

О влиянии сахаросодержащих компонентов на качество игристых вин

Александр Семёнович Макаров, д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией игристых вин, makarov150@rambler.ru;
Игорь Павлович Лутков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр., лаборатории игристых вин, igorlutkov@mail.ru;
Наталья Александровна Шмигельская, канд. техн. наук, науч. сотр., лаборатории игристых вин, nata-ganaj@yandex.ru;
Виктория Алексеевна Максимовская, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; lazyrit@gmail.com;
Галина Владимировна Сивочуб, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; galina.sivochub@gmail.com;
Оксана Михайловна Белякова, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин ksusha220272@rambler.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», 298600, Россия, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31

В статье представлены результаты исследований по влиянию различных сахаросодержащих компонентов, используемых для приготовления игристых вин, на их качество, в том числе типичные свойства. Показано, что практически все исследуемые опытные игристые вина, приготовленные с использованием различных сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения, имели более высокую дегустационную оценку по сравнению с контролем (приготовленным с использованием тиражного ликёра). Установлено, что игристые вина, выработанные на основе недобродов, имели более высокие показатели пенистых свойств, лучшую насыщенность диоксидом углерода, высокое содержание общего и связанного диоксида углерода, более высокую массовую концентрацию фенольных веществ и интенсивность окраски. Красные игристые вина, приготовленные на основе недобродов, содержали меньшее количество альдегидов, по сравнению с контрольными образцами, приготовленными с использованием тиражного ликёра. Образцы игристых вин, приготовленные с использованием суслу виноградного концентрированного, имели более высокую массовую концентрацию титруемых кислот, что обусловлено концентрированием в процессе вакуумирования суслу не только сахаров, но и органических кислот и ряда других веществ экстракта. Использование ликёрного виноматериала при приготовлении красных игристых вин практически не изменяло массовую концентрацию фенольных веществ, но внесло новую гамму в букет и вкус игристого вина. Следует отметить, что каждый из исследуемых сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения имеет свои преимущества и недостатки. И в зависимости от поставленных задач может применяться для приготовления высококачественных игристых вин.

Ключевые слова: физико-химические показатели; дегустационная оценка; качество; мистель; сусло; недоброд; ликёр; пенистые свойства; диоксид углерода.

Введение. В настоящее время на рынке винодельческой продукции представлен широкий ассортимент игристых вин. Однако при всём богатстве выбора потребитель зачастую отдаёт предпочтение оригинальным винам, вырабо-

ORIGINAL RESEARCH

The effects of sugar-containing components on the quality of sparklings

Alexander Semionovich Makarov, Igor Pavlovich Lutkov, Natalia Alexandrovna Shmigelskaia, Viktoria Alekseevna Maksimovskaia, Galina Vladimirovna Sivochoub, Oksana Mikhailovna Beliakova

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russian Federation

The effects of various sugar-containing components used in production of sparklings on their quality were studied. Practically all study sparklings manufactured with the use of various sugar-containing components of grape origin had higher tasting scores compared to controls where tirage liqueur was used. Sparklings manufactured from materials in which fermentation was not allowed to complete were superior in foaming properties and saturation with carbon dioxide, in addition to high levels of total and bound carbon dioxide, increased levels of phenolic substances, and a more intense color. Red sparklings from materials with incomplete fermentation had lower aldehyde levels in comparison to controls. Sparklings manufactured with the use of vacuum must were higher in titratable acidity since, besides sugars, vacuumization involves concentration of organic acids and other extract components. The use of liqueur wine material for manufacturing of red sparklings practically did not change the levels of phenolic components but added new aromas and flavours. Each of the study sugar-containing components of grape origin has advantages and disadvantages and can be used to manufacture quality sparklings with different tasks in mind.

Key words: physico-chemical indices; tasting score; quality; mистelle; must; material with uncomplete fermentation; liqueur; foaming properties; carbon dioxide.

танным из натурального сырья с сохранением максимального количества полезных компонентов исходного винограда. Существует запрос на использование при производстве игристых вин альтернативных тиражному и резервуарному ликёрам сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения.

