

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАТОНАЖА В ТЕХНОЛОГИИ КРАСНЫХ СТОЛОВЫХ ВИН

Бирюкова С.А., аспирант, Агеева Н.М., д-р техн. наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)*

Лисовец У.А., аспирант

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Симоненко Е.Н.

ООО «Villa Romanov» (ст. Голубицкая, Краснодарский край)

Реферат. Установлены закономерности изменения концентрации аминного азота и ароматизирующих компонентов при продолжительном контакте красного столового винограда с дрожжевой биомассой. Показано, что в процессе контакта происходит увеличение концентрации аминного азота, зависящее от расы дрожжей и продолжительности перемешивания. Частое проведение батонажа приводит к снижению органолептической оценки и появлению посторонних тонов. Отмечено изменение концентрации высших спиртов, альдегидов и эфиров. Продолжительность контакта винограда с дрожжевой биомассой в технологии красных столовых вин должна быть не более 2-х месяцев.

Ключевые слова: красный столовый виноградный материал, аминный азот, аминокислоты, фенольные соединения

Summary. The conformities to natural law of the change in the concentration of amino nitrogen and aroma forming components at prolonged contact of red table wine-making material with the yeast biomass are established. It is shown that in the process of contact occurs the increase in the concentration of amino nitrogen, depending on the race of yeast and duration of mixing. The frequent conducting of batonnage bring to reduction in the organoleptic estimation and to the appearance of outside tones. A change in the concentration of highest alcohols, aldehydes and ethers is noted. The duration of the contact of winemaking material with the yeast biomass in the technology of red table faults must be not more two month.

Key words: red table wine-making material, amino nitrogen, amino acid, phenol substances

Введение. В последние 10-15 лет предприятия винодельческой промышленности стали широко применять в технологии белых столовых вин такой прием, как батонаж, обозначаемый французским термином *Sur lie* (на дрожжах). При этом под батонажем понимается контакт виноградных материалов с биомассой дрожжей, на которых проводилось спиртовое брожение, с периодическим перемешиванием [1, 2]. В процессе батонажа происходит обогащение виноградного материала продуктами жизнедеятельности клеток винных дрожжей, в первую очередь – аминокислотами, маннопротеинами, ароматическими компонентами [3, 4].

Применение технологии "Сур ли" обычно связано с желанием улучшить органолептические свойства производимого вина: усиливается структура и продолжительность вкуса, нивелируются негативные тона (воздействие полисахаридов на терпкость), увеличивается сложность, глубина и длительность аромата. Дрожжевой осадок также поглощает кислород, помогая поддерживать процесс управляемого и медленного созревания. Перемешивание осадка (батонаж) может увеличить интенсивность поглощения компонентов дрожжевых клеток в вино. Перемешивание может привести к развитию сливочного, плот-

ного вкуса и может увеличить сложность аромата. Применению батонажа в технологии белых столовых вин посвящены исследования отечественных и зарубежных авторов. Между тем, процессы, протекающие при батонаже в технологии красных столовых вин, изучены недостаточно.

Цель работы – исследовать массообменные процессы для оценки целесообразности применения батонажа в технологии красных столовых вин.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использованы 8 вариантов красного столового вина, приготовленного из сорта винограда Каберне-Совиньон:

- 1 – брожение мезги, раса дрожжей Оеноферм Руж, без батонажа;
- 2 – брожение мезги, раса дрожжей Бостардо, батонаж;
- 3 – брожение красного сусла, раса дрожжей Оеноферм Руж, батонаж;
- 4 – брожение красного сусла, раса дрожжей Бостардо, батонаж;
- 5 – термовинификация мезги, отделение сусла, брожение сусла, раса дрожжей Оеноферм Руж, батонаж;
- 6 – термовинификация мезги, отделение сусла, брожение сусла, раса дрожжей Бостардо, батонаж;
- 7 – ферментация мезги; отделение сусла, брожение сусла, раса дрожжей Оеноферм Руж, батонаж;
- 8 – ферментация мезги, отделение сусла, брожение сусла, раса дрожжей Бостардо, батонаж.

