

УДК 663.256:573.2

UDC 663.256:573.2

06.01.01 Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

06.01.01 General agriculture, crop production
(agricultural sciences)

**ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО
АЗОТОПОНИЖЕНИЯ НА ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИРОДНО-
ПОЛУСЛАДКОГО ВИНА**

**INFLUENCE OF BIOLOGICAL NITROGEN
DEPOSITION ON PHYSICAL AND
CHEMICAL PARAMETERS OF NATURAL
SEMI-SWEET WINE**

Прах Антон Владимирович
к.с.-х. н., старший научный сотрудник
РИНЦ SPIN-код: 6369-8889
aprakh@yandex.ru

Prakh Anton Vladimirovich
Cand.Agr.Sci., senior scientific worker
RSCI SPIN-code: 6369-8889
aprakh@yandex.ru

Агеева Наталья Михайловна
д.т.н., профессор, главный научный сотрудник
РИНЦ SPIN-код: 3807-3865
*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия», Россия, 350901,
Краснодар, 40 лет Победы, 39*

Ageeva Natalia Mikhailovna
Dr.Sci.Tech., main scientific worker, professor
RSCI SPIN-code: 3807-3865
*North Caucasus Federal scientific center for
horticulture, viticulture, winemaking, Krasnodar,
Russia*

Дергачев Дмитрий Владимирович
к.с.-х. н., директор
ООО «ИК»ТБЦ», Россия

Dergachev Dmitriy Vladimirovich
Cand.Agr.Sci., Director
IK TBC, Ltd, Russia

На примере двух сортов винограда – классического европейского Шардоне и межвидового гибрида Екатеринодарский – исследование влияние биологического азотопонижения на физико-химические показатели природно-полусладкого вина, в том числе аминокислоты и ароматобразующие компоненты. Установлено, что применение предлагаемой технологии способствует активному потреблению аминокислот дрожжами в стадии брожения. При этом дрожжевыми клетками наиболее активно потреблялись аланин, валин, фенилаланин, гистидин, аспарагиновая, аминокислотная, глютаминовая кислоты, лейцин, лизин, сириин, тирозин, треонин. Незначительное увеличение концентрации аминокислот отмечено по завершению брожения, когда клетки дрожжей перешли в стационарную фазу развития. Однако содержание всех аминокислот, за исключением пролина, в виноматериале было меньше, чем в винограде и бродящем сусле. В результате биологического азотопонижения, в экспериментальных вариантах концентрация азотистых соединений (общего и аминного азота) была в три раза меньше, чем в контрольных. Установлено различие в концентрации ароматобразующих компонентов в винах, приготовленных из обоих сортов винограда по различным технологиям. В экспериментальных вариантах отмечено большее накопление практически всех компонентов

In the article, we have studied the influence of biological nitrogen deposition on the physical and chemical parameters of natural semi-sweet wine, on the example of two grape varieties – classic European Chardonnay and interspecific hybrid Ekaterinodar, including amino acids and aroma-forming components. It is established, that the use of the proposed technology contributes to the active consumption of amino acids by yeast in the fermentation stage. At the same time, yeast cells consumed most actively alanine, valine, phenylalanine, histidine, aspartic, aminobutyric, glutamic acids, leucine, lysine, Sirin, tyrosine, threonine. A slight increase in the concentration of amino acids was observed at the end of fermentation, when the yeast cells entered the stationary phase of development. However, the content of all amino acids, with the exception of Proline, in the wine material was less than in grapes and fermenting wort. As a result of biological nitrogen deposition in experimental versions, the concentration of nitrogen compounds (total and amine nitrogen) was three times less than in the control ones. There is a difference in the concentration of flavor-forming components in wines prepared from both grape varieties using different technologies. In experimental versions, we observed a greater accumulation of almost all components of the aroma-binding complex (especially esters, terpenes, phenylethanol, and ionone), with the exception of higher alcohols. Experimental samples of natural

ароматобразующего комплекса (особенно эфиров, терпеновых соединений, фенолэтанола, иона) за исключением высших спиртов.

