

УДК 663.263

**ВЛИЯНИЕ
ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ
НА БИОПОЛИМЕРЫ ВИНА**

Агеева Наталья Михайловна
д-р техн. наук, профессор
главный научный сотрудник
НЦ «Виноделие»

Аванесьянц Рафаил Варганович,
д-р техн. наук,
старший научный сотрудник
НЦ «Виноделие»

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

Поиск рационального пути обеспечения длительной коллоидной стабильности вин является одной из актуальных задач современного виноделия. Ключевую роль в формировании коллоидных помутнений играет комплекс биополимеров. Для обеспечения гарантированной устойчивости вин против коллоидных помутнений необходимо разрушение этих комплексов до низкомолекулярных веществ, не способных вызвать помутнение. Для этого винодельческие предприятия применяют ферментные препараты, импортируемые из стран Европы, однако рекомендации по их применению далеко не всегда соответствуют специфике российского винограда и вина. Цель работы – исследование новых ферментных препаратов для оценки их гидролитической способности по отношению к биополимерам виноградных вин. В статье показано влияние ферментных препаратов нового поколения на состав и количество биополимеров в белых (Шардоне)

UDC 663.263

**INFLUENCE OF FERMENT
PREPARATIONS
OF NEW GENERATION
THE WINE BIOPOLIMER**

Ageyeva Natalia
Dr. Sci. Tech., Professor
Chief Research Associate
of SC "Wine-making"

Avanesyants Rafael
Dr. Sci. Tech.
Senior Research Associate
of SC "Wine-making"

*Federal State Budget
Scientific Institution
"North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making",
Krasnodar, Russia*

The search for a rational way to ensure of long-term colloid stability of wines is one of the urgent tasks of modern wine-making. A complex of biopolymers plays a key role in the formation of colloidal dimness. To ensure the guaranteed stability of the wines against colloidal dimness, it is necessary to destroy these complexes to low-molecular substances, which can not cause the turbidity. For this aim the wine-making enterprises use the enzyme preparations imported from European countries, but the recommendations for their use do not always correspond to the specifics of Russian grapes and wine. The aim of this work is to study the new enzyme preparations for evaluating their hydrolytic ability against biopolymers of grapes wines. The article shows the effect of new enzyme preparations on the composition and quantity of biopolymers in white (Shardone) and red (Cabernet-Sauvignon) table wines. In the experiments,

и красных (Каберне-Совиньон) столовых винах. В экспериментах использовали ферментные препараты, обладающие комплексной активностью. Показано, что препараты проявляли высокую гидролитическую активность по отношению к биополимерам сусле и вина. Исследования, проведенные на белом и красном столовом виноматериале, склонном к коллоидным помутнениям, подтвердили эффективность новых препаратов в сравнении с известными. Дозировка изучаемых препаратов была в 1,2-1,4 раза меньше, чем у известных аналогов. Получены новые сведения о глубоком гидролизе комплексов биополимеров вина, в том числе белково-полифенольно-полисахаридных, до низкомолекулярных соединений – аминокислот, углеводов и фенольных соединений. Установлено, что новые ферментные препараты гидролизуют коллоиды виноматериала по-разному, поэтому устойчивость вина против коллоидных помутнений неодинакова. Лучшие результаты получены при обработке сорта Шардоне ферментными препаратами серии УВАЗИМ, Каберне-Совиньон – Лалзайм ИЭКС-ВИ и Увазим Экстра.

