

Рис. 5. Зависимость удельной мощности и времени обработки от толщины слоя продукта: 1-  $t=41^{\circ}\text{C}$ ; 2-  $t=42^{\circ}\text{C}$ ; 3-  $t=43^{\circ}\text{C}$ ; 4-  $t=44^{\circ}\text{C}$ ; 5-  $t=45^{\circ}\text{C}$

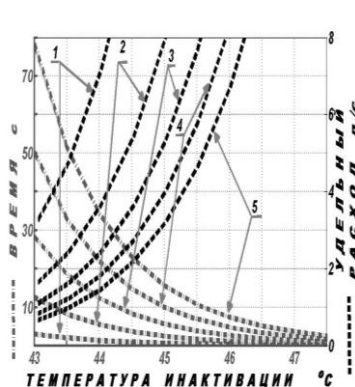


Рис. 6. Зависимость времени обработки и удельного расхода от температуры отмирания: 1-  $d=10\text{мм}$ ; 2-  $d=20\text{мм}$ ; 3-  $d=30\text{мм}$ ; 4-  $d=40\text{мм}$ ; 5-  $d=50\text{мм}$

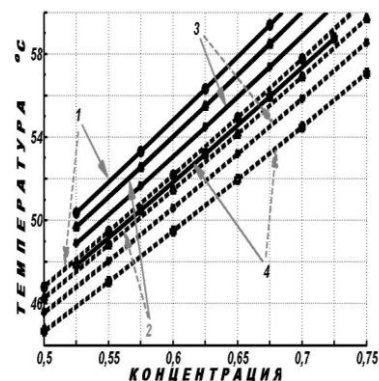


Рис. 7. Зависимость температуры обработки от концентрации: 1-  $d=110\text{мм}$ ; 2-  $d=90\text{мм}$ ; 3-  $d=70\text{мм}$ ; 4-  $d=50\text{мм}$

использовались дрожжевые клетки. Заключение по эффективности предложенного способа микробиологической стабилизации проводилось на основе традиционного для виноделия микробиологического анализа и выводам дегустационной комиссии.

Конструирование аппаратов нового поколения для микробиологической стабилизации пищевых продуктов требует решения ряда серьезных технических проблем, но такие «наностерилизаторы» уже реальны в ближайшем будущем.

Поступила 09.2010

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Остапенков А.М. К вопросу о воздействии электромагнитных полей на микроорганизмы / А.М. Остапенков // Электронная обработка материалов. -1981. -№1. - С. 62-66.
2. Бурдо О. Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях // Инж.- физ. журн. , 2005. - Т.78, № 2. - С.-88-93.
3. Бурдо О.Г. Тепловые режимы при избирательном микроволновом нагреве диэлектриков / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина // «Наукові праці» ОНАХТ. Одеса. -2006. -Вип.28. -Том 2. -С. 256-265.
4. Бурдо О.Г. Теоретичне моделювання та експериментальні дослідження процесу пастеризації електромагнітним полем. / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина // Збірник наукових праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі». –Харків. -2007. -Вип.1 (5). -С. 306-314
5. Бурдо О.Г. Математическое моделирование процессов низкотемпературной пастеризации / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина // «Наукові праці» ОНАХТ. –Одеса. -2007. -Вип.30. -Том 1. -С. 54-57.
6. Патент №35815 України, МПК А23L 3/32. Пристрій для стерилізації та пастеризації рідких харчових продуктів / Бурдо О.Г., Семков С.В., Рыбина О.Б.; Заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій; заявлено 07.04.2008; надруковано 10.10.2008, Бюл. № 19, 2008.