Экспериментальные образцы природно-полусладких вин из сортов винограда Шардоне и Екатеринодарский характеризовались ярким цветочно-плодовым ароматом и имели более высокую дегустационную оценку в сравнении с классической технологией

Ключевые слова: БИОЛОГИЧЕСКОЕ АЗОТОПОНИЖЕНИЕ, АЗОТИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, АМИНОКИСЛОТЫ, АРОМАТОБРАЗУЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ, ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

semi-sweet wines from the Chardonnay and Ekaterinodar grape varieties were characterized by a bright floral and fruit aroma and had a higher tasting rating in comparison with the classic technology

Keywords: BIOLOGICAL NITROGEN REDUCTION, NITROGENOUS COMPOUNDS, AMINO ACIDS, AROMA COMPONENTS, ORGANOLEPTIC EVALUATION

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-015>

Введение. Современная нормативная документация предусматривает производство вин с остаточным сахаром (природно-полусухих и природно-полусладких) путем остановки спиртового брожения одним из известных способов [1,2]: отделением активных дрожжей от бродящего сусла, применением сорбентов, термическими воздействиями, мембранной фильтрацией и т.п. К числу перспективных и недостаточно изученных, относится технология производства полусухих и полусладких вин путем биологического азотопонижения [3,4], основанная на усилении ассимиляции микроорганизмами усваиваемых азотсодержащих компонентов бродящей среды, необходимых клетке для поддержания активного физиологического состояния и биосинтетических функций. При брожении, с одной стороны, происходит потребление азотистых веществ размножающимися дрожжами, главным образом на логарифмической фазе роста, а с другой - выделение их клетками в виноматериал в период стационарной фазы развития дрожжей и фазы отмирания. Задача специалистов – тщательный контроль азотистых веществ в период брожения. Необходимо отделить дрожжевые клетки от молодого виноматериала в тот момент, когда концентрация азотистых соединений достигла минимального значения.

В процессе брожения аминокислоты претерпевают существенные изменения. Известно [5,6,7], что дрожжами наиболее легко усваиваются изолейцин, триптофан, аргинин, валин, гистидин и аспарагиновая кислота, плохо - треонин, фенилаланин, тирозин, метионин, серии, лизин, глицин, глутаминовая кислота, лейцин и пролин. Как показывают результаты исследований химического состава виноматериалов [8,9], приготовленных с использованием различных рас дрожжей, динамика потребления аминокислот различными расами дрожжей неодинакова и зависит не только от генетических особенностей клеток, но и от условий брожения.

Цель работы – установить динамику изменения концентрации аминокислот при брожении виноградного сусла в технологии природно-полусладких вин.

Объекты и методы исследований. Для проведения исследований использовали сусло белых сортов винограда Шардоне и Екатеринодарский, урожай 2019 года, опытный участок АЗОСВиВ (филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ):

-Шардоне – белоягодный, классический европейский технический сорт винограда, относится к эколого-географической группе западноевропейских сортов винограда;

-Екатеринодарский – белоягодный сорт селекции СКЗНИИСиВ (г. Краснодар), получен при скрещивании Каберне Совиньон х Саперави северный.

Для сбраживания виноградного сусла применяли расу активных сухих дрожжей Actiflore VO 213 (вид *Saccharomyces cerevisiae*), производитель фирма LAFFORT, Франция.

Брожение проводили в анаэробных условиях с применением гидрозатворов. По достижении активного заброжания, процесс подавлялся внесением сернистого ангидрида, последующего охлаждения

(+2 °С) и фильтрацией. При этом было проведено 5 циклов забраживания-фильтрации с расходом каждый раз на брожение 3-5 г/100 см³ сахаров.

Для определения физико-химических показателей полусладких вин применяли методики [10]. Массовую концентрацию аминокислот определяли методом капиллярного электрофореза (Капель 105Р, Россия) [11].

Обсуждение результатов. В таблице 1 приведены физико-химические показатели винограда, использованного в экспериментах. Следует отметить высокую концентрацию сахаров, которая позволяет приготовить природно-полусладкие вина. При проведении брожения высокосахаристого суслу нами использована технология азотопонижения, позволяющая создать в бродящей среде недостаток легко усваиваемых питательных компонентов, прежде всего аминокислот, в результате чего бродильная активность клеток значительно снижается. Это позволяет сначала замедлить, а затем остановить брожение с сохранением сахаров природных винограда. Идентичную технологию широко применяют при производстве итальянского игристого вина Асти Спуманте: именно по причине многократного забраживания и фильтрации формируется своеобразный букет с оттенками цветов липы и акациевого меда [12,13].

