

**ИНСТИТУТ САДОВОДСТВА, ВИНОГРАДАРСТВА И  
ВИНОДЕЛИЯ**

на правах рукописи

**АСПИТАРТ ОРМОЦАДЗЕ МЕДЕА**

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛЫХ  
СТОЛОВЫХ ВИН НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНОЙ АКТИВАЦИИ ДРОЖЖЕЙ**

05.18.07- Технология производства алкогольных  
и безалкогольных пищевых продуктов

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой  
степени кандидата технических наук

Тбилиси - 2006

Работа выполнена в институте садоводства, виноградарства и виноделия

**Научный руководитель: - МУДЖИРИ Л.,** доктор технических наук,  
профессор

## Официальные опоненты:

Защита диссертации состоится “----” “-----” 2006 г. в “-----” часов на заседании диссертационного совета ( Agг 06.08) при институте садоводства, виноградарства и виноделия по адресу : 380015, г.Тбилиси, пр. А.Геловани б.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке институте СВиВ.

Автореферат разослан “----” “-----” 2006г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
канд. биол.наук

**М. Патарая**

**Актуальность темы.** Борьба за качество и аутентичность грузинских вин должна быть возведена в ранг государственной программы. Грузинское виноделие вновь набирает силу и готовится перейти на европейскую систему классификации, специалисты задаются вопросом, выдержит ли старейшая винодельческая страна испытание современными стандартами качества?! Для интенсификации процессов производства, улучшения качества готового продукта одним из наиболее перспективных направлений является активация дрожжей и их ферментных систем. Сегодня, когда потребитель требует от нас продукции в которых нет посторонних добавок , особое внимание следует обратить на ферментные системы самого винограда и дрожжей, так как от них зависят технологические процессы производства вина.

Фазовые превращения сред, происходящие под действием концентрированных монохроматических излучений, например, лазерного могут стать физической основой многих технологических процессов. В этом ряду применения когерентного излучения уже стоит лазерная хирургия, коагуляция жидкостей, генетика, металлургия и другие промышленные отрасли.

Учитывая надежность, технологичность, экономическую эффективность и охрану окружающей среды нами была поставлена задача интенсифицирования технологического процесса получения столовых вин на основе лазерной активации дрожжей.

**Целью работы** являлось при температуре 16<sup>0</sup>с -18<sup>0</sup>с совершенствование технологии приготовления белых сухих столовых вин европейского и кахетинского типа вин на основе лазерной активации винных дрожжей.

**Научная новизна.** Впервые было изучено влияние лазерного излучения на биохимические, морфологические и физиологические показатели винных дрожжей : Ркацители-61 и Кахури-42.

Были установлены оптимальные условия лазерного излучения при алкогольном брожении для активации винных дрожжей.

Было изучено и установлено , что лазерное воздействие на клетки дрожжей с экспозицией 2-5 мВт/см<sup>2</sup> стимулирует процессы размножения клеток, активизируется спорогинеиз, процесс брожения протекает правно и без остановок.

Разработанны научно обоснованные технологические этапы получения белых сухих столовых европейского и кахетинского типа вин при лазерном излучение на винные дрожжи Ркацители-61 и Кахури-42 и регулирование режимов активации.

**Практическая ценность** работы заключается в том, что при относительно низких температурах брожения и при лазерной активации винных дрожжей Ркацители-61 и Кахури-42 усовершенствована аппаратурно-технологическая схема и технологическая инструкция приготовления высококачественных белых европейских и кахетинского типа вин

Разработанная технология прошла производственные испытания, в результате чего установлено что она соответствует всем условиям приведенным в технологической инструкции.

Использование лазерного излучения стимулирует процессы размножения дрожжевых клеток Ркацители-61 и Кахури-42 , до конца проводит процесс брожения, в результате чего данные вина получили высокую оценку и рекомендованны для внедрения.

Данные полученные в результате экспериментальных исследований могут быть обобщены и использованы для увеличения ассортимента высококачественных белых европейских и кахетинского типа вин. Экономический эффект от внедрения разработанной технологии по предварительным расчетам в среднем составляет 500 ларов на 1000 дал вина.

**Достоверность полученных результатов** подтверждена многочисленными анализами в трех и более повторностях , проведенными современными методами физико-

химического и микробиологического анализов и результатами математической обработки полученных данных. Полученные результаты закреплены актами и протоколами испытаний, дегустационных комиссии и другой научно-технической документацией.

**Апробация работы.** Отчеты а проведенных исследованиях ежегодно докладывались на заседаниях лаборатории технической биохимии и ученом совете НИИ СВиВ.

**Публикация.** По материалам диссертации опубликовано 3 научных работ.

**На защиту выносятся следующие основные положения :**

- обоснование эффективности лазерного воздействия на морфологические и биохимические показатели винных дрожжей: Ркацители-61 и Кахури-42.
- Оптимизация режимов лазерной активации винных дрожжей при алкогольном брожении.
- Совершенствование технологии и аппаратурно-технологической схемы приготовления белых европейских и кахетинского типа вин с лазерной активации дрожжей.
- влияние низких температурных режимов на качественные показатели белых столовых и кахетинского типа вин.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа изложена на 140 страницах машинописного текста, содержит 15 таблиц и 10 рисунков. Список литературы включает 156 наименований, в том числе 102 русских, 4 грузинских.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

### **Объекты и методы исследований**

Объектом исследований служил виноград сорта ркацители, распространенны в Кахетском районе, виноградное сусло полученное из этого сорта винограда и виноматериал для белых европейских и кахетинского типа вин.

Виноматериал для белых столовых вин получали европейским и кахетинским способами. Европейским способом виноматериал получали путем отделения гребней, дробление мезги, отделения сусла и его сульфитации, снятия с осадка и до полного сбразивания. Кахетинским способом виноматериал получали путем сбразивания мезги без отделения гребней и выжимок, настаиванием на твердых частях с последующим отделением жидкой фракции. Одна часть была использована для приготовления вин по классической технологии(контроль).

За алкогольным брожением велос каждодневное наблюдение.