Существует несколько способов приготовления тиражной/резервуарной смеси с требуемой сахаристостью, среди которых использование тиражного/резервуарного ликёра с применением свекловичного или тростникового сахара, виноградного суслу, концентрированного виноградного суслу, недобродов, мистелей, ликёрных виноматериалов и др. [1-7]. Исследованиям некоторых из них посвящён ряд работ. В частности, Бурдой В.Е. и Пановой Э.П. проводилось сравнение физико-химических характеристик игристых вин, приготовленных с использованием ликёра и криоконцентрата виноградного суслу [8]. Буртовым О.А. исследовались и сравнивались

Как цитировать эту статью:

Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Белякова О.М. О влиянии сахаросодержащих компонентов на качество игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.338-343. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.012

How to cite this article:

Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Beliakova O.M. The effects of sugar-containing components on the quality of sparklings. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4). pp. 338-343. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.012 (in Russian)

УДК 634.85:663.223.11(470.75)

Поступила 07.11.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

процессы концентрирования сусла вымораживанием и выпариванием [9]. И было установлено, что крио-концентраты имеют ряд преимуществ перед концентрированным суслом, полученным с помощью выпаривания под вакуумом, прежде всего связанных с сохранением ароматических веществ исходного сусла. Также известны способы производства игристых вин с использованием ликёрных виноматериалов и мистелей. Например, при производстве «Севастопольского игристого» [10] и «Бакинского игристого» [11] используют ликёрные виноматериалы, а при производстве мускатных игристых вин – мистели [12].

Ранее проводились исследования по приготовлению игристых вин с использованием сусла и недобродов [13-16]. И было установлено, что из недоброженного сусла можно готовить игристые вина марки «брют», отличающиеся более выразительным сортовым ароматом и высокими типичными свойствами (пенистыми и игристыми). В игристых винах из недобродов, как правило, содержится меньше альдегидов, чем в контрольных образцах игристых вин, полученных с использованием ликёра [13]. В то же время сравнение мускатных игристых вин, полученных из недобродов с мускатными игристыми винами, приготовленными с использованием ликёра и сусла, показало, что содержание терпенов в первом случае было ниже, что было связано с более длительным контактом вина с дрожжевым осадком при анаэробной выдержке. А также в мускатных игристых винах из недобродов были отмечены лёгкие сусляные тона [14]. Кроме того, проводились исследования причин появления недобродов в результате спонтанной остановки брожения при первичном брожении [17], такие факторы важно учитывать при закладке тиражей, чтобы брожение в бутылках или в сосудах под давлением при шампанизации проходило полностью.

Целью наших исследований являлось изучение влияния применения при шампанизации различных сахаросодержащих компонентов на качество игристых вин.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись игристые вина, приготовленные из: виноматериалов урожая

2017 г. из винограда Каберне-Совиньон, произрастающего в с. Орловка, г. Севастополь, с. Угловое Бахчисарайского р-на, п. Гурзуф, выработанных по белому (п/б) и по красному (п/к) способам, с использованием сусла, сусла виноградного концентрированного (вакуум-сусла), недобродов, мистелей, ликёрных виноматериалов и ликёра (контроль).

В сезон 2017 г. в условиях микровиноделия были приготовлены столовые виноматериалы, сусло, сусло виноградное концентрированное, недоброды, мистели, ликёрные виноматериалы, а также ликёр (контроль), согласно требованиям действующей нормативной документации [18]. Для проведения процесса первичного брожения использовали дрожжи из Коллекции микроорганизмов виноделия института «Магарач»: для белых сортов расу «47-К», для красных сортов расу «Каберне». Выработанные виноматериалы соответствовали требованиям ГОСТ 32030 «Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия». Затем проводили закладку тиражей с использованием полученных виноматериалов и различных сахаросодержащих компонентов с таким расчётом, чтобы в тиражной смеси массовая концентрация сахаров находилась в пределах 22-24 г/дм³. Для проведения вторичного брожения использовали расу «Севастопольская 23» из Коллекции микроорганизмов виноделия института «Магарач». Шампанизация недобродов проводилась на дрожжах первичного брожения, а закладка этих тиражей осуществлялась непосредственно в сезон виноделия. Послетиражная выдержка кюве составила не менее 9 мес. В полученных игристых винах определяли физико-химические показатели согласно [19], в том числе пенистые свойства (V_{\max} – максимальный объём пены, см³; $t_{\text{раз}}$ – время разрушения пены, с) согласно СТО 01580301.015-017 «Столовые виноматериалы для игристых вин, напитки, насыщенные диоксидом углерода. Определение пенистых свойств», а содержание различных форм диоксида углерода – согласно [20]. Математическую обработку проводили с помощью программы Microsoft Office Excel.