Ключевые слова: ВИНО, ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ, ГИДРОЛИЗ, БИОПОЛИМЕРЫ, КОЛЛОИДНОЕ ПОМУТНЕНИЕ, СТАБИЛЬНОСТЬ ВИНА

the enzyme preparations with complex activity were used. It was shown the high hydrolytic activity of the preparations towards to biopolymers of wort and wine. The research carried out on white and red table wine materials, prone to colloidal dimness, confirmed the effectiveness of new preparations in comparison with the known ones. The dosage of the preparations studied was 1.2-1.4 times lower than that of the known analogues. New information has been obtained on the deep hydrolysis of complexes of wine biopolymers, including protein-polyphenol-polysugar complexes, to low-molecular compounds – amino acids, carbohydrates and phenolic compounds. It has been established that the new enzyme preparations hydrolyze the colloids of the wine-materials in different ways, so the resistance of the wine against colloidal dimness is not the same. The best results were obtained when processing the Chardonnay variety with enzymatic preparations of the UVAZIM series, and the processing the Cabernet-Sauvignon with Lalzaim IEX-VI and Uvazim Extra.

Key words: WINE, ENZYME PREPARATION, HYDROLYZE, BIOPOLYMERS, COLLOIDAL DIMNESS, STABILITY OF WINE

Введение. Поиск рационального пути обеспечения длительной коллоидной стабильности вин является одной из актуальных задач современного виноделия. Ключевую роль в формировании коллоидных помутнений играет комплекс биополимеров, состав которого, а также источники и причины образования, продолжительные годы являются предметом изучения рядом исследователей [1, 2, 3, 4]. Современные представления о биополимерах базируются на том, что взаимодействие между отдельными

высокомолекулярными соединениями происходит преимущественно в период алкогольного брожения и выдержке виноматериала на дрожжевом осадке [5, 6, 7]. При этом формирующиеся комплексы биополимеров могут иметь существенно различающуюся молекулярную массу – от нескольких десятков тысяч до сотен тысяч.

В зависимости от молекулярной массы биополимеры могут находиться в растворенном, гелеобразном состоянии и даже образовывать осадки [1, 2, 8]. В зависимости от этого трансформация или гидролиз биополимеров протекает по различным механизмам [3, 9, 10, 11]. Но, несмотря на это, главную роль в их разрушении играют ферментативные процессы. В виноградных винах присутствуют ферментные системы винных дрожжей – протеиназы, пектиназы, эстеразы, осуществляющие гидролиз различных соединений. Однако, как показали исследования предыдущего года, активности дрожжевых ферментных систем недостаточно для стабилизации вина против коллоидных помутнений [2, 12, 13].

Для обеспечения гарантированной устойчивости вин против коллоидных помутнений необходимо разрушение этих комплексов до низкомолекулярных веществ, не способных вызвать помутнение. Для этого винодельческие предприятия применяют ферментные препараты, импортируемые из стран Европы – Франции, Германии, Италии. Однако рекомендации по их применению, основанные на экспериментальных данных, полученных при обработке вин в этих странах, далеко не всегда соответствуют специфике российского винограда и вина. Поэтому необходима адаптация и тестирование импортных ферментных препаратов применительно к отечественному вину.

Цель работы – исследование новых ферментных препаратов для оценки их гидролитической способности относительно биополимеров виноградных вин.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали белые (Шардоне) и красные (Каберне-Совиньон) столовые виноматериалы. Для трансформации комплексов биополимеров применяли новые ферментные препараты производства Франции и Италии (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика ферментных препаратов нового поколения