В экспериментальных и контрольных образцах во время и после брожения были изучены:

сахаристость винограда и суслу определяли рефрактометрическим методом и методом Бертрана (ГОСТ 13192)

Титруемую кислотность определяли ацидометрическим методом.

Рн анализируемой жидкости определяли потенциометрическим методом.

Содержание фенольных веществ определяли методом Фолин-Чокальтеу.

Содержание белков-методом Лоури.

Полисахариды определяли экспресс-методом , разработанным ВНИИ ВиВ “Магарач”.

Содержание экстракта в виноматериалах определяли денситометрическим методом Института “Магарач”.

Альдегиды определяли по реакции с 2,4-дифенилгидразин.

Содержание общей и свободной сернистой кислоты определяли методом иодометрического титрования.

Аминный азот определяли методом формольного титрования.

В качестве исследуемых микроорганизмов использовали чистые культуры основных промышленных штаммов винных дрожжей, применяемые в винодельческой промышленности Грузии : Ркацители-61 и Кахури-42.

Культивирование дрожжей осуществляли на виноградном сусле и сусле-агаре при температуре 23-26 ° С. Морфологию дрожжевых колоний и клеток изучали до и после на микроскопе МБИ-15.

Цитологию дрожжей изучали путем окрашивания клеток на гликоген, волютин и жир.

Жизнедеятельность клеток наблюдали как при брожении виноградного суслу, так и на сусле агаре.

Интенсивность размножения и роста определяли путем подсчета дрожжевых клеток в камере Горяева.

Лазерное облучение осуществляли на приборе ЛГН-105. В гелий-неоновом лазере рабочим веществом (активной средой) является смесь гелия и неона, заключенная в стеклянную трубку специальной конструкции и возбуждаемая электрическим полем. Практически, это лазер, лишенный резонатора, то есть превращенный в квантовый усилитель. для исключения излучения в инфракрасном диапазоне подбирается специальный коэффициент отражения зеркал или торцевые окошки трубки изготавливаются из стекла, сильно поглощающего эти линии. Таким образом лазерное излучение обладает высокой степенью когерентности, монохроматичности, поляризации, малой расходимостью и большой спектральной плотностью мощности.

## **Исследование лазерного воздействия на морфологические, физиологические и биохимические показатели винных дрожжей**

Для опытов брали сусло, полученное из винограда сорта Ркацители, содержанием сахара 20%. Сусло помещали в 10 литровых балонах. В сусло вносили разводки чистых культур дрожжей *Saccharomyces*: Ркацители-61 и Кахури-42 в количестве 2%. Культуры дрожжей были получены в лаборатории микробиологии НИИ садоводства, виноградарства и виноделия.

Брожение виноградного сусла осуществляли при температуре 16-18<sup>0</sup>С. Как известно из литературы температура брожения оказывает значительное влияние на скорость сбраживания сахаров, на химический состав и качество получаемого вина. По Европейским стандартам и результатам внедрения различных методов при медленном брожении, проводимом при низкой температуре, вина отличаются свежим и чистым ароматом, гармоничным тонким вкусом. При высоких температурах, брожения протекает интенсивно и скорость выделения CO<sub>2</sub> высока, пузырьки углекислого газа, проходя через слой жидкости, насыщаются парами эфирных масел и выносят их в атмосферу, таким образом теряется большое количество ароматических веществ, а также часть накопившегося алкоголя, уменьшается выход этилового спирта. При повышенных температурах брожения отмершие дрожжевые клетки скорее подвергаются автолизу, вследствие чего виноматериал излишне обогащается азотистыми веществами, что увеличивает склонность вин к белковым помутнениям, увеличивается концентрация аммиака и альдегидов, образовавшихся в ходе окислительных процессов. Это приводит к возникновению тонов переокисленности и ухудшению органолептических показателей. Кислотность молодых виноматериалов напрямую связана с температурой брожения, чем меньше температура тем меньше кислотность вин и наоборот. Поскольку растворимость кислорода в жидких средах увеличивается при понижении температуры, рост дрожжей не лимитируется содержанием его в такой степени, как в случае развития при высокой температуре. При этом общая биомасса культуры при низкой температуре часто оказывается выше, чем биомасса при высокой температуре, хотя скорость роста в последнем случае может быть и больше. Исходя из вышесказанного, чтобы избежать приостановки брожения при относительно низких температурах на третий день бродящую дрожжевую суспензию подвергали лазерному воздействию при интенсивности облучения 1-10 мВт\см<sup>2</sup> в течении 1-10 минут. Заинтересованность этим вопросом также вызвано и климатическими условиями во время позднего сбора урожая, особенно в

западной Грузии, в это время там холодно. Некоторые дрожжи, в том числе и дикие теряют способность к размножению и жизнедеятельности и сусло остается недобродившим до весны, прекращение процесса брожения может быть опасно для технологического процесса, так как остаточные сахара обычно используют молочнокислые бактерии, которые вызывают молочнокислое брожение и образуют в вине молочную и уксусную кислоты. Кроме того, используя фруктозу, молочнокислые бактерии образуют шестиатомный спирт- маннит и уксусную кислоту, что придает вину неприятный кисло-сладкий вкус.

Эффективность лазерного облучения оценивали по бродильной активности дрожжей на основе образования этанола, выделению углекислоты и усвоению сахара, а также по степени автолиза культивируемой дрожжевой биомассы.