УДК 663.223:663.256.15

**МАКАРОВ А.С., д-р. техн. наук, профессор, зав. лабораторией игристых вин,  
ЕРМОЛИН Д.В., м.н.с. лаборатории игристых вин,  
ЗАЙЦЕВ Г.П., вед. инженер отдела биологически активных продуктов винограда**  
Национальный институт винограда и вина «Магарач», г. Ялта  
**МАЦКО А.П., канд. техн. наук, генеральный директор**  
Корпорация по виноградарству и виноделию «Укрвинпром», г. Киев

### ДИНАМИКА МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА СУСЛА ИЗ 1 Т ВИНОГРАДА

Установлено, что при повышении выхода сусла из 1 т винограда происходит увеличение концентрации галловой, сиреневой, каftarовой, каутаровой кислот, (-)-эпикатехина, кверцетина, кверцетин-3-О-гликозида и процианидинов, и снижение концентрации (+)-D-катехина.

**Ключевые слова:** выход сусла, фенольные вещества, процианидины.

It has been established that an increase in the yield of must per one ton of grapes leads to higher mass concentrations of gallic, syringic, caphtaric and cauric acids, (-)-epicatechin, quercetin, quercetin-3-O-glycoside and procyanidins, accompanied by a reduction in (+)-D-catechin mass concentration.

**Keywords:** increase in the yield mash, flavonoids, procyanidins.

В настоящее время предприятия Украины, вырабатывающие шампанские и игристые вина, испытывают недостаток сырья. Это связано с сокращением площадей насаждений сортами винограда, которые рекомендованы для производства игристых вин, снижением урожайности, неблагоприятными погодными

условиями. Поэтому винодельческие предприятия вынуждены закупать виноматериалы для производства игристых вин в странах ближнего и дальнего зарубежья. В связи с этим проблема расширения сырьевой базы для шампанских и игристых вин является актуальной. Одним из способов решения этой проблемы является возможность увеличения выхода сусла из 1 т винограда. В виноматериалах, полученных из сусла при повышенном его выходе массовая концентрация фенольных веществ более высокая, чем у виноматериалов, полученных из сусла-самотека, выход которого составляет 50 дал из 1 т винограда [1].

Фенольные вещества активно участвуют в формировании органолептических показателей винограда, сусла, виноматериалов и вин. Флавоноиды, а также продукты их превращений влияют на вкус, цвет, стабильность вин. При избытке фенольных соедине-

ний в винах появляется излишняя грубость и терпкость, недостаток их приводит к отсутствию необходимой «полноты», делает вина «пустыми», «жидкими» [2]. Взаимодействие фенольных веществ с белками может привести к образованию продуктов, выпадающих в осадок, вследствие чего происходит помутнение вина.

Фенольные соединения в винах представлены, в основном, катехинами, процианидинами, антоцианами, фенолкарбоновыми кислотами и продуктами полимеризации катехинов [3]. Участвуя в окислительно-восстановительных процессах, протекающих при формировании и созревании виноматериалов, фенольные вещества конденсируются, взаимодействуют с другими веществами и оказывают влияние на формирование вкуса, цвета, букета и на прозрачность. Они обладают антиоксидантными, антивирусными, бактерицидными свойствами, способствуют накоплению аскорбиновой кислоты в организме человека.

Как показали исследования [4] из мономерных нефлавоноидных фенольных веществ в виноматериалах идентифицированы фенолкарбоновые кислоты (галловая и сиреневые) и оксикоричные (кафтаровая и каугаровая). Фенолокислоты обладают высокой биологической активностью [5]. Установлено, что они в виноматериалах не подвергаются аутооксидабельному окислению (необходимым условием является значение pH выше 5,0 [6]), но подвержены ферментативному окислению, что способствует возникновению окислительного покоричневения вина [7].