Наименование препарата	Виды активности	Активность, усл. ед.
LALLZYME HC (Лалзайм Аш-Си)	Сбалансированная смесь полигалактуроназы, пектин-эстеразы и пектинлиазы.	3500 – полигалактуроназная 100 - пектинлиаза 800 - пектинэстераза
LALLZYME EX-V (ЛАЛЗАЙМ ИЭКС-ВИ)	Пектолитический фермент с выраженной вторичной активностью, воздействующей на клеточные мембраны и структуру клеток виноградных ягод	4000 – полигалактуроназная 1000 - пектинэстераза 120 - пектинлиаза
LALLZYME Cuvée Blanc (ЛАЛЗАЙМ Кюве Блан)	Пектолитический фермент, разрушающий мембрану кожицы винограда	2000 – полигалактуроназная 1800 - пектинэстераза 140 - пектинлиаза
АРОМА ЭНЗИМ	Пектолитический фермент, разрушающий мембрану кожицы винограда	Сбалансированная смесь полигалактуроназы и пектинэстеразы (3600)
КОЛОР ЭНЗИМ	Пектолитический фермент, разрушающий мембрану кожицы винограда	Сбалансированная смесь полигалактуроназы и пектинэстеразы
УВАЗИМ 1000 С (UVAZYM 1000 S)	Пектолитический ферментный препарат	Сбалансированная смесь полигалактуроназы и пектинэстеразы (3800)
УВАЗИМ 1000 СЛ (UVAZYM 1000 SL)	Высокоочищенный раствор пектолитического фермента	Сбалансированная смесь полигалактуроназы и пектинэстеразы (3800)
УВАЗИМ ЭКСТРА (UVAZYM EXTRA)	Пектолитический фермент с побочной активностью целлюлазы и гемицеллюлазы	Сбалансированная смесь полигалактуроназы и пектинэстеразы, гемицеллюлазы и целлюлазы (3600)

Для выделения комплекса биополимеров применяли модифицированный нами карбоксильный катионит марки КМ и КМ-2П (г. Санкт-Петербург). Состав компонентов биополимеров определяли: белковые вещества (Б) – по методу Шахтерле и Поллак, фенольные вещества (Ф) – колориметрически с применением реактива Фолина-Чокальтеу, полисахариды (П) – колориметрически с применением реактива Дише [8]. Молекулярную массу белка определяли методом гель-хроматографии с использованием сефадекса с последующим гель-электрофорезом в полиакриламидном геле (ПААГ) [10].

Обсуждение результатов. Установлено, что применение ряда ферментных препаратов при переработке винограда сорта Шардоне способствует снижению концентрации взвесей до таких значений, при которых нет необходимости в проведении осветления путем отстаивания с добавлением осветляющих реагентов (табл. 2).

К числу таких ферментных препаратов относятся Увазим Экстра, Увазим 1000СЛ, Увазим 1000С, при внесении которых сусло осветляется. Применение остальных ферментных препаратов также позволяет снизить количество взвесей, но в меньшей степени в сравнении с перечисленными ферментными препаратами.

Аналогичные результаты получены при переработке винограда Каберне-Совиньон: лучшее качество осветления обеспечило применение препаратов Увазим Экстра и Лалзайм ИЭКС-ВИ.

Отмечено, что использование ферментных препаратов позволило, хоть и незначительно, но увеличить массовую концентрацию сахаров, очевидно за счет ферментативного гидролиза полисахаридов или увеличения экстракции из кожицы винограда. Анализ экспериментальных данных, приведенных в табл. 2, свидетельствует о различной степени гидролиза высокомолекулярных соединений, в том числе биополимеров.

В процессе обработки виноматериала Шардоне отмечена наибольшая степень гидролиза:

- полисахаридов при использовании ферментного препарата Увазим Экстра;
- суммы коллоидов – Увазим 1000 СЛ;
- биополимеров – Увазим 1000 СЛ.

Отмечено увеличение количества фенольных веществ, особенно при внесении в мезгу препарата Увазим Экстра. Это связано с гидролизом высокомолекулярных комплексов, в состав которых входят полифенолы, и высвобождением последних.