таблица 1

основные показатели сброженного виноградного сусла на чистой культуре дрожжей Ркацители-61

варианты облучения, мВт\см <sup>2</sup>	содержание этанола %, об.	сброженный сахар, г\л	сбраживание сахара %
контроль ( без облучения)	9,2	15,5	77,5
1,9	9,5	15,9	79,5
2,8	9,8	16,5	82,5
3,8	10,6	17,9	89,5
7,6	10,9	18,2	91,0
9,8	8,7	14,8	74,0

таблица 2

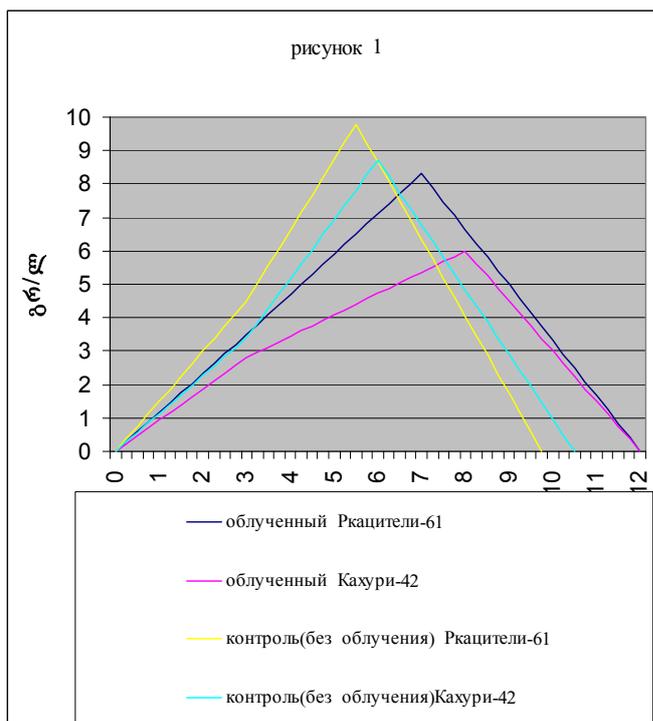
основные показатели сброженного виноградного сусла на чистой культуре дрожжей Кахури-42

варианты облучения, мВт\см <sup>2</sup>	содержание этанола %, об.	сброженный сахар, г\л	сбраживание сахара %
контроль ( без облучения)	8,5	14,5	72,5
1,9	9,0	15,1	75,5
2,8	9,4	15,8	79,0
3,8	10,1	17,0	85,0
7,6	10,6	17,8	89,0
9,8	8,1	13,8	69,0

Данные этих опытов показали, что лазерное воздействие на дрожжевую суспензию существенно влияет на процесс брожения. Это отражено в основном в глубоком сбраживании углеводов, что подтверждает данные таблицы 1 и 2. Следует отметить, что за 6 дней в облученных образцах обнаружилось почти до 90% сбраживание углеводов, тогда как в контрольном, т.е. без облучения, за этот период процент сбраживания составлял всего лишь 75-77%. Во всех опытных образцах выход этанола был значительно высокий, количество которого соответствовало сбраживаемому сахару. В зависимости от экспозиции бродильная активность дрожжей разная, что отражено в

основных показателях. Лучшие результаты получены при воздействии лазерной энергии при 2,8-3,8 мВт\см<sup>2</sup>. Дальнейшее повышение интенсивности облучения до 7,6 мВт\см<sup>2</sup> незначительно влияет на активность дрожжей, а при более высокой экспозиции до 9,8 мВт\см<sup>2</sup> показатели интенсивности спиртообразования и содержание сбраживаемых углеводов даже ниже, чем в контрольных образцах. Очевидно, это обусловлено некоторым угнетением и частичной инактивации дрожжевых клеток.

Результаты исследования энергии брожения показали, что во всех опытных образцах, подвергнутых лазерной активации, наблюдалось интенсивное выделение СО<sub>2</sub>. (рис.1).



Как видно из рисунка с момента лазерного воздействия линия выделения СО<sub>2</sub> меняет направление в левую сторону, образуя на графике угол.

Результаты эксперимента по автолизу облученных лазерными лучами дрожжей показали, что в среднем глубина автолиза в 2-2,5 раза выше по сравнению с контрольными образцами. Наиболее существенно это отражено в высоком содержании основных компонентолв конверсии дрожжей аминокислот в автолизатах. Это свидетельствует о том, что лазерное воздействие существенно активизирует протеолитическую и пептидазную систему дрожжей. Наиболее оптимальной дозой облучения для проведения автолиза является 2,8 мВт\см<sup>2</sup>. В этом случае содержание внутриклеточных соединений в автолизатах достигает почти максимума, дальнейшее увеличение интенсивности облучения до 7,6 мВт\см<sup>2</sup> незначительно увеличивает содержание основных компонентов, а более высокие дозы лазерного воздействия до 9,8 мВт\см<sup>2</sup> снижает степень автолиза. Это, как и во время изучения показателей брожения, объясняется тем, что высокие дозы лазерного воздействия вызывают значительную инактивацию дрожжей.

таблица 3

Результаты автолиза дрожжевой суспензии *saccharomyces vini* Ркацители-61 при разной экспозиции лазерного воздействия

показатели	в а р и а н т ы	
	контроль ( без облучения)	облучение, мВт\см <sup>2</sup>

		1,9	2,9	3,8	7,6	9,8
сухие вещества, %	2,5	5,12	6,3	6,45	6,35	4,2
Азот аминный, %	1,56	2,2	2,6	2,66	2,7	1,8
Пептиды, %	35,0	32,5	30,0	30,2	30,1	31,2
Глубина автолиза, %	20,3	32,5	65,0	65,6	56,7	50,1
Аминокислоты, %	11,6	17,8	24,0	24,9	25,8	16,2

таблица 4

Результаты автолиза дрожжевой суспензии *saccharomyces vini* Кахури-42 при разной экспозиции лазерного воздействия

показатели	в а р и а н т ы					
	контроль ( без облучения)	облучение, мВт\см <sup>2</sup>				
		1,9	2,9	3,8	7,6	9,8
сухие вещества, %	2,35	5,0	5,7	5,41	5,78	4,5
Азот аминный, %	1,47	2,17	2,39	2,48	2,5	1,8
Пептиды, %	34,8	33,3	31,1	31,0	31,2	32,2
Глубина автолиза, %	20,0	31,6	61,3	61,8	62,6	54,5
Аминокислоты, %	11,0	16,3	21,7	21,1	21,7	18,81

Результаты морфолого-физиологического исследований облученных дрожжей показали, что лазерное воздействие приводит к существенным изменениям дрожжевых клеток (рис. 2,3,4,5). Опытные расы дрожжей образовали на твердой среде колонии в основном с шероховатой поверхностью, с ровными, либо зубчатыми краями. Размер этих колоний колебались от крупных до карликовых с диаметром 1-2,2 см. Клетки с таких колоний имели округлую овальную и шарообразную формы. По цвету в основном палевые и белые. Типичные S -формы. Следует отметить, что отдельные клетки в 2-2,5 раза превышали контрольные образцы, т.е. необлученные формы дрожжей. Все опытные варианты дрожжевых клеток отличались большой разнообразностью и вариабельностью, что составляло для рас Ркацителли-61 и Кахури-42 на жидких средах 6-7 морфологических вариантов.