В вине обнаружено пять катехинов: (—)-эпигаллокатехин, (+)-галлокатехин, (—)-катехин, (+)-катехин и (—)-эпикатехин [8]. Катехины являются наиболее восстановленными веществами из флавоноидов [6, 9] и в связи с этим легко подвергаются окислению. При окислении катехинов происходит их полимеризация с образованием конденсированных танинов, которые при взаимодействии с белками образуют нерастворимые комплексы, что приводит к помутнению вина. Флаван-3-олы проявляют способ-

сти в окислительно-восстановительных процессах. Установлено, что в системе – аскорбиновая кислота + полифенол+полифенолоксидаза – кверцетин окисляет аскорбиновую кислоту в 17 раз быстрее, чем пирокатехин. Кверцетин способен взаимодействовать со многими активными формами кислорода [11]. Что связано с способностью легко отдавать атом водорода в реакциях с радикалами, а также стабильностью феноксильного радикала, который образуется из фенольного соединения [12]. В работе [13] показана возможность восстановления цитохрома С кверцетином. Установлено, что электронодонорная активность кверцетина в значительной степени зависит от значения pH и практически не зависит от ионной силы реакционной среды.

Следует отметить, что в настоящее время в литературе отсутствуют данные об изменении концентраций флавонолов, флаван-3-олов, процианидинов, фенолокислот и др. мономерных фенольных веществ в виноматериалах, полученных из суслу при повышении его выхода из 1 т винограда. В связи с этим большой научный интерес представляет изучение изменения концентраций вышеуказанных веществ в виноматериалах в зависимости от увеличения выхода суслу.

Объектом исследований служили опытные виноматериалы, приготовленные из суслу-самотек и прессовых фракций при соотношении суслу самотек:прессовые фракции 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1; виноматериалы для производства шампанских вин из винограда сорта Алиготе, при выходе суслу 50 и 65 дал из 1 т винограда.

Фенольные вещества в опытных виноматериалах определяли методом ВЭЖХ [14]. Все опыты проводили в пяти повторностях.

Результаты исследований по изменению концентраций фенолокислот и флавонолов, флаван-3-олов в опытных виноматериалах, приготовленных из суслу с различным содержанием прессовых фракций, приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Массовые концентрации мономерных форм фенольных веществ в опытных виноматериалах, мг/дм<sup>3</sup>

Фенольные вещества	Объемная доля прессовых фракций суслу, %				
	0*	25	50	75	100
Фенолокислоты					
Галловая	0,6	5,5	12,7	22,9	28,4
Сиреневая	5,9	6,0	6,6	7,1	7,6
Кафтаровая	49,8	60,0	100,4	128,2	157,6
Каугаровая	8,5	12,7	19,0	29,1	36,8
Флаван-3-олы					
(+)-D-катехин	14,8	13,3	10,0	8,3	5,5
(-)-эпикатехин	0,3	4,0	6,0	8,6	10,0
Флавонолы					
Кверцетин	0,1	0,5	0,5	0,7	0,8
Кверцетин-3-О-гликозид	0,8	1,6	2,7	3,2	4,0

Примечание: \*- суслу-самотек

ность увеличивать интенсивность окраски антоцианов [10].

Важным свойством флавонолов (кверцетин, кемпферол, мирицетин и их гликозиды) является уча-

Из табл. 1 видно, что при повышении объемной доли прессовых фракций суслу в приготовленном виноматериале происходит увеличение концентрации мономерных форм фенольных веществ за исключени-

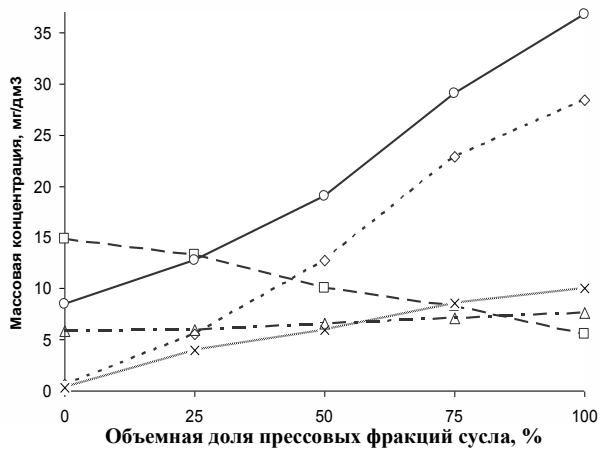


Рис. 1. Динамика концентрации фенольных веществ в виноматериале в зависимости от объемной доли прессовой фракции сусли: - ◇ - Галловая кислота - □ (+)-D-Катехин - × (-)-Эпикатехин - ○ Каураровая - △ Сиреневая кислота

ем (+)-D-катехина.