Таблица 2 – Влияние ферментных препаратов на физико-химические показатели виноградного сула

Ферментный препарат	Взвеси, г/дм ³	Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	Массовая концентрация, мг/дм ³			
			фенольных веществ	полисахаридов	суммы коллоидов	био-полимеров
Шардоне						
Лалзайм Кюве Блан	9,4	19,0	158	730	2170	42,4
Лалзайм НС	7,6	19,0	163	680	1850	40,0
Лалзайм ЕХ-V	8,0	18,8	186	680	1820	40,7
Арома Энзим	9,9	18,9	168	730	1660	43,2
Увазим 1000 С	6,8	19,1	184	760	1710	33,2
Увазим 1000 СЛ	6,0	19,0	176	750	1450	25,8
Увазим Экстра	5,8	19,1	192	670	1510	27,6
Контроль (без ферментов)	16,4	18,7	166	850	2470	56,9
Каберне-Совиньон						
Лалзайм ИЭКС-ВИ	16,3	21,2	3320	860	1700	33,7
Арома Энзим	25,6	22,6	2760	840	1730	36,2
Колор энзим	28,4	22,4	3210	860	1880	40,4
Увазим Экстра	14,6	23,2	3160	760	1650	34,8
Контроль (без ферментов)	26,3	21,4	2540	810	2860	66,7

При обработке красного виноматериала наибольший прирост фенольных соединений определен в варианте, произведенном с применением ферментного препарата Лалзайм ИЭКС-ВИ.

Показано, что только при внесении препарата Увазим Экстра в виноматериал отмечено снижение количества полисахаридов, а наибольший гидролиз суммы коллоидов и биополимеров выявлен при использовании в технологии изготовления вин препарата Лалзайм ИЭКС-ВИ.

На основании полученных данных можно рекомендовать производству следующие препараты:

- для экстракции фенольных соединений – Лалзайм ИЭКС-ВИ:
- для глубокого гидролиза высокомолекулярных соединений, в том числе биополимеров, в технологии белых столовых вин – Увазим 1000 СЛ; в технологии красных столовых вин – Лалзайм ИЭКС-ВИ.

Для подтверждения эффективности ферментных препаратов нового поколения был проведен сравнительный эксперимент, сущность которого заключалась в следующем: один и тот же виноматериал обрабатывали оптимальными дозировками различных ферментных препаратов; после ферментативной обработки для осветления и стабилизации виноматериалов применяли желатин (в эксперименте 5 %-ный раствор) и бентонит (10 %-я суспензия).

В качестве контрольных вариантов были выбраны ферментные препараты фирмы Ербсле Гайзенхайм (Германия) – тренолин опти для Шардоне и тренолин руж для Каберне-Совиньон. Эти препараты обладают высокой комплексной активностью (но преимущественно пектиназной) и широко применяются промышленностью. Кроме того, контрольным был вариант, обработанный только вспомогательными материалами без ферментных препаратов.

Исследования, проведенные на белом и красном столовом винома-териале, склонном к коллоидным помутнениям, подтвердили эффектив-ность новых препаратов в сравнении с известными препаратами серии тренолин (табл. 3). Дозировка перечисленных препаратов была в 1,2-1,4 раза меньше, чем у известных аналогов. Снизились также дозировки дру-гих вспомогательных материалов – бентонита и желатина – и потери вина с клеевыми осадками.

Таблица 3 – Сравнительный анализ эффективности применения ферментных препаратов

Ферментный препарат	Дозировка, мг/дм ³	Выход сула, дал/т	Дозировка		Объем, дал, с 1000 дал	
			желатина, мг/дм ³	бентони-та, г/дм ³	вино-материала	гущи
Шардоне						
Лалзайм Кюве Блан	20 мг/1кг винограда	56,0	35	1,5	842	158
Лалзайм НС	7,5 мг/дм ³	57,5	35	2,0	846	154
Лалзайм ЕХ-V	20 мг/1кг	58,0	30	2,0	854	146
Арома Энзим	15 мг/дм ³ /1кг	56,8	35	3,0	838	162
Увазим 1000 С	15 мг/ 1 дм ³	57,4	25	1,5	862	138
Увазим 1000СЛ	25 мг/ 1 дм ³	60,3	25	1,5	865	135
Увазим Экстра	0,03 мл/1 кг	59,2	20	1,5	864	136
Тренолин опти	2,0г/100 дм ³	56,7	30	2,5	859	131
Контроль (без ферментов)	-	54,4	70	4,5	820	180
Каберне-Совиньон						
Лалзайм ИЭКС-ВИ	30 мг/1кг	56,6	30	2,0	850	150
Арома Энзим	25 мг/дм ³ /1кг	55,4	40	3,5	826	174
Колор энзим	25 мг/дм ³ /1кг	56,2	40	3,5	820	180
Увазим Экстра	0,05 мл/1 кг	57,8	30	3,0	844	156
Тренолин руж	10г/100 дм ³	57,0	30	3,5	824	176
Контроль (без ферментов)	-	54,2	80	5,0	788	212

