), центнерах на гектар (ц/га) или гектолитрах полученного из винограда вина на гектар (гл/га). Урожайность напрямую влияет на качество винодельческой продукции. При избыточной урожайности размываются сортовые

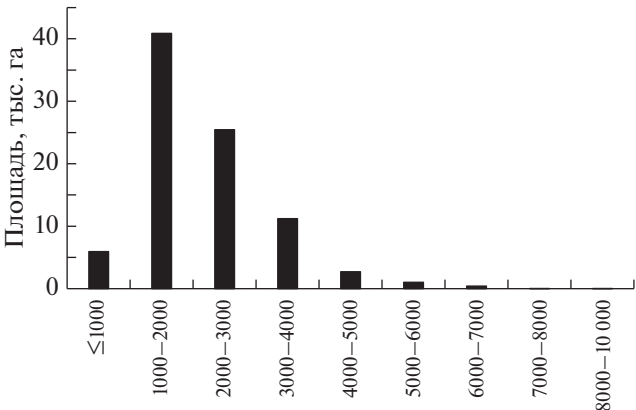


Рис. 7. Диапазоны плотности посадок виноградников в РФ.

признаки, и потребитель с высокой долей вероятности может не получить ожидаемых вкусоароматических показателей вина. Это связано с недостаточной листовой поверхностью виноградника, питающей урожай. Таким образом, необходимо регламентировать показатель урожайности для винограда, предназначенного для переработки на винодельческую продукцию, однако делать это следует, обращая внимание на листовую поверхность виноградника и водный баланс, без которых невозможно заложить требуемый качественный потенциал [27].

Ведущие винодельческие регионы мира уже провели работы по допустимым пределам уро-

Таблица 1. Валовый сбор винограда и урожайность по основным виноградо-винодельческим регионам России

Валовый сбор винограда в 2023 г. по хозяйствам всех категорий			Урожайность, гл/га/л/к
Регион	Валовый сбор винограда, тыс. т	Доля региона от общего валового сбора в Российской Федерации, %	
Российская Федерация	882.1	100.0	
Краснодарский край	290.6	32.9	95.63/4.5
Республика Дагестан	282.8	32.1	161.71/8.2
Республика Крым	115.2	13.1	53.30/2.3
г. Севастополь	33.0	3.7	59.02/2.7
Ставропольский край	32.3	3.7	66.13/4
Чеченская Республика	29.7	3.4	52.25/3
Ростовская область	23.2	2.6	173.61/8.7
Республика Северная Осетия — Алания	19.7	2.2	176643/82.5
Кабардино-Балкарская Республика	17.6	2.0	205.28/9.4
Саратовская область	6.2	0.7	8749.86/269.7
Волгоградская область	5.2	0.6	764.51/28.3

Таблица 2. Суммы активных температур основных винодельческих регионов Западной Европы и России

Регион Западной Европы	Широта (с.ш.)	Суммы активных температур, °С	Регион России	Широта (с.ш.)	Суммы активных температур, °С
Майнц, винодельческий регион Пфальц, Германия	49°59'	1600–1900 [18]	Дубовка, винодельческий регион Нижняя Волга, Волгоградская область	49°09'	2688–3202 [19]
Бон, Кот-д'Ор, Бургундия, Франция	49°59'	2400 [20]	Цимлянск, винодельческий регион Долина Дона, Ростовская область	47°38'	3000–3600 [21]
Бордо, Аквитания, Франция	44°50'	2500 [20]	Севастополь, винодельческий регион Крым	44°36'	3600 [22]
Сиена, Тоскана, Италия	43°19'	2500 [23]	Владикавказ, винодельческий регион Алания, Северная Осетия	43°01'	2800–3300 [24]
Логроньо, Риоха, Испания	42°28'	1600–2000 [25]	Дербент, винодельческая зона Дагестан, Республика Дагестан	42°04'	4000 [26]

жайности. Так, в Кьянти он составляет 100, в Рейнгау — 84, Бароло — 80, в Сент-Эмилионе — 45 гл/га [28]. В Австрии для всех вин допустимая урожайность не должна превышать 10 т/га или 75 гл/га. В противном случае вино деклассифицируется с запретом указывать на этикетке год урожая и сортовой состав [29]. Некоторые хозяйства намеренно занижают урожайность для повышения качества вин (Domaine de la Romanée-Conti — 25, Dominio de Pingus — 12 гл/га). Данные по некоторым показательным винодельческим регионам мира приведены в табл. 3.