В значительной степени изменяются концентрации галловой кислоты, (-)-эпикатехина, каураровой кислоты, в меньшей степени – сиреневой кислоты (рис. 1).

На рис.1 показано, что повышение объемной доли прессовой фракции сусли с 0 до 100 % приводит к увеличению в приготовленном виноматериале массовой концентрации галловой кислоты на 27,8 мг/дм<sup>3</sup> или в 46 раз, (-)-эпикатехина – 9,7 мг/дм<sup>3</sup> (32 раза), каураровой кислоты – 28,3 мг/дм<sup>3</sup> (3 раза), сиреневой кислоты – 1,7 мг/дм<sup>3</sup> (29 %).

При этом снижается массовая концентрация (+)-D-катехина на 9,3 мг/дм<sup>3</sup> (63 %). Из всех мономерных фенольных веществ в опытных виноматериалах преобладает каураровая кислота. Динамика ее концентрации в опытных виноматериалах в зависимости от объемной доли прессовых фракций сусли представлена на рис. 2.

На рис. 2 показано, что при увеличении объемной доли прессовых фракций сусли с 0 до 100 % массовая концентрация каураровой кислоты в приготовленном виноматериале увеличивается на

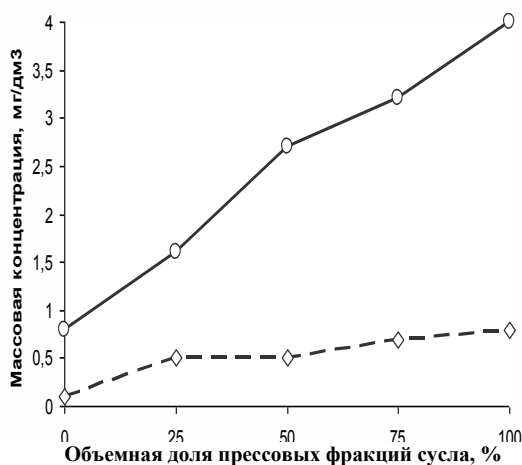


Рис. 3. Динамика массовой концентрации флавонолов в виноматериале в зависимости от объемной доли прессовой фракции сусли: - ○ - Кверцетин - ◇ - Кверцетин-3-О-гликозид

107,8 мг/дм<sup>3</sup> (216 %).

Большое значение имеет концентрация в вино-



Рис. 2. Динамика концентрации каураровой кислоты в виноматериале в зависимости от объемной доли прессовой фракции сусли

материалах кверцетина и кверцетин-3-О-гликозид. Изменение их концентраций в виноматериале в зависимости от объемной доли прессовых фракций сусли

Таблица 2  
Статистические характеристики результатов исследований

Фенольные вещества	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Изменение концентрации	
			%	мг/дм <sup>3</sup>
Фенолоксиолы				
Галловая	$y=0,292x-0,58$	0,99	4633	27,8
Сиреневая	$y=0,0184x+5,73$	0,98	29	1,7
Каураровая	$y=1,1351x+42,43$	0,99	216	107,8
Каураровая	$y=0,292x+6,614$	0,99	333	28,3
Флован-3-олы				
(+)-D-Катехин	$y=-0,0944x+15,1$	-0,99	-63	-9,3
(-)-Эпикатехин	$y=0,0962x+0,98$	0,99	3233	9,7
Флавонолы				
Кверцетин	$y=0,0061x+0,201$	0,94	700	0,7
Кверцетин-3-О-гликозид	$y=0,0325x+0,84$	0,99	400	3,2

представлено на рис. 3.