Получены новые сведения о глубоком гидролизе комплексов биополимеров вина, в том числе белково-полифенольно-полисахаридных, до низкомолекулярных соединений – аминокислот, углеводов и фенольных соединений. В табл. 4 приведены материалы исследований, свидетельствующие о том, что при использовании новых ферментных препаратов происходит изменение в составе комплексов биополимеров.

Таблица 4 – Изменение комплекса биополимеров в белых и красных столовых виноматериалах при использовании новых ферментных препаратов

Ферментный препарат	Продолжительность стабильности, мес.	Соотношение Б:Ф:П в комплексе биополимеров	Массовая концентрация биополимеров в виноматериале, мг/дм ³			
			сумма	белки	фенолы	полисахариды
Шардоне						
Лалзайм Кюве Блан	5	2:1:2	42,4	16,4	9,6	16,4
Лалзайм НС	6	1,5:1:2	40,0	14,8	9,8	15,4
Лалзайм ЕХ-V	6	1,5:1:2	40,7	14,6	10,0	15,4
Арома Энзим	4	2:1,8:2,4	43,2	16,8	12,0	14,2
Увазим 1000 С	Более 12	1:1:1	33,2	12,2	10,0	11,0
Увазим 1000СЛ	Более 12	0,7:1:1,1	25,8	6,4	8,6	10,8
Увазим Экстра	Более 12	0,8:1,1,2	27,6	7,2	8,0	12,4
Тренолин опти	8	1:0,8:1,5	30,3	12,6	7,4	10,3
Контроль (без ферментов)	3	3:1,2:4	56,9	18,4	14,8	23,7
Каберне-Совиньон						
Лалзайм ИЭКС-ВИ	Более 12	1:1,8:1,4	43,7	10,8	17,2	15,7
Арома Энзим	5	1:2:1,6	46,2	12,5	18,8	14,9
Колор энзим	5	1:2,5:2,1	40,4	10,6	16,3	14,1
Увазим Экстра	Более 12	1:2:2,6	37,8	7,6	14,5	16,7
Тренолин руж	9	1:2:2,3	37,0	8,5	15,0	13,5
Контроль (без ферментов)	3	1:3:3,7	66,7	16,2	28,6	21,9

Анализ приведенных в табл. 4 экспериментальных данных свидетельствует о том, что применение новых ферментных препаратов приводит к изменению количества биополимеров как в виноматериале, так и к изменению соотношения белок : фенольные соединения : полисахариды в комплексе биополимеров.

В комплексе биополимеров виноматериала Шардоне преобладают полисахариды, в связи с чем его обработка без применения ферментных препаратов затруднена. Ферментативная обработка позволяет снизить количество полисахаридов в комплексе биополимеров в два раза. Однако в самих комплексах по-прежнему преобладают полисахариды, но их доля значительно снижена. Установлено, что новые ферментные препараты гидролизуют коллоиды виноматериала по-разному, в связи с чем устойчивость вина против коллоидных помутнений неодинакова. Лучшие результаты получены при использовании ферментных препаратов серии УВАЗИМ.