Продолжительность контакта виноматериала с дрожжевой биомассой 3 месяца. Для исследования режимов батонажа виноматериалы разделили на три группы:

- 1 – батонаж проводили с периодичностью 1 раз в месяц по 30 минут;
- 2 – батонаж проводили два раза за 3 месяца по 30 минут;
- 3 – батонаж проводили 1 раз за 3 месяца 30 минут.

В процессе контакта виноматериала с дрожжевой биомассой ежемесячно определяли суммарную концентрацию аминокислот по методу Серенсена [5].

Обсуждение результатов. Результаты исследований (табл. 1) показали, что в первой группе опытов, при ежемесячном проведении батонажа, концентрация аминокислот в виноматериале постоянно возрастала во всех вариантах. Наибольшее увеличение этого показателя отмечено в вариантах 3 и 4, в которых брожение проводили с использованием расы дрожжей Оеноферм Руж. Далее следует вариант 6 (раса Бостардо). Микробиологические исследования показали, что в этих вариантах большая часть дрожжевых клеток находилась в инактивированном состоянии, а оболочка клеток деформирована. Это способствует активации процесса массообмена между клеткой и средой и переходу аминокислот в виноматериал.

Наименьшее количество аминокислот при первом батонаже выявлено в контроле и вариантах 2, 7 и 8, в которых клетки находились в активном физиологическом состоянии и медленно автолизировались.

Во второй группе экспериментов, при проведении батонажа два раза за 3 месяца по 30 минут, определено значительно меньшее количество аминокислот в виноматериале, что свидетельствует о меньшей интенсивности обмена между дрожжевой клеткой и средой. С увеличением продолжительности контакта виноматериалов с дрожжевой биомассой концентрация дрожжей возрастала, особенно в вариантах 3 и 6.

Таблица 1 – Изменение суммы аминокислот, мг/дм³

Вариант опыта	Продолжительность контакта виноматериалов с дрожжевой биомассой					
	1-я группа			2-я группа		3-я группа
	Количество батонажей					
	1	2	3	1	2	1
1	407	507	859	297	449	274
2	303	425	581	247	432	348
3	555	1195	5059	418	673	766
4	613	830	4973	45	428	579
5	763	930	1234	72	143	685
6	482	897	3776	51	563	509
7	371	257	1087	34	184	132
8	231	324	1527	40	292	287

В третьей группе экспериментов, где батонаж проводили 1 раз (30 минут) за три месяца, получены результаты, наиболее близкие к тем, которые были в группе 1 через 3 месяца контакта виноматериала с дрожжевой биомассой.

В связи с этим представляют интерес результаты органолептического анализа (по 100-балльной системе) вин по завершении батонажа. За неделю до дегустации виноматериалы отделяли от дрожжевого осадка, фильтровали и хранили при температуре 12-14 °С в анаэробных условиях.

В результате исследований установлено, что частое проведение батонажа (1-я группа опытов) приводит в сравнении с контролем к снижению органолептической оценки, особенно в вариантах 4-6. В образцах столового вина появились уваренные тона, оттенки старых дрожжей, а в варианте 6 – мышинный тон. Это свидетельствует о том, что в вариантах с высокой концентрацией аминокислот протекали биохимические процессы, приводящие к образованию новых химических соединений с их участием и появлению нежелательных тонов в аромате и вкусе.

Как известно, аромат вина – характерный приятный запах, присущий конкретному типу вина, он определяется испаряющимися с поверхности вина летучими веществами. Они имеют различное происхождение: ароматические вещества винограда, продукты спиртового брожения, вещества, образующиеся при выдержке. Продукты спиртового брожения представлены в вине альдегидами, ацетальдами, высшими спиртами, сложными эфирами и другими веществами, которые играют важную роль в сложении аромата.

На концентрацию ароматобразующих компонентов вина существенное влияние оказывают многие факторы, в числе которых первичные ароматы винограда, условия брожения, наличие/отсутствие термовинификации, контакт виноматериалов с дрожжами по окончании брожения (батонаж), режимы батонажа.

В табл. 2, 3 и 4 приведены экспериментальные данные об изменении ароматобразующих компонентов в процессе батонажа – перемешивание дрожжевой гущи и виноматериала проводили с периодичностью 1 раз в две недели; продолжительность перемешивания 30 минут. В табл. 5 приведены данные об изменении суммарного количества различных ароматобразующих компонентов.