Таблица 1 – Физико-химические показатели винограда и виноматериалов

№ п/п	Сорт винограда	Виноград		Массовая концентрация азота, мг/дм ³	
		массовая концентрация		общего	Аминного
		сахаров, г/100см ³	титруемых кислот, г/дм ³		
1	Екатеринодарский	24,5	5,1	1360	216
2	Шардоне	22,9	6,2	1280	268

Начальная стадия брожения виноградного сусла характеризуется значительным потреблением аминокислот дрожжами; более поздние стадии – их выделением в среду за счет жизнедеятельности и автолиза дрожжей. Проведенные исследования (таблица 2) показали, что на третьей сутки активного брожения количество аминокислот уменьшилось.

По эффективности потребления дрожжами аминокислоты можно разделить на три группы:

- интенсивное потребление аминокислот: аланин, валин, фенилаланин, гистидин, аспарагиновая, аминокислотная, глутаминовая кислоты, лейцин, лизин, сирион, тирозин, треонин;
- слабая ассимиляция: пролин;
- среднее потребление - цистеин, метионин.

Таблица 2 – Изменение аминокислотного состава сусла в процессе брожения, мг/дм³

Аминокислота	Виноград		Бродящее сусло		Виноматериал	
	Шардоне	Екатерино-дарский	Шардоне	Екатерино-дарский	Шардоне	Екатерино-дарский
Аланин	80,1	152,8	нет	1,8	8,4	19,8
Аминокислотная	10,1	8,5	0,1	нет	2,4	1,5
Аспарагин	85,2	102,1	7,0	2,3	6,4	9,7
Валин	16,8	21,2	нет	нет	1,2	1,5
Глутаминовая	161,2	181,0	5,8	17,0	21,3	23,1
Гистидин	6,2	9,0	нет	нет	0,9	1,2
Лейцин	42,1	60,5	нет	нет	1,8	4,9
Лизин	51,2	71,2	нет	нет	2,7	4,3
Метионин	32,1	19,2	13,5	5,3	23,8	15,5
Пролин	241,9	350,1	240,3	312,0	241,0	327,5
Сирион	56,8	101,1	2,8	6,4	1,3	0,9
Тирозин	22,5	31,2	нет	нет	2,8	3,7
Треонин	35,4	41,2	нет	1,7	4,2	4,9
Фенилаланин	23,1	16,2	нет	нет	0,3	0,5
Цистеин	21,3	41,2	2,0	12,5	15,1	27,0
Сумма	886	1206,5	271,5	353,6	326,6	438,9

По завершению брожения при переходе дрожжей в стационарную фазу развития увеличивается проницаемость дрожжевой оболочки, в связи с чем отмечается увеличение концентрации всех аминокислот за счет обогащения среды компонентами жизнедеятельности дрожжевой клетки. При этом содержание всех аминокислот, за исключением пролина, в виноматериале было меньше, чем в винограде и бродящем сусле. Таким образом, примененный в эксперименте технологический прием, основанный на многократной остановке брожения, обеспечил получение вина с низкой концентрацией аминокислот.

Следует отметить, что высокие остаточные концентрации серосодержащих аминокислот в виноматериале нежелательны, так как именно они являются предшественниками формирования посторонних тонов, в том числе сероводородного [14,15]. В наших исследованиях концентрация цистеина – предшественника сероводорода - в процессе брожения уменьшилась более чем в два раза: при проведении дегустации посторонних тонов не обнаружилось.

В таблице 3 приведены физико-химические показатели виноматериалов, произведенных с применением способа азотопонижения, в сравнении с традиционной технологией, предусматривающей полное сбраживание сахаров с последующим дозированием сахаросодержащих компонентов. Результаты анализа свидетельствуют о соответствии вин требованиям ГОСТ 32030, в том числе по массовой концентрации сахаров, характерной полусладким винам.

Таблица 3 – Физико-химические и органолептические показатели виноматериалов

№ п/п	Сорт винограда	Виноматериал						дегустационная оценка, балл
		объемная доля спирта, об.%	аминный азот, мг/дм ³	общий азот, мг/дм ³	массовая концентрация			
					титруемых кислот, г/дм ³	летучих кислот, г/дм ³	сахаров, г/дм ³	
Традиционная технология								
1	Екатеринодарский	13,2	380	860	5,2	0,40	45	8,1
2	Шардоне	12,6	350	750	5,8	0,42	45	8,2
Экспериментальная технология								
1	Екатеринодарский	11,2	112	340	5,0	0,37	42	8,3
2	Шардоне	10,6	123	360	6,0	0,42	23	8,5

Установлено, что в экспериментальных вариантах концентрация азотистых соединений в три раза меньше, чем в контрольных, что пролонгирует устойчивость виноматериалов к коллоидным помутнениям.