Красный столовый виноматериал Каберне-Совиньон имел более высокую концентрацию биополимеров за счет фенольных соединений, однако в комплексе биополимеров по-прежнему преобладали полисахариды. При обработке красного виноматериала отмечено наибольшее снижение концентрации фенольных соединений (в 1,6-2 раза). Однако после обработки виноматериала в зависимости от примененного ферментного препарата соотношение компонентов в комплексе биополимеров изменилось: при использовании Лалзайм ИЭКС-ВИ, Арома Энзим, Колор Энзим в комплексе преобладали полифенолы; при обработке остальными ферментными препаратами – полисахариды.

Наиболее устойчивыми к коллоидным помутнениям были образцы виноматериала Каберне-Совиньон, обработанные ферментными препаратами Лалзайм ИЭКС-ВИ и Увазим Экстра, – более 12 месяцев. Хорошие результаты получены при использовании контрольного ферментного пре-

парата Тренолин руж. Однако на 9-м месяце хранения в виноматериале появился легкий налет полисахаридной природы.

Выводы. Таким образом, полученные нами результаты позволяют рекомендовать для обработки белых столовых виноматериалов ферментные препараты серии УВАЗИМ; для производства и стабилизации красных столовых виноматериалов – ферментные препараты Лалзайм ИЭКС-ВИ и Увазим Экстра.

Ферментные препараты нового поколения обеспечивают эффективный гидролиз комплекса биополимеров вина и способствуют профилактике коллоидных помутнений виноградных вин.

Литература

1. Агеева, Н.М. Стабилизация виноградных вин. Теоретические аспекты и практические рекомендации: монография / Н.М. Агеева. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2007. – 251 с.
2. Чурсина, О.А Характеристика комплексов биополимеров вин различных типов / О.А. Чурсина // Виноградарство и виноделие: сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». – Ялта – 2009. – Т. XXXIX. – С. 67–70.
3. Датунашвили, Е.Н. Деградация биополимеров под действием ферментных систем дрожжей / Е.Н. Датунашвили, В.Г. Гержилова, В.А. Бойко, Е.Г. Сониная // Биотехнологические основы совершенствования производства и переработки винограда. – 1991. – С. 6-16.
4. Гержилова, В.Г. Влияние белковых веществ вина на склонность к необратимым коллоидным помутнениям / В.Г. Гержилова, Н.М. Рудышина, О.А. Чурсина, О.Б. Моренко // Виноделие и виноградарство. – 1996. – № 1. – С. 56-61.
5. Агеева, Н.М. Секреция белка при брожении и выдержке виноматериала на дрожжевом осадке / Н.М. Агеева, М.Г. Марковский // Известия ВУЗов. Пищ. технология. – 2015. – № 2-3, с. 17-21.
6. Wijffels R.H., Buitelaar R.M., Bucke C., Tramper J. (Eds.) (1996) Progress in Biotechnology 11. Immobilized cells: basics and applications.// Elsevier Science B.V., 840 p.
7. Валуйко, Г.Г. Стабилизация виноградных вин. Изд. 3-е допол. / Г.Г. Валуйко, В.И. Зинченко, Н.А. Мехузла. – Симферополь: Таврида, 2002. – 208 с.
8. Абдуллаева, БА. Активность экзоферментов при сбраживании виноградного суслу /Б.А. Абдуллаева, С.Т. Туйчиева, С.Х. Абдуразакова, З.Ш. Сапаева // Виноделие и виноградарство. – 2003. – № 3. – С. 22-23.
9. Canal-Liaubères R.-M. New Developments in Industrial Enzymes for Wine Treatment// материалы предоставлены компанией Novo Nordisk Ferment Ltd. №А-06280, 1998, pp.147-157.
10. Методы теххимического контроля в виноделии / под ред. д-ра техн. наук Гержиловой В.Г. – Симферополь: Таврида, 2002. – 258 с

11. Moreno-Arribas M. V., Polo M. C. Wine chemistry and biochemistry. Shringier. New York. - 2009. 728p.

12. Taragano V., Sanchez V.E., Piloso A.M.R. Combined effect of water activity depression and glucose addition on pectinases and protease production by *Aspergillus niger*. *Biotechnology Letters*, March 1997, Volume 19, Issue 3, pp 233–236.