Увеличение объемной доли прессовой фракции сусли с 0 до 100 % приводит к повышению в виноматериале концентрации кверцетина на 0,7 мг/дм<sup>3</sup>, кверцетин-3-О-гликозида – 3,2 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 3).

Результаты математической обработки данных по влиянию объемной доли прессовых фракций сусли на изменение концентрации мономерных фенольных веществ в виноматериале представлены в табл. 2.

Анализ статистической обработки полученных данных свидетельствует, что полученные нами закономерности по влиянию увеличения объемной доли прессовых фракций сусли на концентрации фенолоксиол, флован-3-олов и флавонолов в виноматериале имеют сильную корреляционную зависимость (табл. 2).

Таким образом, проведенные исследования показали, что увеличение выхода сусли из 1 т винограда способствует увеличению в виноматериалах массовой концентрации мономерных фенольных веществ (за исключением (+)-D-катехина). Полученные результаты подтвердились при определении вышеуказанных показателей в виноматериале Алиготе при выходе

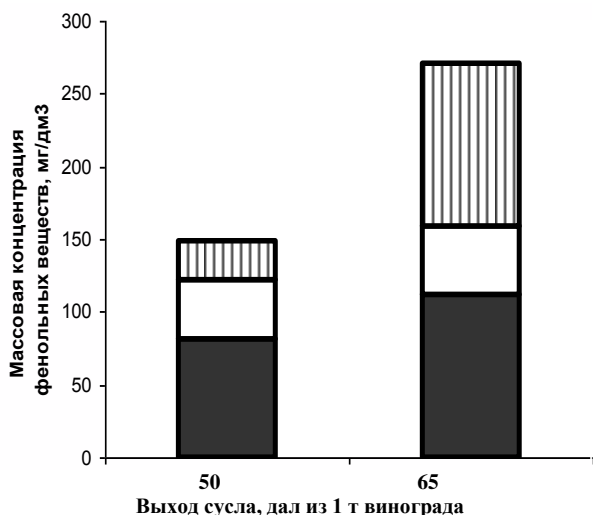


Рис. 4. Массовые концентрации фенольных веществ в вино-материале Алиготе при выходе сусле 50 и 65 дал из 1 т винограда

■ мономерные □ олигомерные ▨ полимерные

сусле 50 и 65 дал из 1т винограда (табл. 3).

Анализ данных, представленных в табл. 3, показывает, что при увеличении выхода сусле с 50 до 65 дал из 1 т винограда в полученной виноматериале увеличивается концентрация галловой (почти в 11 раз), кафтаровой, каугтаровой кислот, а также (-)-эпи-катехина. При этом происходит снижение концентрации (+)-D-катехина; концентрация мономерных фенольных веществ увеличивается на 30,3 мг/дм³ (37%), в том числе процианидинов на 7 мг/дм³ или на 17%; концентрация полимерных флаваноидов возрастает на 84 мг/дм³ или на 311%.

В целом концентрация фенольных веществ увеличи-

Таблица 3  
Массовые концентрации фенольных веществ в вино-материалах из сорта Алиготе, мг/дм³

Фенольные вещества	Выход сусле, дал из 1 т винограда	
	50	65
<b>Фенолоксиклоты</b>		
Галловая	0,5	5,4
Сиреневая	5,8	6,1
Кафтаровая	49,6	66,8
Каугтаровая	8,0	13,2
<b>Флован-3-олы</b>		
(+)-D-катехин	15,8	14,6
(-)-эпикатехин	0,0	3,4
<b>Флованоиды</b>		
Кверцетин	0,5	0,5
Кверцетин-3-О-гликозид	0,8	1,5
<b>Сумма</b>		
Мономерные	81,0	111,3
Олигомерные	41,0	48,0
Полимерные	27,0	111,0
Общие	149,0	270,3

вается на 121 мг/дм³ (81%) (рис. 4).

#### Вывод

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено, что при увеличении выхода сусле из 1 т винограда происходит увеличение концентрации галловой, сиреневой, кафтаровой, каугтаровой кислот, (-)-эпикатехина, кверцетина, кверцетин-3-О-гликозида и процианидинов и полимерных флаваноидов в полученных виноматериалах при одновременном снижении концентрации (+)-D-катехина.