Обсуждение результатов

Результаты анализов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Показатели химического состава игристых вин

Table 1. Chemical indices of the composition of the study sparklings

Наименование образца	Объёмная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация						
		титруемых кислот, г/дм ³	суммы ФВ, мг/дм ³	мономерных ФВ, мг/дм ³	полимерных ФВ, г/дм ³	КВ, мг/дм ³	альдегидов, мг/дм ³	аминного азота, мг/дм ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КС п/б (с. Орловка) + ликёр	13,5	6,2	188	165	23	20	51,9	140
КС п/б (с. Орловка) + сусло	12,9	6,2	200	174	26	17	123,2	126
КС п/б (с. Орловка) + СВК	13,5	6,6	210	173	37	13	103,8	161
КС п/к (с. Орловка) + ликёр	13,5	6,9	1313	492	821	170	59,0	154
КС п/к (с. Орловка) + сусло	12,5	6,9	1287	556	731	157	81,0	154
КС п/к (с. Орловка) + СВК	13,4	7,3	1207	498	709	165	70,4	168
КС п/к (с. Орловка) из недоброда	12,4	6,9	1329	598	731	175	56,3	168
КС п/б (с. Угловое) + ликёр	13,5	6,4	238	177	61	12	80,1	294
КС п/б (с. Угловое) + мистель	13,4	6,3	228	187	41	13	99,4	287

1	2	3	4	5	6	7	8	9
КС п/б (с. Угловое) + сусло	13,4	6,4	227	180	47	15	89,8	294
КС п/б (с. Угловое) + СВК	13,5	6,8	250	208	42	13	92,4	287
КС п/б (с. Угловое) из недоброда	13,4	6,5	269	229	40	15	96,8	287
КС п/к (с. Угловое) + ликёр	13,5	7,3	1033	355	678	137	74,8	273
КС п/к (с. Угловое) + мистель	13,5	7,2	953	329	624	130	62,5	273
КС п/к (с. Угловое) + сусло	13,0	6,8	985	329	656	126	57,2	287
КС п/к (с. Угловое) + СВК	13,4	7,4	1070	336	734	139	75,7	280
КС п/к (с. Угловое) + ликёрный в/м	13,5	7,3	1075	360	715	156	70,4	270
КС п/к (с. Угловое) из недоброда	12,9	7,6	1165	400	765	181	55,4	280
КС (п. Гурзуф) п/б + ликёр	13,4	5,7	410	216	194	19	57,2	119
КС (п. Гурзуф) п/б + мистель	13,5	5,6	394	209	185	19	70,4	109
КС (п. Гурзуф) п/б + сусло	13,5	5,6	402	201	201	19	96,8	98
КС (п. Гурзуф) п/б + СВК	13,5	5,9	454	236	218	16	86,2	126
КС (п. Гурзуф) п/б из недоброда	13,4	5,8	421	245	176	17	66,0	123
КС (п. Гурзуф) п/к + ликёр	13,5	5,9	1191	357	834	136	77,4	105
КС (п. Гурзуф) п/к + мистель	13,5	6,0	1160	363	797	120	60,7	133
КС (п. Гурзуф) п/к + сусло	13,0	5,0	1138	365	773	124	66,0	112
КС (п. Гурзуф) п/к + СВК	13,5	6,2	1260	415	845	134	49,3	147
КС (п. Гурзуф) п/к + ликёрный в/м	13,5	5,4	1239	355	884	135	70,4	140
КС (п. Гурзуф) п/к из недоброда	13,4	5,6	1350	455	895	178	66,0	126

Примечание: КС – Каберне-Совиньон; п/б – по белому способу; п/к – по красному способу; в/м – виноматериалы; ФВ – фенольные вещества; СВК – красящие вещества, СВК – сусло виноградное концентрированное.