Таблица 2 – Содержание ароматобразующих компонентов
в виноматериалах из сорта винограда Каберне-Совиньон в процессе контакта
с дрожжевой биомассой через 1 месяц после батонажа, мг/дм³

Ароматобразующие компоненты	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Этилформиат	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
Метилацетат	0,1	0,2	0,8	0,8	3,9	3,0	3,6	4,5
Этилацетат	31,7	29,3	46,6	34,5	39,7	23,5	63,3	97,3
Изобутилацетат	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	-	0,2
Этилбутират	2,2	1,0	1,1	0,9	0,1	1,8	0,1	0,2
Изоамилацетат	0,1	-	1,5	1,4	0,2	0,3	0,3	0,3
Этиллактат	1,5	1,6	2,3	2,9	1,0	1,0	1,6	1,3
Этилкаприлат	1,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,5
Этилкапринат	0,2	0,9	0,3	1,0	0,2	0,5	0,4	1,9
Этиллаурат	1,0	-	1,3	0,1	1,5	0,5	1,6	2,1
Итого сложных эфиров:	38,9	33,4	54,4	42,5	46,9	31,1	71,1	108,3
2-пропанол	0,1	-	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1
пропанол	0,2	25,8	68,3	52,0	17,6	28,4	49,2	38,7
1-бутанол	-	3,2	1,1	1,2	1,1	1,2	0,9	1,0
Изобутанол	59,7	59,5	84,3	66,3	53,3	32,6	38,1	84,9
Изоамилметил- 2 бутанол	52,6	284,4	59,5	56,6	62,9	136,6	46,6	64,3
Изоамилметил- 3 бутанол	305,7	258,9	320,1	450,1	288,3	248,2	332,5	391,9
1-амилол	0,1	-	0,1	-	-	0,1	-	0,1
1-гексанол	6,0	0,9	2,2	1,8	0,9	2,4	4,5	9,4
Итого высших спиртов:	424,4	632,7	535,7	628,2	424,5	449,7	472,1	590,5
Изомасляная	0,1	1,9	0,1	1,0	0,1	1,3	1,1	0,1
Изовалериановая	0,5	1,1	0,2	0,3	3,8	0,2	3,7	0,4
Пропионовая	0,1	0,3	0,1	-	-	0,1	0,1	0,6
Капроновая	1,5	-	0,2	0,1	0,1	0,6	0,1	0,3
Итого кислот:	2,2	3,3	0,6	1,4	4,0	2,2	5,0	1,1
Ацетальдегид	17,3	14,0	14,4	14,3	45,1	45,0	30,5	31,3
Метилацеталь	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	-	0,3
Метанол	278,9	269,4	320,0	218,5	88,4	94,2	65,0	71,9
Этилацеталь	-	-	0,1	0,1	-	0,1	2,9	0,3
Диацетил	47,9	18,4	36,5	18,8	19,5	19,4	10,0	54,0
Ацетоин	0,6	0,1	0,6	0,4	0,8	0,8	0,1	1,5
Фурфурол	0,3	2,1	2,9	2,6	1,4	5,4	1,6	7,7
2 фенилэтанол	43,8	68,4	23,0	50,0	35,9	65,5	38,4	0,9
Всего	865,6	1053,2	999,1	987,8	679,8	727,3	709,3	883,3

Таблица 3 – Содержание ароматобразующих компонентов в виноматериалах из сорта винограда Каберне-Совиньон в процессе контакта с дрожжевой биомассой через 2 месяца после батонажа, мг/дм³