Органолептическая оценка показала, что экспериментальные варианты, особенно Шардоне, характеризовались ярким ароматом с цветочными тонами (цвет липы, акации, жасмина), с нюансами экзотических фруктов. Это согласуется с данными [12,13], согласно которым азотопонижение называют управляемой жизнедеятельностью дрожжей и «биологической ароматизацией» вина. В связи с этим, большой интерес представляет анализ концентрации и качественного состава ароматобразующих компонентов в произведенных виноматериалах (таблица 4).

Таблица 4 – Ароматобразующие компоненты виноматериалов, произведенных по традиционной и экспериментальной технологиям, мг/дм³

Наименование компонента	Традиционная технология		Эксперимент	
	Сорт винограда			
	Шардоне	Екатеринодарский	Шардоне	Екатеринодарский
ацетальдегид	68,4	70,7	48,2	59,2
этилформиат	1,64	3,06	1,12	1,38
метилацетат	2,27	5,13	1,32	1,48
этилацетат	88,7	112,4	18,4	59,0
этилкапринат	0,87	0,57	2,12	1,84
изобутилацетат	0,45	0,33	0,43	0,24
этиллактат	0,35	0,22	0,37	0,24
этилкаприлат	0,35	0,27	1,24	0,87
этиллаурат	1,12	0,57	6,68	2,47
этилацеталь	0,24	0,17	0,54	1,82
диацетил	0,57	0,45	1,74	1,14
ацетоин	0,31	0,43	0,26	0,35
фурфурол	0,53	0,45	0,56	0,47
2-фенилэтанол	15,6	8,7	27,8	25,9
ионон	0,87	нет	2,24	1,68
2-пропанол	2,24	3,47	0,17	0,17
2-бутанол	1,86	2,07	0,18	0,23
н-пропанол	17,8	21,6	8,3	14,3
изобутанол	36,2	48,4	71,0	142,4
1-бутанол	2,55	1,17	1,22	1,07
изоамиловый	278,6	312,6	167,3	227,4
1-гексанол	0,76	0,54	1,58	2,74
линолоол	0,27	0,12	1,25	0,62
терпениол	0,12	0,08	1,27	1,03
цитранелол	0,04	нет	0,87	0,65
гераниол	0,05	нет	0,26	0,15
цитраль	нет	нет	0,17	0,09
уксусная к-та	54,2	62,7	47,8	44,3
пропионовая	0,12	0,23	нет	нет
изомасляная к-та	0,87	0,74	1,43	2,03
капроновая к-та	0,77	0,64	1,26	1,74
изовалериановая к-та	1,24	1,22	4,72	4,94

Анализ экспериментальных данных, представленный в таблице 4, свидетельствует о различии в концентрации ароматобразующих компонентов в винах, приготовленных из обоих сортов винограда по

различным технологиям. В экспериментальных вариантах отмечено большее накопление практически всех компонентов ароматобразующего комплекса за исключением высших спиртов. Образование высших спиртов вине связывают с превращениями аминокислот [16,17,18]. Так, предшественниками изобутанола и изоамилового спирта являются валин и лейцин, пропанол из треонина. Поэтому, снижение концентрации аминокислот при азотопонижении приводит к закономерному уменьшению содержания высших спиртов в экспериментальных образцах вин. Кроме того, известно, что поэтапное снижение концентрации азотистых соединений сопровождается активным эфиروобразованием [19,20]. В результате накопление эфиров, особенно этилкаприлата, этилкаприната, этиллактата, этиллаурата, в экспериментальных вариантах значительно выше, чем при традиционной технологии.

Терпеновые соединения - линолоол, терпениол, цитранелол, гераниол, цитраль -, а также ароматный спирт фенилэтанол и кетон ионон придают винам яркие цветочные тона с легкими плодовыми и цитрусовыми оттенками. Накопление приятной гаммы веществ в экспериментальных вариантах обоих сортов винограда, но особенно Шардоне, было значительно выше в сравнении с традиционной технологией. Это согласуется с концепцией биологической ароматизации вин, даже получаемых из простых, нейтральных по аромату сортов винограда.