Исходя из полученных данных, было установлено, что давление диоксида углерода во всех образцах игристых вин соответствовало нормативной документации – не менее 300 кПа и находилось в пределах 480-830 кПа. Практически все исследуемые опытные игристые вина, приготовленные с использованием различных сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения, имели более высокую дегустационную оценку по сравнению с контролем (приготовленным с использованием тиражного ликёра).

Установлено, что игристые вина, выработанные на основе недобродов, имели более высокие показатели пенистых свойств, лучшую насыщенность диоксидом углерода, высокое содержание общего и связанного диоксида углерода, более высокую массовую концентрацию фенольных веществ и интенсивность окраски. Красные игристые вина, приготовленные на основе недобродов, содержали меньшее количество альдегидов, по сравне-

Таблица 2. Физико-химические показатели игристых вин

Table 2. Physico-chemical indices of the study sparklings

Наименование образца	И	pH	P _{изб} , кПа	mCO ₂ общ., г	mCO ₂ св., г	V _{max} , см ³	t _{раз} , с	ДО, балл
КС п/б (с. Орловка) + ликёр	0,078	2,9	590	7,089	0,394	400	43	8,94
КС п/б (с. Орловка) + сусло	0,079	2,9	580	7,089	0,250	400	30	8,96
КС п/б (с. Орловка) + СВК	0,075	2,9	710	8,965	0,965	420	>60	9,02
КС п/к (с. Орловка) + ликер	1,288	3,0	560	7,410	0,873	450	>60	9,16
КС п/к (с. Орловка) + сусло	1,220	3,1	570	7,410	0,830	430	>60	9,17
КС п/к (с. Орловка) + СВК	1,324	3,0	690	8,873	1,056	460	>60	9,07
КС п/к (с. Орловка) из недоброда	1,355	3,0	790	9,514	0,652	480	48	9,21
КС п/б (с. Угловое) + ликёр	0,102	3,2	480	6,175	0,423	450	16	9,00
КС п/б (с. Угловое) + мистель	0,103	3,2	620	7,775	0,766	370	12	9,01
КС п/б (с. Угловое) + сусло	0,095	3,2	660	8,690	1,178	300	9	9,10
КС п/б (с. Угловое) + СВК	0,104	3,1	640	7,547	0,429	385	13	9,08
КС п/б (с. Угловое) из недоброда	0,076	3,1	590	7,775	0,865	675	25	9,08
КС п/к (с. Угловое) + ликёр	1,049	3,3	560	7,684	1,119	470	20,5	9,11
КС п/к (с. Угловое) + мистель	0,967	3,3	580	7,775	1,040	390	17	9,09
КС п/к (с. Угловое) + сусло	0,976	3,3	580	7,318	0,472	410	19	9,17
КС п/к (с. Угловое) + СВК	1,087	3,2	700	9,148	1,267	400	18	9,14
КС п/к (с. Угловое) + ликёрный в/м	0,872	3,2	600	7,775	0,791	400	17,5	9,12
КС п/к (с. Угловое) из недоброда	1,300	3,2	740	9,376	1,018	570	25,5	9,20
КС (п. Гурзуф) п/б + ликёр	0,170	3,2	590	8,004	1,141	700	>60	8,93
КС (п. Гурзуф) п/б + мистель	0,181	3,1	590	7,775	0,964	680	>60	8,97
КС (п. Гурзуф) п/б + сусло	0,139	3,1	690	8,690	0,897	590	43	8,97
КС (п. Гурзуф) п/б + СВК	0,166	3,1	600	8,232	1,256	630	45	8,97
КС (п. Гурзуф) п/б из недоброда	0,152	3,1	670	8,873	1,180	730	>60	8,97
КС (п. Гурзуф) п/к + ликёр	0,830	3,3	600	8,004	1,075	750	>60	9,01
КС (п. Гурзуф) п/к + мистель	0,736	3,3	630	8,141	1,018	760	>60	9,03
КС (п. Гурзуф) п/к + сусло	0,797	3,4	660	8,599	0,975	750	>60	9,10
КС (п. Гурзуф) п/к + СВК	0,890	3,3	650	8,416	1,119	800	>60	9,11
КС (п. Гурзуф) п/к + ликёрный в/м	0,826	3,3	570	7,547	0,955	800	>60	9,10
КС (п. Гурзуф) п/к из недоброда	1,031	3,3	830	10,245	1,145	850	>60	9,08

Примечание: И – интенсивность окраски, P_{изб} – избыточное давление CO₂ в бутылке, кПа; mCO₂ общ – общее содержание диоксида углерода в бутылке; mCO₂ св – содержание связанных форм диоксида углерода в бутылке; V_{max} – максимальный объём пены; t_{раз} – время разрушения пены; ДО – дегустационная оценка; СВК – сусло виноградное концентрированное.