Отмечены также у дрожжевых клеток всех исследуемых рас цитологические изменения клеточных структур, заключающиеся в сильной вакуолизации цитоплазмы и повышении зернистости. Обнаружена способность спорообразования у дрожжей, подвергнутых лазерному облучению. С шероховатых колоний отмечались как ромбические, так и линейные аски, содержащие 2-6 число спор.

Исследования по размножению дрожжевых клеток показали, что у всех облученных лазерными лучами рас скорость размножения была в 1,7 раза выше, чем у необлученных.

Как известно физиологические свойства характеризуются типам питания, ростом и энергетическим метоболизмом. Для идентификации этих признаков мы изучили:

способность к сбраживанию сахаров до углекислого газа и этанола в анаэробных условиях(брожение), усвоение не содержащих азот источников углерода путем их окисления (ассимиляция), потребление различных источников азота и установление оптимальных для роста температур.

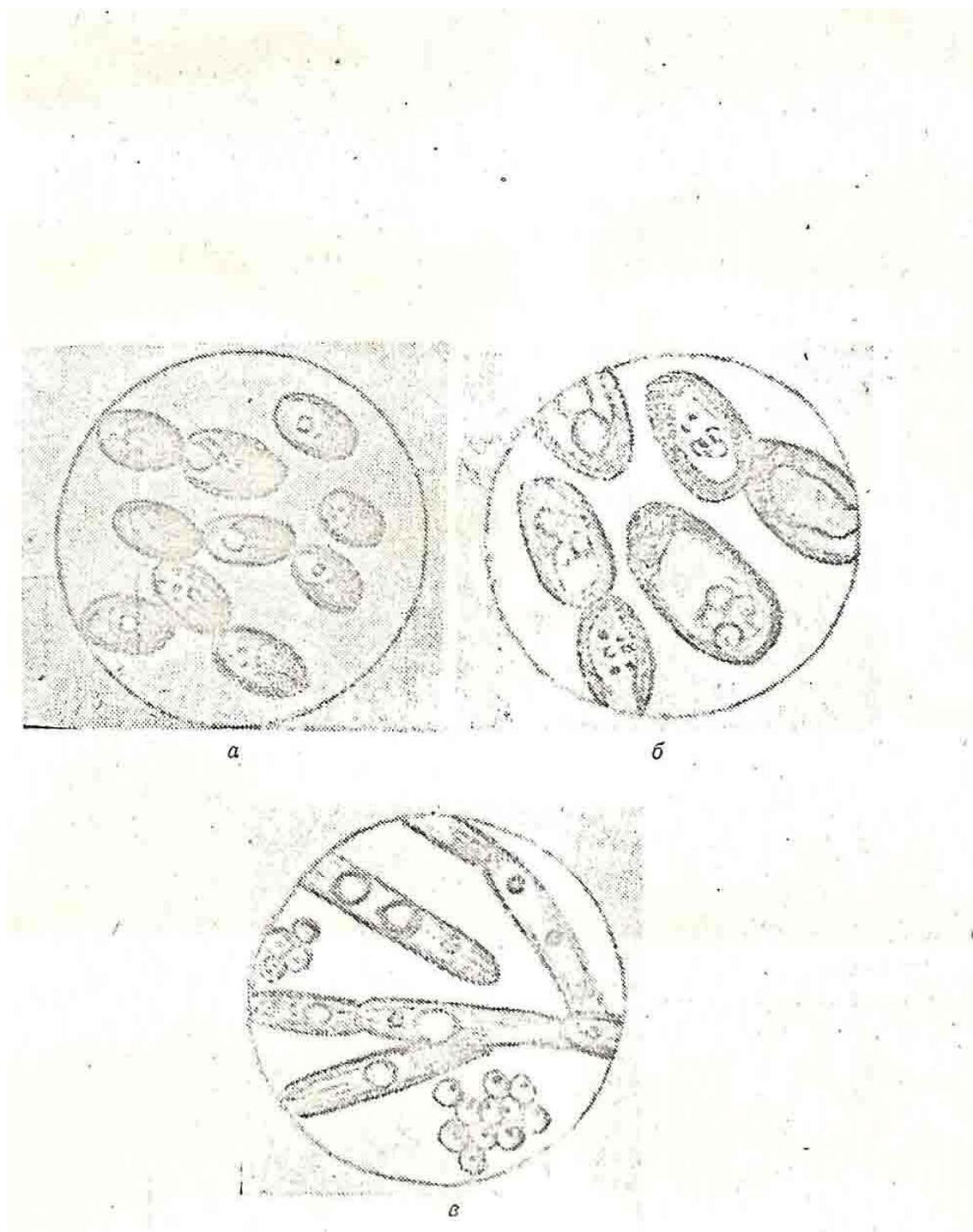


рис.2 клетки дрожжей *Sacharomyces vini* Ркацители-61

а- клетки без облучения      в- облученные клетки  
б- облученные клетки