В СССР в результате вычислений в разных климатических условиях, характерных для регионов страны, и для разных сортов были получены данные допустимой урожайности от 95.4 ц/га (62.01 гл/га) до 143.1 ц/га (93.01 гл/га), что находится на одном уровне с рекомендованным уровнем урожайности в Западной Европе [32–37].

Сравнение этих данных с современной урожайностью по российским регионам показывает, что урожайность в Крыму, Севастополе и Ставропольском крае (53.30–66.13 гл/га) вполне соответствует среднемировым для качественных вин (табл. 2), а средняя урожайность в Краснодарском крае (95.63 гл/га) соответствует массовым винам. Тогда как экстремальными выглядят данные по Дагестану (161 гл/га), Ростовской области (173 гл/га) и фангастическими — данные по Волгоградской области (764.51 гл/га), Северной Осетии (1766.43 гл/га) и особенно Саратовской области (8749.86 гл/га).

Отметим, что зависимость урожайности винограда и каждого отдельного куста от таких факторов, как показатели листового аппарата, архитектура куста, его водный, углеродный баланс и т.д., интенсивно изучаются с начала XX века. Одним из первых введенных показателей стал индекс Раваза (1911 г.), определяющий соотношение между средней урожайностью куста и массой обрезанной лозы во время сухой обрезки [38]. После этого были созданы многочисленные индексы, учитывающие поверхность листового аппарата [39], продолжительность вегетативного сезона [40], солнечную освещенность винограда [41], недостаток или переизбыток влаги [42] и т.п. Эти и другие факторы привели к появлению в зарубежной науке термина “баланс виноградного куста” [43]. Поэтому появление статистических данных в промышленном виноградарстве, далеко выходящих за диапазон расчетных значений, сразу вызывает вопросы. Данные расходятся и с результатами, полученными Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ “Госсортокомиссия”) на основе многолетних испытаний (данные представлены АВВР). Так, сорта для вин, районированных в России, в среднем по Российской Федерации дают следующие показатели урожайности: Карменер 59.2 ц/га (38.48 гл/га), Пино нуар 39.4 ц/га (25.61 гл/га), в то же время ряд автохтонных и гибридных сортов дают более высокую урожайность, например Кокур белый 153.3 ц/га (99.6 гл/га).

Таблица 3. Пределы урожайности по основным виноградо-винодельческим регионам мира

Страна	Регион	Урожайность	Литература
Италия	Тоскана (Кьянти)	100 гл/га	[27]
	Пьемонт (Бароло)	80 гл/га	
Германия	Рейнгау	84 гл/га	
Франция	Новая Аквитания (Сент-Эмильон)	45 гл/га	
	Среднее по всем регионам	57 гл/га	[30]
		90 гл/га – VSIG (вина без географического указания)	
		80 гл/га – IGP (вина с ЗГУ)	
		35–60 гл/га – АОС (вина с ЗНМП)	
	Бургундия (Романе-Конти)	35–45 гл/га	
	Прованс – Альпы – Лазурный берег (Шатонёф-дю-пап)	35 гл/га	
	Северная Рона (Кроз-Эрмитаж)	50 гл/га	
	Северная Рона (Эрмитаж)	46 гл/га	
	Северная Рона (Кот-Роти)	40 гл/га	
	Бургундия (Поммар, Вольне)	50 гл/га	
	Бургундия (Пулиньи-Монраше)	45 гл/га	
	Новая Аквитания (Сент-Эмильон)	53 гл/га	
	Новая Аквитания (Сент-Эмильон Гран Крю)	46 гл/га	
	Бордо (Сотерн)	25 гл/га (Шато д’Икем – 6 гл/га – самая низкая урожайность в мире)	
	Бордо (Пессак-Леоньян)	54 гл/га	
	Долина Луары (Сансен (Блан))	65 гл/га	
	Центр – Долина Луары (Шинон)	55 гл/га	
Австрия	Все регионы	75 гл/га	[29]
Бразилия	Сан-Паулу	От 2.20 т/га (Каберне Совиньон) до 4.44 т/га (Сира)	[31]

Так, при стандартной формировке куста высотой не более 2.5 м и распространенной плотности посадки не более 5000 к/га получается, что для производства качественных вин урожайность должна составлять ~2 кг винограда на куст или 10 т/га, что соответствует 1.5–2 бутылкам 0.75 л готовой винодельческой продукции с куста. Разумеется, для вин отдельных категорий (*Icewine*, вина из заизюмленного винограда, вина *Trockenbeerenauslese* и др.) и для российской винодельческой продукции защищенных наименований (российская винодельческая продукция с защищенным географическим указанием (ЗГУ), российская винодельческая продукция с защищенным наименованием места происхождения (ЗНМП)) показатели урожайности будут значительно ниже.