нию с контрольными образцами, приготовленными с использованием тиражного ликёра.

Кроме того, обращает на себя внимание то, что все образцы игристых вин, выработанные из винограда, выращенного в п. Гурзуф, имели более высокие пенистые свойства и, в то же время, более низкую концентрацию аминного азота, чем аналогичные образцы из других зон. Образцы игристых вин, выработанные из винограда, выращенного в с. Угловое, имели большее содержание аминного азота и отличались по этому показателю от аналогичных образцов из других зон в 2-3 раза. В розовых винах из винограда, выращенного в п. Гурзуф, соотношение мономерных и полимерных фракций фенольных веществ было 1:1, в то время как подобное соотношение в игристых винах из с. Орловка и с. Угловое составило 5-7 и 3-5 раз соответственно, что согласуется с ранее полученными данными о влиянии зоны произрастания винограда на физико-химические показатели игристых вин [21-24].

Также была обнаружена корреляция между массовой концентрацией полимерных фракций фенольных веществ и максимальным объёмом пены: для розовых игристых вин $r = 0,777$, для красных игристых вин $r = 0,834$, что согласуется с данными, полученными ранее [25-28].

Образцы игристых вин, приготовленные с использованием суслу виноградного концентрированного, имели более высокую массовую концентрацию титруемых кислот, что обусловлено концентрированием в процессе вакуумирования суслу не только сахаров, но и органических кислот и ряда других веществ экстракта [29-31]. Однако процесс вакуумирования, применявшийся в ходе концентрирования суслу, несколько обеднил ароматическую гамму за счёт потери легколетучих соединений как полученного суслу виноградного концентрированного, так и игристого вина, что было определено дегустационной комиссией.

Использование мистеля в качестве сахаросодержащего компонента в данном случае не улучшило органолептические характеристики игристых вин, в то же время привело к снижению общего содержания фенольных веществ, по-видимому, за счёт разбавления, поскольку мистель был приготовлен из слабоокрашенного суслу винограда Каберне-Совиньон с добавлением этилового спирта. В этом мистель уступает, к примеру, интенсивно окрашенному ликёрному вино материалу из сорта Каберне-Совиньон, причём не только по цветовым характеристикам и содержанию фенольных веществ, но и по ароматическому комплексу. Если в мистеле больше сохраняется аромат исходного винограда, то в ликёрном вино материале появляются новые вещества, образовавшиеся в процессе брожения. Поэтому использование ликёрного вино материала при приготовлении красных игристых вин практически не изменяло массовую концентрацию фенольных веществ, но внесло новую гамму в букет и вкус игристого вина. С этой точки зрения мистель как сахаросодержащий компонент, вероятнее, ближе к виноградному суслу. Однако есть и отличия: поскольку сусло до момента использования при шампанизации хранилось при температуре, близкой к точке замер-

зания, из него происходило выпадение в осадок винного камня и ряда других экстрактивных веществ, а в мистеле происходило простое разбавление вносимым для консервирования суслу этиловым спиртом и частичное выпадение осадка винного камня и экстрактивных веществ.

Выводы

Показано, что практически все исследуемые опытные игристые вина, приготовленные с использованием различных сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения, имели более высокую дегустационную оценку, по сравнению с контролем (приготовленным с использованием тиражного ликёра).

Установлено, что игристые вина, выработанные на основе недобродов, имели более высокие показатели пенистых свойств, лучшую насыщенность диоксидом углерода, высокое содержание общего и связанного диоксида углерода, более высокую массовую концентрацию фенольных веществ и интенсивность окраски.