13. Xiu-Juan Wang, Ji-Gang Bai, Yun-Xiang Liang. Optimization of multienzyme production by two mixed strains in solid-state fermentation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, December 2006, Volume 73, Issue 3, pp 533–540.

References

1. Ageeva, N.M. Stabilizacija vinogradnyh vin. Teoreticheskie aspekty i prakticheskie rekomendacii: monografija / N.M. Ageeva. – Krasnodar: Prosveshhenie-Jug, 2007. – 251 s.

2. Chursina, O.A. Harakteristika kompleksov biopolimerov vin razlichnyh tipov / O.A. Chursina // *Vinogradarstvo i vinodelie: sb. nauch. tr. NIViV «Magarach»*. – Jalta – 2009. – T. XXXIX. – S. 67–70.

3. Datunashvili, E.N. Degradacija biopolimerov pod dejstviem fermentnyh sistem drozhzhej / E.N. Datunashvili, V.G. Gerzhikova, V.A. Bojko, E.G. Sonina // *Bio-technologicheskie osnovy sovershenstvovanija proizvodstva i pererabotki vinograda*. – 1991. – S. 6-16.

4. Gerzhikova, V.G. Vlijanie belkovyh veshhestv vina na sklonnost' k neobratimym kolloidnym pomutnenijam / V.G. Gerzhikova, N.M. Rudyshina, O.A. Chursina, O.B. Morenko // *Vinodelie i vinogradarstvo*. – 1996. – № 1. – S. 56-61.

5. Ageeva, N.M. Sekrecija belka pri brozhenii i vyderzhke vinomateriala na drozhzhevom osadke / N.M. Ageeva, M.G. Markovskij // *Izvestija VUZov. Pishh. tehnologija*. – 2015. – № 2-3, s. 17-21.

6. Wijffels R.H., Buitelaar R.M., Bucke C., Tramper J. (Eds.) (1996) *Progress in Biotechnology 11. Immobilized cells: basics and applications*.// Elsevier Science B.V., 840 p.

7. Valujko, G.G. Stabilizacija vinogradnyh vin. Izd. 3-e dopol. / G.G. Valujko, V.I. Zinchenko, N.A. Mehuzla. – Simferopol': Tavrida, 2002. – 208 s.

8. Abdullaeva, BA. Aktivnost' jekzofermentov pri sbrazhivanii vinogradnogo susla /B.A. Abdullaeva, S.T. Tujchieva, S.H. Abdurazakova, Z.Sh. Sapaeva // *Vinodelie i vinogradarstvo*. – 2003. – № 3. – S. 22-23.

9. Canal-Liaubères R.-M. New Developments in Industrial Enzymes for Wine Treatment// materialy predostavleny kompaniej Novo Nordisk Ferment Ltd. №A-06280, 1998, pp.147-157.

10. Metody tehnohimicheskogo kontrolja v vinodelii / pod red. d-ra tehn. nauk Gerzhikovej V.G. – Simferopol': Tavrida, 2002. – 258 s

11. Moreno-Arribas M. V., Polo M. C. Wine chemistry and biochemistry. Shringier. New York. - 2009. 728p.

12. Taragano V., Sanchez V.E., Piloso A.M.R. Combined effect of water activity depression and glucose addition on pectinases and protease production by *Aspergillus niger*. *Biotechnology Letters*, March 1997, Volume 19, Issue 3, pp 233–236.

13. Xiu-Juan Wang, Ji-Gang Bai, Yun-Xiang Liang. Optimization of multienzyme production by two mixed strains in solid-state fermentation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, December 2006, Volume 73, Issue 3, pp 533–540.