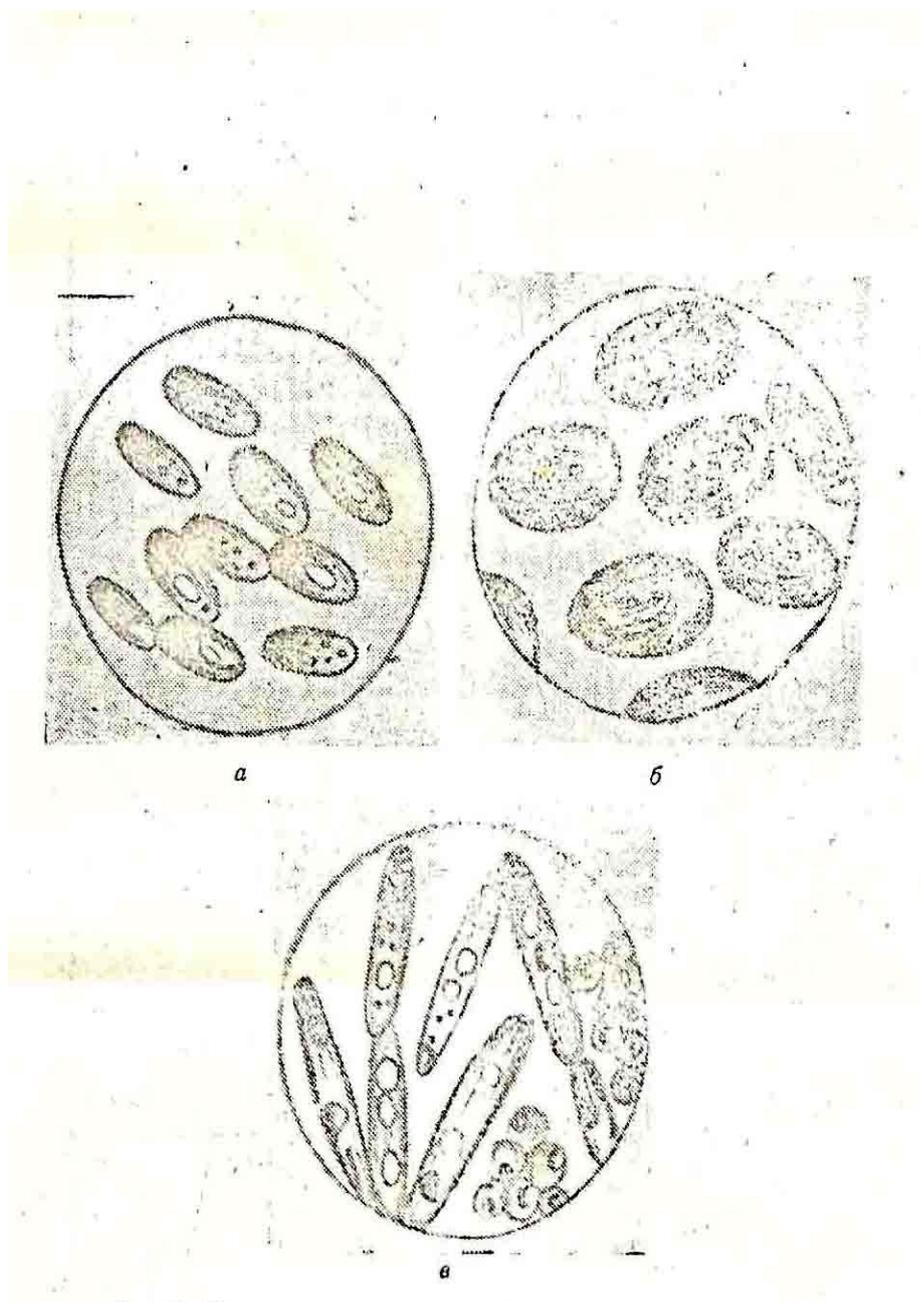


рис.3 клетки дрожжей *Sacharomyces vini* Кахури-42

а- клетки без облучения  
б- облученные клетки  
в- облученные клетки

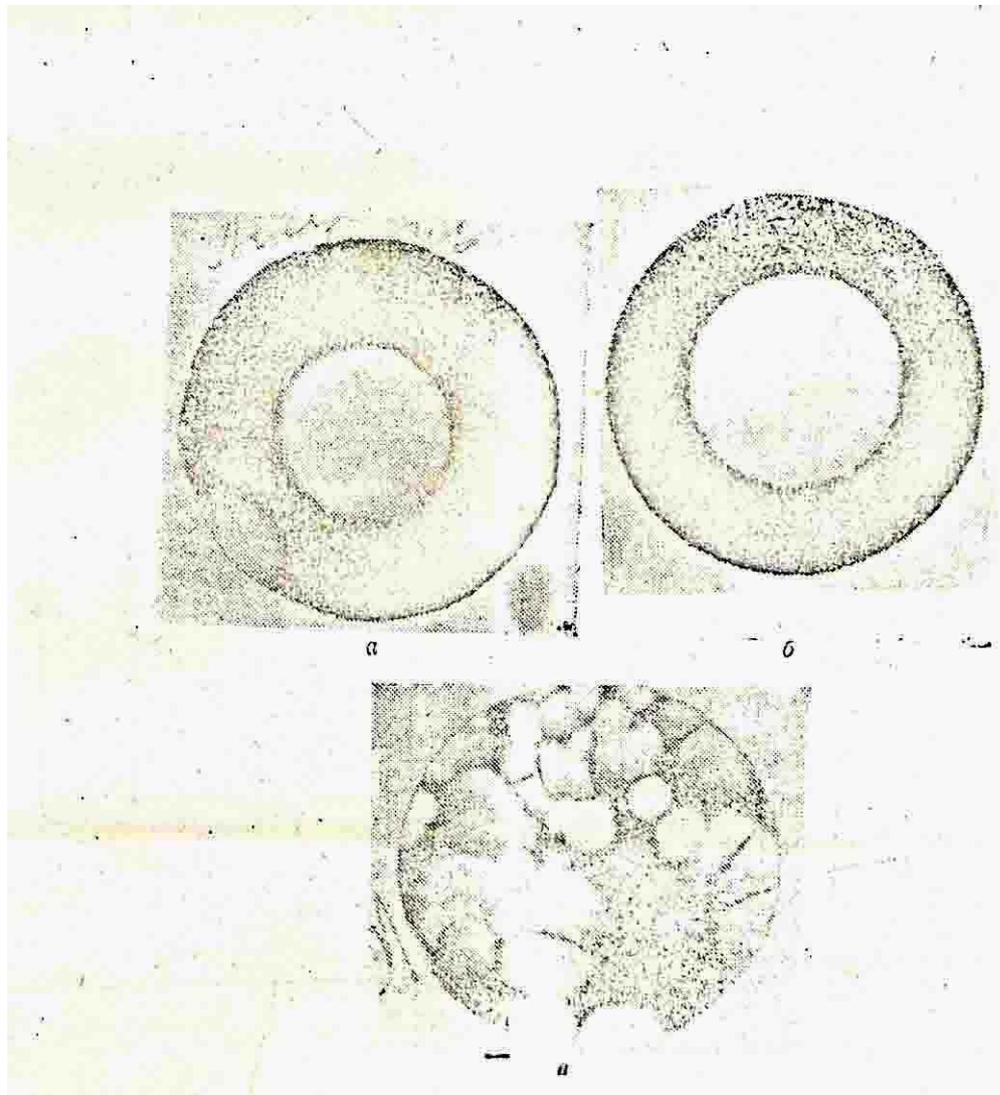


рис.4 колонии дрожжей *Sacharomyces vini* Ркацители-61

- а- клетки без облучения
- б- облученные клетки
- в- облученные клетки

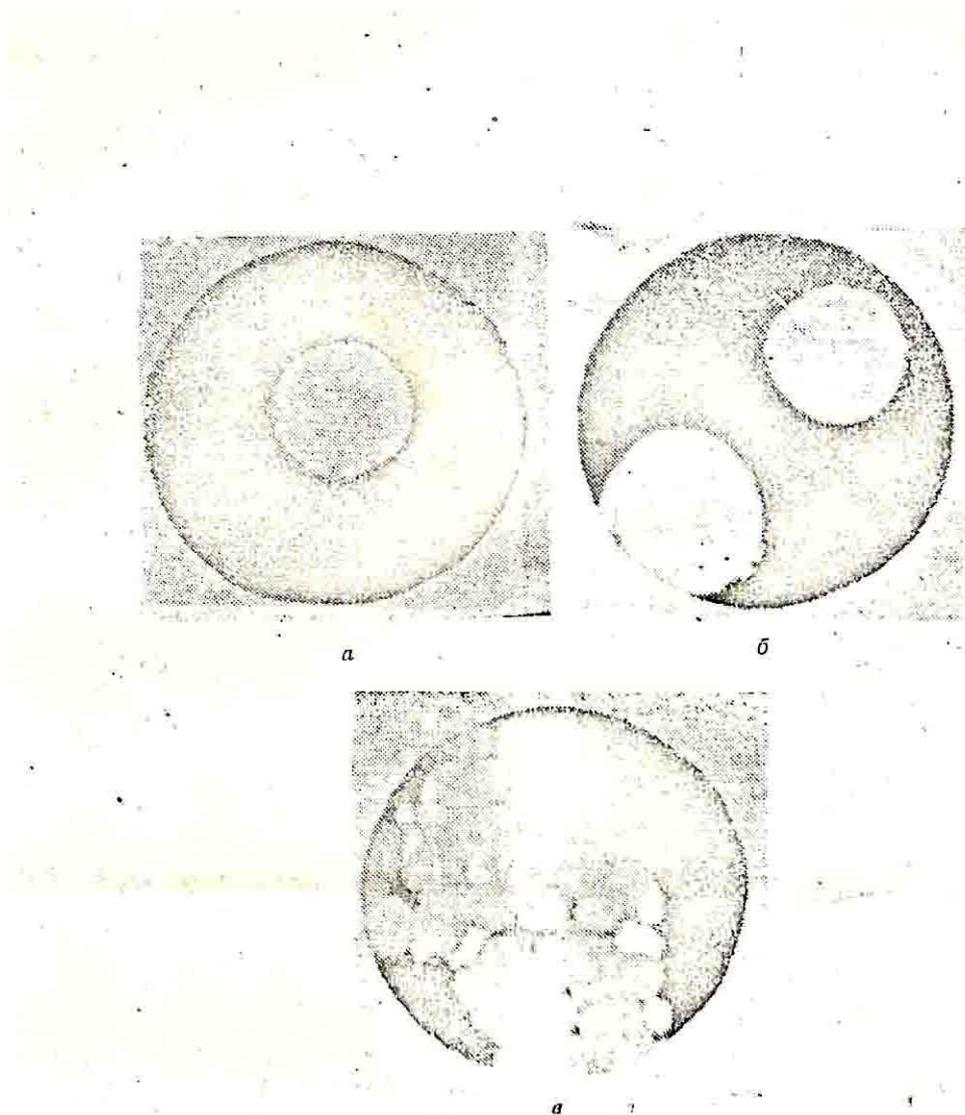


рис.5 колонии дрожжей *Sacharomyces vini* Кахури-42

а- клетки без облучения

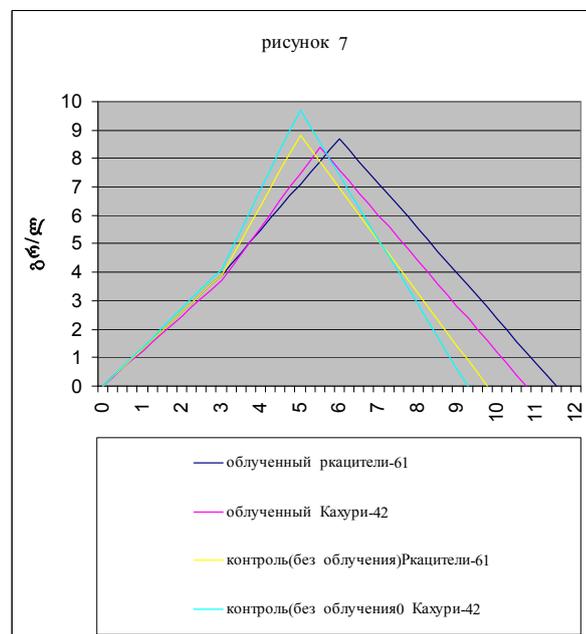
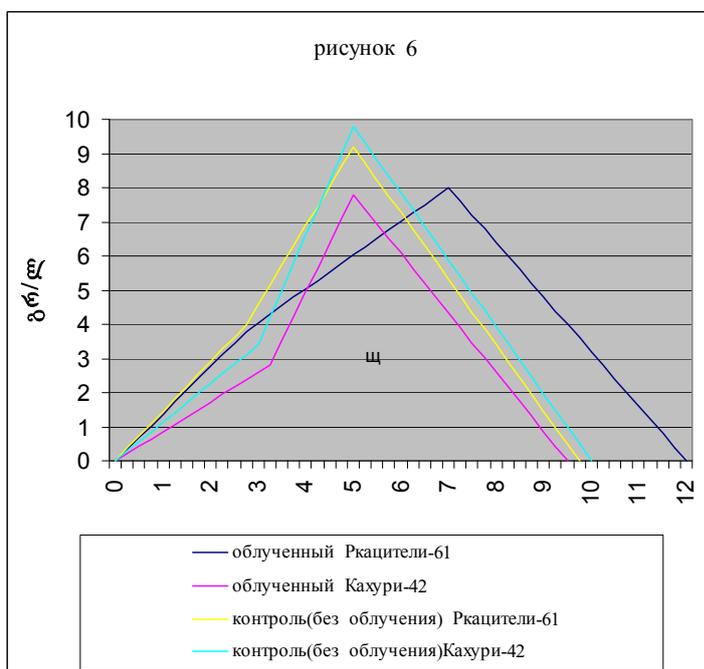
б- облученные клетки

в- облученные клетки

## Разработка оптимальных режимов лазерного воздействия на дрожжевую суспензию с целью оптимизации получения столовых виноматериалов

При пропускании лазерного луча через исследуемый объем жидкости происходит поглощения части излучения, связанное с наличием растворенных соединений. Каждое химическое вещество характеризуется линиями поглощения, соответствующий определенным значениям длины волны.

Операясь на данные, которые мы получили в результате выяснения эффективности лазерного воздействия на винные дрожжи, нами были проведены опыты с целью установления оптимального режима облучения для интенсификации процессов производства белых столовых виноматериалов.