Красные игристые вина, приготовленные на основе недобродов, содержали меньшее количество альдегидов, по сравнению с контрольными образцами, приготовленными с использованием тиражного ликёра. Использование суслу для шампанизации способствовало повышению пенистых и игристых свойств готовой продукции. Образцы игристых вин, приготовленные с использованием суслу виноградного концентрированного, имели более высокую массовую концентрацию титруемых кислот, что обусловлено концентрированием в процессе вакуумирования суслу не только сахаров, но и органических кислот и ряда других веществ экстракта.

Использование ликёрного вино материала при приготовлении красных игристых вин практически не изменяло массовую концентрацию фенольных веществ, но внесло новую гамму в букет и вкус игристого вина. Установлена корреляция между массовой концентрацией полимерных форм фенольных веществ и максимальным объёмом пены: для розовых игристых вин $r = 0,777$, для красных игристых вин $r = 0,834$.

Следует отметить, что каждый из исследуемых сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения имеет свои преимущества и недостатки. И в зависимости от поставленных задач может применяться для приготовления высококачественных игристых вин. Исследования в этом направлении планируются продолжить.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФАНО России № 0833-2015-0016.

Financing source

The study was conducted under public assignment of the FASO of Russia № 0833-2015-0016.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Макаров А.С. Производство шампанского. Под ред. Валушко Г.Г. – Симферополь: Таврия, 2008. – 416 с.