Приведенный подход, анализирующий зависимость урожая от плотности посадки, делает очевидным несостоятельность данных, приведенных в табл. 1, по урожайности в отдельных ре-

гионах России. Так, урожайность 82.5 л с куста (л/к), зафиксированная в Северной Осетии (что соответствует не менее 126 кг винограда с куста), должна соответствовать кусту с листовой поверхностью ~250 м² для производства качественных вин и не менее 120 м², если речь идет о винах базовой категории. Отметим, что согласно Федеральному реестру виноградных насаждений в республике насчитывается 239053 куста, что должно при соответствующей нагрузке, дающей не более 4 л/к, соответствовать 2868 га виноградников. Фактически площадь виноградных насаждений Северной Осетии составляет 111 га. Среднестатистический куст в Саратовской области, являющийся зоной экстремального укрывного виноградарства, дающий 269.7 л (не менее 414 кг) урожая для базовых вин, должен занимать площадь не менее 400 м² или территорию размером 20 × 20 м с “беседочной” формировкой типа пергола, что

может быть характерно лишь для приусадебного, а не для промышленного виноградарства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С целью повышения качества виноделия в России рекомендуется следующее:

– учитывать мировой опыт в вопросе требований к урожайности винограда, основываясь на оптимальных параметрах соотношений листовой поверхности к урожайности. Поддерживать соотношение внешней листовой поверхности виноградаря на уровне не ниже 0.5 м² на 1 кг урожая для технических сортов винограда;

– учитывать факторы баланса виноградного куста, не перегружая растение избыточным урожаем, грамотно работать с листовым аппаратом, учитывать водный баланс, солнечную освещенность и другие ключевые факторы терруара;

– учитывая изложенное выше, а также значительное применение виноградарями России высокоурожайных гибридных сортов отечественной селекции и востребованность на отечественном рынке недорогих российских вин;

– ограничивать максимальную урожайность на уровне не более 10 т/га для российской винодельческой продукции с ЗГУ и ЗНМП для тихих вин и не более 13 т/га для игристых вин. В дальнейшем определять минимально допустимые значения соотношения листовой поверхности виноградаря к его урожайности для винодельческой продукции с ЗГУ и ЗНМП и включать эти значения в дополнительные стандарты качества таких зон;

– ограничивать максимальную урожайность на уровне не более 25 т/га для всех остальных вин. При превышении этого показателя ввести запрет на указание года урожая и сорта на этикетке.