Ароматобразующие компоненты	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Этилформиат	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
Метилацетат	3,3	2,6	1,0	0,2	2,2	2,1	3,2	2,0
Этилацетат	123,2	49,1	29,4	28,3	34,2	29,9	50,5	77,6
Изобутилацетат	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Этилбутират	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1
Изоамилацетат	0,6	0,6	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1
Этиллактат	1,9	1,8	1,0	0,9	1,1	1,1	1,3	1,0
Этилкаприлат	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2
Этилкапринат	1,6	0,5	1,0	0,2	0,4	0,4	0,1	0,3
Этиллаурат	1,9	0,4	0,1	-	1,1	0,8	0,8	1,3
Итого сложных эфиров:	133,6	55,9	33,2	30,5	39,6	34,9	56,3	82,7
2-пропанол	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
пропанол	20,8	21,8	19,2	28,7	16,8	26,6	51,6	36,6
1-бутанол	1,3	1,3	1,1	1,8	1,0	1,4	1,0	1,3
Изобутанол	52,9	46,8	48,9	37,2	48,5	32,5	39,2	82,2
Изоамилметил- 2 бутанол	79,8	107,9	54,0	72,1	51,3	88,8	86,4	90,6
Изоамилметил- 3 бутанол	298,6	339,2	280,0	364,8	280,9	324,4	285,3	319,3
1-амилол	0,1	-	0,1	-	-	-	-	0,1
1-гексанол	1,6	1,7	1,0	1,6	0,9	1,4	8,3	8,4
Итого высших спиртов:	455,4	519,1	404,5	506,7	399,7	475,3	472,0	538,7
Изомасляная	0,1	0,1	0,1	0,7	1,6	0,9	0,8	0,1
Изовалериановая	0,5	5,2	4,5	0,1	0,3	0,2	0,5	0,2
Пропионовая	0,1	-	-	1,7	-	0,1	-	0,2
Капроновая	0,1	0,2	0,1	1,2	0,2	0,1	0,4	0,1
Итого кислот:	0,8	5,5	4,7	3,7	2,1	1,3	1,9	0,6
Ацетальдегид	45,6	47,2	38,2	35,4	66,9	38,4	19,3	15,6
Метилацеталь	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
Метанол	314,2	227,7	95,8	91,1	83,2	91,3	54,7	61,5
Этилацеталь	0,1	-	0,1	0,1	0,9	0,1	0,2	0,1
Диацетил	21,1	13,7	22,6	9,8	9,8	10,4	9,1	27,9
Ацетоин	1,2	0,6	0,7	1,0	0,5	0,6	0,7	0,5
Фурфурол	7,1	3,2	3,0	2,5	2,0	2,1	2,3	2,1
2 фенилэтанол	57,3	70,0	42,8	47,3	38,2	56,0	47,3	38,0
Всего	1049,7	956,9	658,6	741,6	655,3	724,2	676,9	782,3

Таблица 4 – Содержание ароматобразующих компонентов в виноматериалах из сорта винограда Каберне-Совиньон в процессе контакта с дрожжевой биомассой через 3 месяца после батонажа, мг/дм³

Ароматобразующие компоненты	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Этилформиат	8,4	1,8	1,7	2,3	2,2	0,1	1,3	0,3
Метилацетат	-	14,9	-	8,3	2,1	0,5	-	0,3
Этилацетат	145,8	66,3	38,6	34,5	52,3	42,2	45,8	65,5
Изобутилацетат	1,3	-	-	-	1,1	0,1	0,2	43,4
Этилбутират	2,7	3,3	-	1,6	1,1	0,5	0,1	0,4
Изоамилацетат	-	-	-	0,6	-	0,5	0,2	-
Этиллактат	17,0	4,4	4,4	2,8	7,1	1,9	2,6	2,4
Этилкаприлат	-	1,6	-	1,6	-	0,3	0,4	0,3
Этилкапринат	1,6	1,2	0,3	1,6	-	0,1	0,6	0,2
Этиллаурат	1,0	-	1,5	-	1,2	0,1	1,0	0,9
Итого сложных эфиров:	177,8	93,5	46,2	53,5	66,9	46,4	52,1	113,6
2-пропанол	0,6	1,6	-	1,1	-	0,4	0,1	0,1
пропанол	14,4	14,9	11,8	20,0	10,4	27,4	42,3	-
1-бутанол	1,3	1,1	-	1,3	1,1	1,5	0,2	0,8
Изобутанол	31,7	31,8	35,7	21,1	34,8	30,6	26,2	59,5
Изоамилметил- 2 бутанол	59,3	64,9	29,8	53,9	44,3	95,3	62,3	68,1
Изоамилметил- 3 бутанол	250,6	306,3	277,3	292,9	234,2	347,7	268,1	315,5
1-гексанол	-	7,9	10,1	5,8	12,6	11,2	18,2	15,8
Итого высших спиртов:	357,9	428,4	364,7	396,4	337,5	514,1	420,2	459,8
Изомасляная	0,9	2,7	2,1	0,1	1,0	0,7	0,2	0,1
Изовалериановая	8,6	4,3	1,6	4,9	2,0	0,5	0,4	0,4
Пропионовая	2,1	-	-	0,6	-	0,1	1,6	-
Капроновая	1,5	1,1	3,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Итого кислот:	13,1	8,1	6,9	5,6	3,1	1,4	2,3	0,6
Ацетальдегид	55,8	70,8	35,0	35,5	29,3	31,8	38,5	20,3
Метилацеталь	2,3	0,4	1,1	-	-	0,1	0,2	0,1
Метанол	256,3	190,4	89,6	78,9	82,2	91,2	53,8	61,1
Этилацеталь	5,4	0,7	-	0,9	3,2	0,1	0,1	0,1
Диацетил	23,5	6,7	35,0	3,3	36,2	23,6	-	11,9
Ацетоин	7,5	5,7	0,8	6,1	3,5	0,4	0,2	0,2
Фурфурол	84,6	41,5	29,3	23,2	19,2	6,6	4,3	4,3
2 фенилэтанол	59,6	89,9	48,9	69,1	51,3	52,4	52,1	50,0
2,3 бутиленгликоль	203,3	127,7	139,2	90,2	188,4	-	-	-
Ионон	2,0	-	2,5	1,6	-	0,1	0,1	0,1
Всего	920,5	881,1	591,3	639	570,3	737,3	619	705,4