- Makarov A. S. Production of Champagne / Ed. Valuiko G.G. Simferopol: *Tavria*, 2008. 416 p. (in Russian).
2. Косюра В.Т. Игристые вина. История, современность и основные направления производства: Монография. Краснодар, 2006. 504 с.
Kosyura V.T. Sparkling wines. History, modernity and main directions of production: Monograph. Krasnodar, 2006. 504 p. (in Russian).
 3. Buxaderas Susana, Lopez-Tamames Elvira. Sparkling wines: features and trends from tradition. *Advances in food and nutrition research*, 2012. Vol. 66. pp. 1-45.
 4. Kemp Belinda, Hogan Casey, Xu Shufen, Lisa Dowling, Debbie Inglis. The impact of wine style and sugar addition in liqueur d'expedition (dosage) solutions on traditional method sparkling wine composition. *Beverages*, 2017, Vol. 3(1), № 7. <https://doi.org/10.3390/beverages3010007>
 5. Schmitt Matthias, Christmann Monika. The use of dextrose in winemaking / 39th World Congress of vine and wine, Bento Goncalves, BIO web of conferences, Brazil, 2016. Vol. 7, UNSP 02034. DOI: 10.1051/bioconf/20160702034
 6. Joshi V.K., Sharma S., Thakur A.D. Wines: white, red, sparkling, fortified and cider. Current developments in biotechnology and bioengineering: food and beverages industry, 2017. pp. 353-406. DOI: 10.1016/B978-0-444-63666-9.00013-3
 7. Jackson Ronald S. Styles and Types of Wine // Wine tasting: a professional handbook, 3-rd edition, 2017. pp. 293-335. DOI: 10.1016/B978-0-12-801813-2.00007-0
 8. Панова Э.П., Бурда В.Е. Криоконцентрат виноградного суслу – достойная альтернатива резервуарному ликёру при производстве игристых вин // Межд. конф., посвящённая 150-летию со дня рождения В.И. Вернадского Прикладная физико-неорганическая химия. Севастополь, 23-26.09.2013. С. 314-315.
Panova E.P., Burda V.E. Cryoconcentrate of grape must - a worthy alternative to reservoir liquor in the production of sparkling wines / International conference dedicated to the 150th anniversary of V.I. Vernadsky. *Applied physical and inorganic chemistry*. Sevastopol, September 23-26, 2013. pp.314-315 (in Russian).
 9. Буртов О.А. Концентрирование виноградного суслу методом вымораживания и его использование в виноделии / Сб. тезисов докл. ко II Всес. науч. конф. молодых учёных-виноградарей и виноделов. – Ялта, 9-10 апреля 1970 г. М., 1970. С.78-79.
Burtov O.A. Concentration of grape must with the method of freezing and its use in winemaking / Digest of abstracts for the second All-Union scientific conference Young winegrowers and vinemakers (Yalta, April 9-10, 1970). Moscow, 1970. pp.78-79 (in Russian).
 10. Шольц-Куликов Е.П., Филиппов А.М. Игристые вина Крыма и их технология. Симферополь: Крым, 1967. 136 с.
Scholz-Kulikov E.P., Filippov A.M. Sparkling wines of the Crimea and their technology. Simferopol: "Crimea", 1967. 136 p. (in Russian).
 11. Гавриш Г.А., Мехтиев У.Д., Макарян О.А. Подготовка виноматериалов для оригинального красного игристого вина в Азербайджане / Баку: «За технический прогресс», 1975. №9. С.54-56.
Gavrish G.A., Mehtiyev U.D., Makaryan O.A. Preparation of wine materials for the original red sparkling wine in Azerbaijan. Baku: "For technological progress", 1975. № 9. pp. 54-56 (in Russian).
 12. Мацко А.П., Ковалев Н.Н., Бекасова А.В. Мускаты игристые Киевского завода шампанских вин «Столичный»// Виноделие и виноградарство, 2007. № 1. С.13.
Matsko A.P., Kovalev N.N., Bekasova A.V. Muscat sparklings of the Kiev Stolichny Champagne Winery. *Winemaking and Viticulture*. 2007. № 1. p. 13 (in Russian).
 13. Макаров А.С., Лутков И.П., Шалимова Т.Р., Луткова Н.Ю. О производстве игристых вин из виноградного суслу // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». Т. XLIV. Ялта, 2014. С. 78-81.
Makarov A.S., Lutkov I.P., Shalimova T.R., Lutkova N.Yu. On the production of sparkling wines from grape must. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of NIViV "Magarach"*. Vol. XLIV. Yalta, 2014. pp. 78-81 (in Russian).
 14. Макаров А.С., Лутков И.П., Ульянов С.О., Луткова Н.Ю. Особенности накопления терпеновых спиртов в мускатных игристых винах в зависимости от способа их производства // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. № 55(01). С.153-164.
Makarov A.S., Lutkov I.P., Ulyantsev S.O., Lutkova N.Yu. Features of the accumulation of terpene alcohols in muscat sparkling wines depending on the method of their production. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2019. № 55 (01). pp.153-164 (in Russian).
 15. Caliarini Vinicius, Panceri Carolina Pretto, Rosier Jean Pierre, et al. Effect of the Traditional, Charmat and Asti method production on the volatile composition of Moscato Giallo sparkling wines. *LWT-food science and technology*, 2015. Vol.61 (2). pp. 393-400. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.11.039
 16. Angeles Pozo-Bayon Maria, Martinez-Rodriguez Adolfo, Pueyo Encarnacion, et al. Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved winemaking technology. *Trends in food science & technology*, 2009. Vol. 20 (6-7). pp. 289-299. DOI: 10.1016/j.tifs.2009.03.011
 17. Макаров А.С., Лутков И.П., Кречетова В.В., Кишкковская С.А., Иванова Е.В., Погорелов Д.Ю., Колосова А.А. О причинах появления недобродов при брожении суслу // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Т. XLVII. Ялта, 2018. С. 52-56.
Makarov A.S., Lutkov I.P., Kretchetova V.V., Kishkovskaya S.A., Ivanova E.V., Pogorelov D.Yu., Kolosova A.A. On major reasons for residual sugar formation during must fermentation. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of "VNNiViV" Magarach" RAS"*. Vol. XLVII. Yalta, 2018. pp. 52-56 (in Russian).
 18. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции/ Под общей ред. Н.Г. Сарисвили / Утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия РФ 5 мая 1998 г. М.: Пищепромиздат, 1998. 242 с.
Collection of basic rules, technological instructions and regulatory materials for the wine production/ Under the general editorship of N.G. Sarishvili. Approved by the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation on May 5, 1998. Moscow: *Pishchepromizdat*, 1998. 242 p. (in Russian).
 19. Методы теххимического контроля в виноделии/ Под ред. Гержиковой В.Г. – 2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.
Methods of technochemical control in winemaking / Ed. Gerzhikova V.G. Simferopol: *Tavrida*, 2009. 304 p. (in Russian).
 20. Лутков И.П. Совершенствование объёмного метода определения массовой концентрации диоксида углерода // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». Т. XLI, ч. 1. Ялта, 2011. С. 71-74.
Lutkov I.P. Improving the volumetric method for determining the mass concentration of carbon dioxide. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of NIViV "Magarach"*. Vol. XLI, part 1. Yalta, 2011. pp. 71-74 (in Russian).