Результаты этих опытов показали, что при лазерном облучении в бродящей среде наблюдается существенный сдвиг линий и максимальный пик выделения  $\text{CO}_2$  при определении энергии брожения по сравнению с контрольными образцами. Следует отметить, что в облученных образцах график выделения углекислоты представлен одним углом в момент максимального выделения углекислоты (для белых европейских-6 день, для кахетинских- 5 день). Во всех образцах после облучения наблюдается образование нового угла линий выделения  $\text{CO}_2$ . При повышении интенсивности от  $2 \text{ мВт/см}^2$  бродильная активность увеличивается, однако после экспозиции  $3 \text{ мВт/см}^2$  выделение  $\text{CO}_2$  является незначительным. Исходя из этого оптимальной дозой облучения в течении 5 мин является  $3 \text{ мВт/см}^2$ .

Для объективной оценки влияния лазерного воздействия на бродящее сусло были исследованы основные химические компоненты полученных виноматериалов. В частности, были определены : содержание этанола, титруемых и летучих кислот, белок, общий экстракт, фенольные соединения, общий азот, альдегиды и полисахариды. Результаты приведены в таблицах 5,6.

таблица 5

Основные показатели белых столовых виноматериалов полученных европейским способом при разном времени лазерного облучения с интенсивностью 3мВт/см<sup>2</sup>

основные показатели	контроль(без облучения)	облучение 2мвт/см <sup>2</sup>	облучение 3 мвт/см <sup>2</sup>	облучение 4мвт/см <sup>2</sup>	облучение 5мвт/см <sup>2</sup>
этанол%, об.	11,75	11,75	11,82	11,9	11,7
титруемая кислотность, г/дм <sup>3</sup>	5,4	5,6	5,8	5,9	5,9
летучая кислотность, г/дм <sup>3</sup>	0,6	0,57	0,54	0,54	0,57
белок, г/дм <sup>3</sup>	30	27	20	18	17
привиденный экстракт, г/дм <sup>3</sup>	18,5	19,0	19,5	19,8	19,7
фенольные соединения, г/дм <sup>3</sup>	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26
общий азот, г/дм <sup>3</sup>	217	216,5	216,4	216	218
альдегиды, мг/л	45	44,3	44,3	44,2	44,3

таблица 6

Основные показатели белых столовых виноматериалов полученных кахетинским способом при разном времени лазерного облучения с интенсивностью 3мВт/см<sup>2</sup>