Таблица 5 – Итоговая таблица по изменению концентрации различных групп ароматобразующих компонентов в процессе батонажа

Аромато-образующие компоненты	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Продолжительность батонажа 1 месяц								
Сложные эфиры	38,9	33,4	54,4	42,5	46,9	31,1	71,1	108,3
Высшие спирты	424,4	632,7	535,7	628,2	424,5	449,7	472,1	590,5
Альдегиды	17,3	14,0	14,4	14,3	45,1	45,0	30,5	31,3
Ароматические кислоты	2,2	3,3	0,6	1,4	4,0	2,2	5,0	1,1
Всего:	865,6	1053,2	999,1	987,8	679,8	727,3	709,3	883,3
Продолжительность батонажа 2 месяца								
Сложные эфиры	133,6	55,9	33,2	30,5	39,6	34,9	56,3	82,7
Высшие спирты	455,4	519,1	404,5	506,7	399,7	475,3	472,0	538,7
Альдегиды	45,6	47,2	38,2	35,4	66,9	38,4	19,3	15,6
Ароматические кислоты	0,8	5,5	4,7	3,7	2,1	1,3	1,9	0,6
Всего:	1049,7	956,9	658,6	741,6	655,3	724,2	676,9	782,3
Продолжительность батонажа 3 месяца								
Сложные эфиры	177,8	93,5	46,2	53,5	66,9	46,4	52,1	113,6
Высшие спирты	357,9	428,4	364,7	396,4	337,5	514,1	420,2	459,8
Альдегиды	55,8	70,8	35,0	35,5	29,3	31,8	38,5	20,3
Ароматические кислоты	13,1	8,1	6,9	5,6	3,1	1,4	2,3	0,6
Всего:	920,5	881,1	591,3	639	570,3	737,3	619	705,4

Анализ полученных данных свидетельствует об изменении практически всех ароматобразующих компонентов в процессе контакта с дрожжевой биомассой. В вариантах 1, 2 и 6 через 2 месяца батонажа концентрация эфиров увеличилась, в других вариантах – уменьшилась. На 3-м месяце контакта виноматериала с дрожжевой биомассой отмечено заметное увеличение содержания эфиров, особенно в вариантах 1, 2 и 8, преимущественно за счет этилацетата, этиллактата, этилкаприната, этилбутирата. Это может быть вызвано активацией процесса этерификации под действием ферментных систем винных дрожжей. Указанные компоненты эфиров способствуют формированию в виноматериале различных фруктовых оттенков, в том числе сухофруктов, айвы, манго, цитрусов.

Следует отметить, что возрастание количества сложных эфиров выявлено в вариантах, не подвергавшихся термической обработке. Применение расы дрожжей Бастардо способствовало большему накоплению эфиров, чем в случае использования расы Оеноферм Руж.