- Russian).
21. Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Васылык А.В., Максимовская В.А., Яланецкий А.Я., Шалимова Т.Р., Кречетова В.В. Особенности красных игристых вин, выработанных из сорта винограда Каберне-Совиньон // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019; 21(3): С.256-260. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.013
 - Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Vasylyk A.V., Maksimovskaia V.A., Yalanetskii A.Ya., Shalimova T.R., Krechetova V.V. Peculiarities of red sparkling wines produced from 'Cabernet-Sauvignon' grapes. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019; 21(3): С.256-260. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.013 (in Russian).
 22. Poerner Naira, Rodrigues Eliseu, Celso Paulo Gustavo, et al. Analytical differentiation of the base wines for sparkling from two viticultural regions of Rio Grande do Sul. *Ciencia rural*, 2010. Vol.40(5). pp. 1186-1192.
 23. Souza A.S., Fernandes A.P., Araujo R.G.O., Andrade R.F., Vinhas A.C.A. Screening the geographical origin of Brazilian wines according to their elemental composition. *Current analytical chemistry*, 2017. Vol.13(6). pp. 515-523. DOI: 10.2174/1573411013666170203154922
 24. Yamashita Gabrielli Harumi, Anzanello Michel Jose, Soares Felipe, et al. Hierarchical classification of sparkling wine samples according to the country of origin based on the most informative chemical elements. *Food control*, 2019. Vol. 106, № UNSP 106737. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.106737
 25. Макаров А.С., Лутков И.П., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Шалимова Т.Р., Ульяновцев С.О. Влияние штамма дрожжей на показатели химического состава и качество красных игристых вин // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 50(02). С.111-122.
 - Makarov A.S., Lutkov I.P., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Shalimova T.R., Ulyantsev S.O. The influence of the yeast strain on the chemical composition and quality of red sparkling wines. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2018. № 50 (02). pp.111-122 (in Russian).
 26. Kemp Belinda, Conde Bruna, Jegou Sandrine. Chemical compounds and mechanisms involved in the formation and stabilization of foam in sparkling wines. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2019. Vol:59 (13). pp.2072-2094.
 27. Martinez-Lapuente Leticia, Guadalupe Zenaida, Ayestaran Belen, Perez-Magarino Silvia. Role of major wine constituents in the foam properties of white and rose sparkling wines. *Food chemistry*, 2015. Vol.174. pp. 330-338.
 28. Pueyo E., Martin Alvarez P.J., Polo M.C. Relationship between foam characteristics and chemical composition in wines and cavas (sparkling wines). *American Journal of enology and viticulture*, 1995. Vol. 46, Issue 4, pp. 518-524.
 29. Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Погорелов Д.Ю., Рябинина О.В., Ермихина М.В. Критерии оценки подлинности суслу виноградного концентрированного // Виноделие и виноградарство, 2015, №6. – С.21-24.
 - Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Pogorelov D.Yu., Ryabinina O.V., Ermikhina M.V. Criteria for Assessing the Authenticity of Concentrated Grape Must. *Winemaking and viticulture*. 2015. №6. pp.21-24 (in Russian).
 30. Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Гержилова В.Г. Обоснование показателей для подтверждения виноградного происхождения концентрированного суслу // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Т. XLVI. Ялта, 2016. С. 62-65.
 - Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Gerzhikova V.G. Rationale for the criteria used to confirm the origin of concentrated grape musts. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of "VNNiViV" Magarach RAS*". Vol. XLVI. Yalta, 2016. pp.62-65 (in Russian).
 31. Гниломедова Н.В., Рябинина О.В., Ермихина М.В. Трансформация профиля сахаров и кислот при концентрировании виноградного суслу // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017. №1. С. 44-46.
 - Gnilomedova N.V., Ryabinina O.V., Ermikhina M.V. Transformation of sugar-acid profile in the process of grape must concentration. *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2017. №1. pp.44-46 (in Russian).

ORCID iD:

Макаров А.С. <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>Лутков И. П. <https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>Шмигельская Н.А. <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>Максимовская В.А. <https://orcid.org/0000-0002-2867-7510>