Считается, что для образования летучих кислот также необходимы аминокислоты [19,21]. Следовательно, снижение их количества приводит к уменьшению образования летучих кислот, в том числе уксусной и пропионовой, участвующих в формировании посторонних тонов. Образование изомасляной кислоты (приятные фруктовые тона) связывают с жизнедеятельностью дрожжей и процессом синтеза/потребления валина:

чем активнее использование клеткой валина, тем большее количество изомасляной кислоты образуется, что и наблюдалось в наших экспериментах независимо от сорта винограда.

Выводы. Таким образом, установлена корреляция между технологией производства полусладкого вина и составом аминокислот и ароматобразующих компонентов. Показано, что применение поэтапной технологии забраживания-фльтрации приводит к снижению концентрации в вине азотистых соединений, в том числе аминокислот, увеличению содержания эфиров, терпеновых соединений, фенилэтанола, ионона, обеспечивающих формирование в винах яркого цветочно-плодового аромата.

Литература

1. Агеева Н. М., Аванесьянц Р. В. Биохимические особенности производства коньячных виноматериалов. Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. 135 с.
2. Агеева Н.М., Даниелян А.Ю., Толмачева Е.Н., Сосюра Е.В. Влияние новых рас дрожжей на состав азотистых соединений в виноградных столовых винах // Е.А.Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 3 (15). С. 7-11.
3. Агеева Н.М., Ажогина В.А. Зависимость качества столовых вин из винограда перспективных сортов от аминокислотного состава их сусел // Виноград и вино России. – 1995. – №4. – С. 24-26
4. Супрун И.И., Агеева Н.М., Лободина Е.В., Насонов А.И., Токмаков С.В., Прах А.В. Анализ генетического разнообразия естественных популяций рода *saccharomyses* как основа поиска штаммов, перспективных для виноделия Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. № 59 (5). С. 118-132.
5. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. В. Г. Гержиковой. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.
6. Постная А.Н. Теоретические и практические основы прогнозирования, предупреждения и устранения пороков виноградных вин: Автореф.дис. д-ра техн. наук – Ялта, 1991. – 47 с.
7. Родопуло А.К. Ароматобразующие вещества винограда // Приклад. биохимия и микробиология. – 1990. – Т.26. – Вып.5. – С.579-590.
8. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции. - М.: Пищепромиздат, 1998. - С.21-22.
9. Теория и практика виноделия. Т. 3. Способы производства вин. Превращения в винах / Ж. Рибера-Гайон, Э. П. Пейно, Рибера-Гайон, П. Сюдро ; пер. с франц., под ред. Г. Г. Валуйко. М. : Пищ. пром-сть, 1980. 480 с.
10. Электронный ресурс. <https://vinograd.info/knigi/osnovy-biohimii-vinodeliya/obmen-azotistyh-veschestv-pri-brozhenii-2.html>

11. Якуба Ю.Ф. Применение капиллярного электрофореза для определения аминокислот в винах специальных технологий / Ю.Ф. Якуба // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2006. – Т.72. – №4. – С.11-15.
12. A Review / M.G. Lambrechts, I.S. Pretorius // S. Afr. J. Enol. Vitic. – 2000. – Vol. 21, Special Issue. – P. 97-129.
13. Cao Zh. Minicking the ol thickness-shear-mode acoustic sensor array /Zh.Cao, D.Xu, Jian-Hui Jiang, Ji-Hong Wang, H.Lin, Cheng-Jiang Xu, Xiao-Bing Zhang, Ru-Qin. Yu//Anal. Chim. Acta. 1997. V.335, №1-2. P. 117-125.
14. Ciani M., Maccarelli F. Oenological properties of non-Saccharomyces yeasts associated with wine-making // World Journal of Microbiology and Biotechnology.-1998.- № 2, P. 199-203.
15. Mansfield A. K. Characterization of key volatile compounds in red table wines produced from frontenac grapes (Vitis spp.) // A dissertation submitted to the faculty of the graduate School of the university of Minnesota. – USA, 2008. – 100 p
16. Minarik E. Zur Aktivierung der alkoholische Gärung durch Hefezellwände // Mitt. Klosterneuburg.- 1986.№ 36, № 5.- P. 194-197.
17. Moreno-Arriba M., Polo M. Winemaking Biochemistry and Microbiology: Current Knowledge and Future Trends // Critical Reviews in Food Science and Nutrition.- 2005.- № 4.- P. 265-286
18. Moreno-Arribas, M V. Wine chemistry and biochemistry. Shringler / M. V.Moreno-Arribas, M. C. Polo // New York, 2009 - 728 p.