Альдегиды виноматериалов представлены ацетальдегидом. В процессе батонажа его количество возрастало в большинстве вариантов, что связано с наличием окислительно-восстановительных процессов. Снижение его концентрации отмечено в вариантах батонажа на расе дрожжей Бостардо.

Среди вторичных продуктов спиртового брожения следует выделить высшие спирты, оказывающие влияние не только на аромат, но и на сложение различных вкусовых от-

тенков. На концентрацию высших спиртов влияют многочисленные факторы, характеризующие условия брожения, в том числе температура, pH среды, раса дрожжей, продолжительность брожения. В нашем конкретном случае для исключения влияния указанных факторов условия брожения и последующего батонажа во всех вариантах опыта были идентичны. Различия заключались только в получении исходного сусла.

Анализируя динамику изменения суммы высших спиртов, можно отметить снижение этого показателя с увеличением продолжительности выдержки виноматериала на дрожжевом осадке. Это может быть вызвано рядом причин: реакцией этерификации, перэтерификации, гидролиза, декарбоксилирования, окислением и пр.

Концентрация ароматических кислот снижается на втором месяце батонажа, но через три месяца контакта с дрожжевой биомассой их количество возрастает и становится даже выше, чем на первом месяце выдержки. Это связано с активацией лизиса и переходом компонентов из дрожжевой клетки в среду.

Сравнивая отдельные ароматобразующие компоненты, можно отметить увеличение количества фенилэтанола, появление на третьем месяце ионона, участвующих в формировании тонов фиалки, ежевики, экзотических фруктов.

Неоднозначна роль диацетила. С одной стороны, он способствует образованию сливочных тонов, с другой стороны, увеличение его количества связывают с окислительными процессами [6, 7, 8]. Наибольшее количество диацетила выявлено через 1 месяц батонажа; на втором и, особенно, третьем месяце контакта виноматериала с дрожжевой биомассой отмечено снижение его концентрации и даже исчезновение его в ряде вариантов.

Анализ данных показал снижение общей концентрации ароматобразующих компонентов, но это снижение было не столь существенным, чтобы утверждать об ухудшении аромата виноматериалов. Оно свидетельствует об общей тенденции изменения концентрации указанных компонентов при продолжительном контакте виноматериалов с дрожжевой биомассой.

Выводы. На основании представленных экспериментальных данных можно считать, что оптимальная продолжительность батонажа должна быть не более 2-х месяцев. Увеличение продолжительности контакта виноматериала с дрожжевой биомассой приводит к снижению качества вина, появлению посторонних тонов в аромате.

Литература

1. Sur lie & bâtonnage (lees contact and stirring). www.brsquared.org. (дата обращения 15.02.2017)
2. Alexandre H., Benatier M.G. Yeast autolysis in sparkling wine // Australian Jour. of Grape and Wine Research. 2006. N 12. P. 119-127.
3. Биохимические процессы, протекающие при батонаже в производстве белых столовых вин: монография / У.А. Лисовец, Н.М. Агеева. – Германия: LAP LAMBERT Academic Publ., 2016. – 80 с.
4. Gafner Jurg. Weinausbau auf der Hefe: Sur Lie-Weinausbau / Dtsch. Weinmag. N 3. – 1997. – с.12-15
5. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. д-ра техн. наук В.Г. Гержиковой. – Симферополь: Таврида, 2002. – 258 с.
6. Гержикова, В.Г. О критериях ОВ-процессов в белых столовых виноматериалах / В.Г. Гержикова, О.Б. Ткаченко, Д.Ю. Погорелов [и др.] // Виноградарство и виноделие. Сб. науч. тр. ВНИИВиВ «Магарач». Том. 38. – Ялта, ВНИИВиВ «Магарач», 2008. – С. 90-93.
7. Todd, B.E. Promotion of autolysis through the interaction of killer and sensitive yeasts: potential application in sparkling wine production / B.E. Todd, G.H. Fleet, P.A. Henschke // American Journal of Enology and Viticulture. - 2000. - № 51(1). - P. 65 – 72.
8. Danilewich J. Interaction of Sulfur Dioxide, Polyphenols, and Oxygen in a Wine-model System: Central Role of Iron and Copper. - Am. J. Enol. Vitic. - 2007. - 58. - № 1. - P.53-60.