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания НИЦ “Курчатовский институт”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://www.oiv.int/what-we-do/global-report?oiv>
2. <https://www.insightanalytics.com/report/global-organic-wine-market/1113>
3. <https://rvwa.ru/20230829/816806.html>
4. Pratt Ch. // Am. J. Enol. Vitic. 1974. V. 25. P. 131. <https://doi.org/10.5344/ajev.1974.25.3.131>
5. Строев В.В., Магомедов М.Д., Алексейчева Е.Ю. // Управление. 2023. № 11 (2). С. 88–94. <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2023-11-2-88-94>
6. https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_State_of_the_world_Vine_and_Wine_sector_in_2022_2.pdf
7. Sharko F.S., Petrova K.O., Molchanov N.V. et al. // Turczaninowia. 2024. V. 27. № 1. P. 124. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.27.1.16>
8. Pozhidaev V.M., Sergeeva Ya.E., Fedosov D.Yu. // Nanobiotechnology Reports. 2023. V. 18. № S1. P. S217. <https://doi.org/10.1134/S2635167623600736>
9. Петрова К.О., Федосов Д.Ю., Корженков А.А. и др. // Российские нанотехнологии. 2022. Т. 17. № 5. С. 712. <https://doi.org/10.56304/S1992722322050132>
10. Федосова А.В., Антоненко М.В., Федосов Д.Ю. // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2022. Т. 24. № 4. С. 361. <https://doi.org/10.34919/IM.2022.34.80.009>
11. Fedosov D.Y., Korzhenkov A.A., Petrova K.O. et al. // Plants. 2021. V. 10. P. 2696. <https://doi.org/10.3390/plants10122696>
12. <http://opendata.mcx.ru/opendata/7708075454-vinogradniki>
13. <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektcionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/>
14. <https://rvwa.ru/20221020/171337.html>
15. ВНТП 25-85. Нормы технологического проектирования винодельческих заводов по переработке винограда (утверждены Минпищепром СССР 25.12.1985).
16. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORF-TEXT000023126020>
17. <https://www.decanter.com/learn/advice/how-many-kilograms-of-grapes-does-it-take-to-make-one-bottle-of-wine-51667/>
18. Feifel S., Hensen J.-P., Weilack I. et al. // BIO Web of Conferences. 2023. V. 56. P. 01016. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20235601016>
19. Хрусталева Ю.П., Василенко В.Н., Свисюк И.В. и др. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области. Ростов-на-Дону: ООО “Батайское книжное издательство”, 2002. 181 с.
20. <https://www.wines.com/encyclopedia/degree-days/>
21. Гудко В.Н., Усатов А.В., Азарин К.В. // Аридные экосистемы. 2021. № 4. С. 25. <https://doi.org/10.24412/1993-3916-2021-4-25-31>
22. Вель И.П. Климатический атлас Крыма. Приложение к научно-практическому дискуссионному аналитическому сборнику “Вопросы развития Крыма”. Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. 120 с.
23. Puga G., Anderson K., Jones G. et al. // Oeno One. 2022. V. 56. № 2. P. 165. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2022.56.2.4627>
24. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Тедеева А.А. и др. // Аграрная наука. 2021. № 3. С. 66. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-66-69>
25. Honorio F., García-Martín A., Moral F.J. et al. // Aust. J. Grape. Wine. R. 2018. № 24. P. 335. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12342>
26. Мукайлов М.Д., Алиев Х.А. // Вест. Рос. акад. сельскохозяйств. наук. 2009. № 3. С. 64.

27. *Crespy A.* Fonctionnement des terroirs et savoir-faire viticole: les clés de la qualité. Chaintré: Oenoplurimedia, 2015. 192 p.
28. <https://glossary.wein.plus/yield-1>
29. <https://www.austrianwine.com/our-wine/wine-law/maximum-permitted-yield>
30. <https://cuvée-privee.com/blog/rendements-pendant-les-vendanges-la-quantite-est-elle-un-facteur-de-qualite>
31. *Tecchio M.A., da Silva M.J.R., Sanchez C.A.P.C. et al.* // *Bragantia*. 2022. V. 81. e1622. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210214>
32. *Тимуш А.И.* Энциклопедия виноградарства. Кишинев: Гл. ред. Молд. Сов. Энциклопедии, 1986. Т. 2. 504 с.
33. *Бондаренко С.Г., Кибенко Т.Я., Буянович Н.А.* Программирование урожаев винограда. Кишинев: Штиинца, 1977. 102 с.
34. *Каюмов М.К.* Справочник по программированию урожаев. М.: Россельхозиздат, 1977. 188 с.
35. *Амирджанов С.Г.* Солнечная радиация и продуктивность винограда. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 206 с.
36. *Шатилов И.С., Чудновский А.Ф.* Принципы АСУ ТП в земледелии. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 320 с.
37. *Турманидзе Т.И.* Климат и урожай винограда. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 223 с.
38. *Ravaz M.L.* // *Annales d L'Ecole Nationale d'agriculture de Montpellier*. 1911. № 11. P. 216.
39. *Carbonneau A.* // *Connaissance Vigne Vin*. 1983. V. 17. № 4. P. 281. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.1983.17.4.1766>
40. *Koblet W., Carmo Candolfi-Vasconcelos M., Aeschmann E. et al.* // *Vitic. Enol. Sci*. 1993. V. 48. P. 104.
41. *Kriedemann P.E.* // *Vitis*. 1968. V. 7. P. 213.
42. *Burgess A.J.* // *Plant Physiol*. 2022. V. 190. P. 1550. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiac381>
43. *Dry P., Iland P., Ristic R.* // *Proc. 12th Austral. Wine Ind. Tech. Conf.* 24–29 July 2004. Melbourne, Victoria. P. 68–74.