Поступила 09.2010

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние обработки препаратом растительного белка на физико-химические показатели виноматериалов для производства игристых вин / [В. А. Загоруйко, А. С. Макаров, Е. Л. Удод и др.] // «Магарач». Виноградарство и виноделие. -2007.-№3.-С.27-30.
2. Кишковский З. Н. Химия вина / Кишковский З. Н., Скурихин И. М. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 311 с.
3. Эбелашвили Н. Исследование биологически активных веществ в процессе приготовления розовых и шипучих вин с целью усовершенствования их технологии: автореф. дис на соискание учен. степени д-ра. техн. наук.: спец. 05.18.18 «Технология биологически активных веществ»/ Н. Эбелашвили. – Тбилиси, 2006. – 52 с.
4. Катрич Л. И. Разработка технологии производства слабоалкогольных напитков из виноградной выжимки. /Л. И. Катрич // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2009. – № 1. – С. 37-38.
5. Фенольные соединения коры лиственницы сибирской / С. З. Иванова, Т. Е. Федорова, Н. В. Иванова [ и др.] // Хвойные boreальной зоны. – 2003. – № 1. – С. 27-29.
6. Запрометов Н. М. Биохимия катехинов / Н. М. Запрометов. – М.: Наука, 1964. – 296 с.
7. Сейдер А. И. Покоричнение вин и методы регулирования этого процесса / А. И. Сейдер, Е. Н. Датунашвили. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1975. – 29 с.
8. Валушко Г. Г. Биохимия и технология красных вин / Г. Г. Валушко. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 296 с.
9. Полифенольные биологические активные компоненты пищевого концентрата «оноант» / Ю. А. Орай, Л. М. Алексеева, О. М. Сиказан, Л. И. Катрич // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения / Тр. Крымского государственного медицинского университета им. С. И. Георгиевского. Т. 141, ч. 1. – Ялта, 2005. – С. 14-19.
10. Andersen M. Flavonoids : chemistry, biochemistry, and applications / M. Andersen, R. Markham – London, New York.: Taylor & Francis Group, 2006. -1197 p.
11. Хроматографический анализ и идентификация основных продуктов окисления кверцетина / Е. М. Червяковский, Т. М. Власова, А. А. Гилеп [и др.] // Тр. Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2006. – Вып. 1. – С. 159-170.
12. Ивлева Т. Н. Участие фенольных антиоксидантов в реакциях с активными формами кислорода / Т. Н. Ивлева, А. Н. Николаевский // Матер. IV Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научный потенциал студенчества в XXI веке» Т. 1. Естественные и технические науки. г. Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – С. 210-212.
13. Червяковский Е. М. Влияние состава реакционной среды на степень восстановления цитохрома с кверцетином / Червяковский Е. М. // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия хим. наук. – 2008. – №2. – С. 70-75.
14. Phenolic Composition of Champagnes from Chardonnay and Pinot Noir Vintages / M. Chamkha, B. Cathala, V. Ceynier [et al.] // Journal Agricultural and Food Chemistry. – 2003, – № 51. – P. 3179–3184.

УДК 663.423

**МЕЛЬНИК И.В., канд. техн. наук, доцент**

Одесская национальная академия пищевых технологий

**ТАРНАВСКАЯ Л.В., специалист-стажер Николаевского отделения «AB InBev Украина»**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГОРЬКИХ ВЕЩЕСТВ ХМЕЛЯ НА КАЧЕСТВО ГОТОВОГО ПИВА**

Горькие вещества являются наиболее ценными компонентами хмеля, так как придают пиву приятный горький вкус и нежный хмелевой аромат, увеличивают пеностойкость и биологическую

стойкость готового пива. Исследовано их содержание в хмеле и превращения на основных технологических стадиях приготовления пива.