References

1. Ageeva N. M., Avanes'janc R. V. Biohimicheskie osobennosti proizvodstva kon'jachnyh vinomaterialov. Krasnodar: Prosveshhenie-Jug, 2011. 135 s.
2. Ageeva N.M., Danieljan A.Ju., Tolmacheva E.N., Sosjura E.V. Vlijanie novyh ras drozhzhej na sostav azotistyh soedinenij v vinogradnyh stolovyh vinah // E.A.Vestnik APK Stavropol'ja. 2014. № 3 (15). S. 7-11.
3. Ageeva N.M., Azhogina V.A. Zavisimost' kachestva stolovyh vin iz vinograda perspektivnyh sortov ot aminokislотного состава ih susel // Vinograd i vino Rossii. – 1995. – №4. – S. 24-26
4. Suprun I.I., Ageeva N.M., Lobodina E.V., Nasonov A.I., Tokmakov S.V., Prah A.V. Analiz geneticheskogo raznoobrazija estestvennyh populjacij roda saccharomyces kak osnova poiska shtammov, perspektivnyh dlja vinodelija Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii. 2019. № 59 (5). S. 118-132.
5. Metody tehnohimicheskogo kontrolja v vinodelii / Pod red. V. G. Gerzhikovej. – Simferopol': Tavrida, 2002. – 260 s.
6. Postnaja A.N. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy prognozirovaniya, preduprezhdenija i ustraneniya porokov vinogradnyh vin: Avtoref.dis. d-ra tehn. nauk – Jalta, 1991. – 47 s.
7. Rodopulo A.K. Aromatobrazujushhie veshhestva vinograda // Priklad. biohimija i mikrobiologija. – 1990. – T.26. – Vyp.5. – S.579-590.
8. Sbornik osnovnyh pravil, tehnologicheskikh instrukcij i normativnyh materialov po proizvodstvu vinodel'cheskoj produkcii. - M.: Pishhepromizdat, 1998. - S.21-22.
9. Teorija i praktika vinodelija. T. 3. Sposoby proizvodstva vin. Prevrashhenija v vinah / Zh. Ribero-Gajon, Je. P. Pejno, Ribero-Gajon, P. Sjudro ; per. s franc., pod red. G. G. Valujko. M. : Pishh. prom-st', 1980. 480 s.
10. Jelektronnyj resurs. <https://vinograd.info/knigi/osnovy-biohimii-vinodeliya/obmen-azotistyh-veschestv-pri-brozhenii-2.html>

11. Jakuba Ju.F. Primenenie kapilljarnogo jelektroforeza dlja opredelenija aminokislot v vinah special'nyh tehnologij / Ju.F. Jakuba // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. – 2006. –Т.72. – №4. – S.11-15.
12. A Review / M.G. Lambrechts, I.S. Pretorius // S. Afr. J. Enol. Vitic. – 2000. – Vol. 21, Special Issue. – R. 97-129.
13. Cao Zh. Minicking the ol thickness-shear-mode acoustic sensor array /Zh.Cao, D.Xu, Jian-Hui Jiang, Ji-Hong Wang, H.Lin, Cheng-Jiang Xu, Xiao-Bing Zhang, Ru-Qin. Yu//Anal. Chim. Acta. 1997. V.335, №1-2. P. 117-125.
14. Ciani M., Maccarelli F. Oenological properties of non-Saccharomyces yeasts associated with wine-making // World Journal of Microbiology and Biotechnology.-1998.- № 2, P. 199-203.
15. Mansfield A. K. Characterization of key volatile compounds in red table wines produced from frontenac grapes (Vitis spp.) // A dissertation submitted to the faculty of the graduate School of the university of Minnesota. – USA, 2008. – 100 p
16. Minarik E. Zur Aktivierung der alkoholische Gärung durch Hefezellwände // Mitt. Klosterneuburg.- 1986.№ 36, № 5.- P. 194-197.
17. Moreno-Arriba M., Polo M. Winemaking Biochemistry and Microbiology: Current Knowledge and Future Trends // Critical Reviews in Food Science and Nutrition.- 2005.- № 4.- P. 265-286
18. Moreno-Arribas, M V. Wine chemistry and biochemistry. Shringer / M. V.Moreno-Arribas, M. C. Polo // New York, 2009 - 728 p.