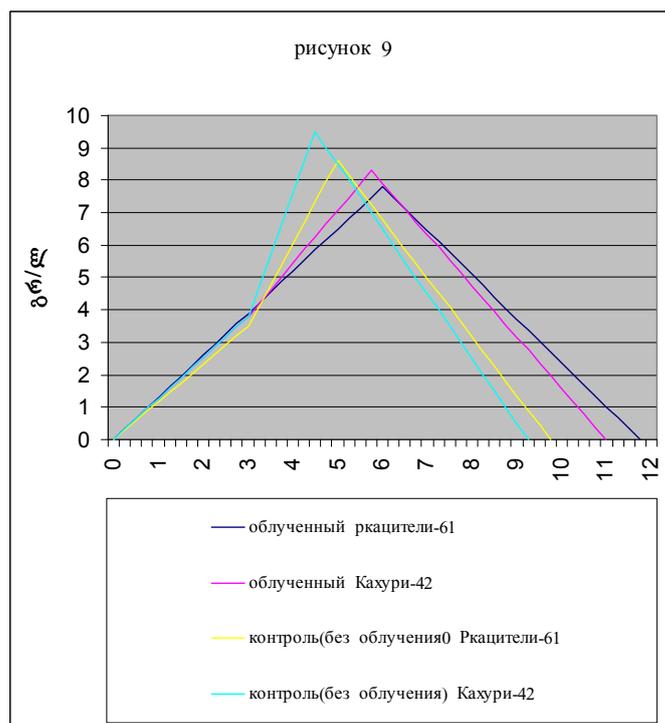
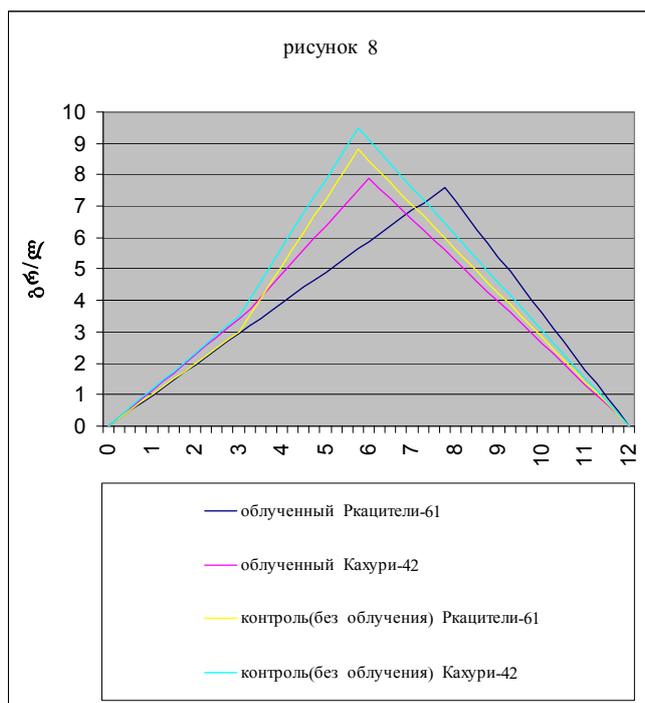
основные показатели	контроль(без облучения)	облучение 2мвт/см <sup>2</sup>	облучение 3 мвт/см <sup>2</sup>	облучение 4мвт/см <sup>2</sup>	облучение 5 мвт/см <sup>2</sup>
этанол%, об.	12,1	12,2	12,47	12,5	12,3
титруемая кислотность, г/дм <sup>3</sup>	5,5	5,8	5,9	5,8	5,9
летучая кислотность, г/дм <sup>3</sup>	0,54	0,51	0,53	0,49	0,50
белок, г/дм <sup>3</sup>	39	35	32	30	30
привиденный экстракт, г/дм <sup>3</sup>	23,9	24,1	29,25	24,5	24,15
фенольные соединения, г/дм <sup>3</sup>	0,98	0,96	0,97	0,99	0,97
общий азот, г/дм <sup>3</sup>	239	241	244	247	249
альдегиды, мг/л	144	130	122	110	117

Результаты опытов по определению основных компонентов выявило(таб.5,6), что при интенсивном лазерном воздействии повышается содержание этанола и общего экстракта. Наблюдалось значительное уменьшение летучей и титруемой кислотности. Существует мнение, что фенольные соединения под действием ионизирующих излучений подвергаются деструкции. Так, в результате лазерного воздействия от таннатов отщепляется галловая кислота и простейшие фенолы, а под действием у-излучении протекает конденсация полифенолов и деконденсация, в результате чего, образуются частицы с запасом энергии. Учитывая, что большинство фенольных соединений вина имеют отрицательный заряд поверхности, не исключено их взаимодействие с катионами калия и кальция. что касается биополимеров –белков и полисахародов, известно,что после облучения они притерпивают различные физико-химические превращения. Количества белка после облучение значительно снижается, это говорит о том, что при лазерной активации активизируются их ферментные системы, за счет чего с одной стороны происходит лизис клеток дрожжей, а с другой стороны происходит активация биокаталитических процессов, белки распадаются на составные аминокислоты. Как видно из таблицы прекрасным регулятором содержания азотистых веществ в виноматериалах является температура и лазерное облучение. Проводя брожение при температуре 16-18<sup>0</sup>С и лазерном воздействии можно получить виноматериал с минимальным содержанием азотистых веществ и прежде всего аминного азота. Повышение температуры брожения вызывает увеличение количество азотистых веществ, это увеличение происходит за счет низкомолекулярных соединений-пептидов и аминокислот и прежде всего аминного азота в результате отмирания и автолиза дрожжевых клеток.

Наиболее благоприятные результаты по химическому составу виноматериалов были получены при интенсивности облучения 3мВт\см<sup>2</sup>. При дальнейшем повышении экспозиции облучения положительный эффект был незначительным.

Далее были проведены исследования по установлению оптимального времени облучения винных дрожжей при иртенсивности лазерного воздействия 3 мВт\см<sup>2</sup> на 1 кг. бродящей суспензии. Для этого, основываясь на предварительных опытах образцы виноградного сусла облучали при указанной экспозиции в течении 2-10 мин.

Данные этих опытов показали, что кинетика энергии брожения зависит от времени облучения, юто наблюдается в прямопропорциональеом соотношении от 2 до 7 миню лазерного воздействия. После этого выделения СО<sub>2</sub> является незначительным.



Таким образом, анализируя данные по кинетика энергии брожения и накопления основных характеристик компонентов виноматериалов установлено, что оптимальным временем лазерного воздействия при интенсивности облучения  $3 \text{ мВт/см}^2$  является 7 мин. Эти данные были нами использованы при разработке совершенствований технологической схемы получения столовых виноматериалов при лазерной активации винных дрожжей.

### Математическая обработка результатов Исследований

С целью объективной оценки полученных результатов исследований, основные экспериментальные данные были обработаны методом математической статистики. Статистической обработке подвергались показатели, наиболее характеризующие полученные целевые продукты. Обработывались показатели степени автолиза и содержания этанола, также титруемая кислотность и для кахетинских вин содержание фенольных соединений.

Были вычислены дисперсия и стандартные отклонение среднего результата. По таблице Стьюдента-Фишера, при доверительной вероятности 0,95 определяли критерий Стьюдента, затем точность определения среднего результата, а в конце определяли относительную погрешность среднего результата.

Полученные значения средней относительной погрешности экспериментальных данных лазерного воздействия на дрожжевую суспензию составляет в среднем 2-5% , что лежит в пределах ошибки метода.

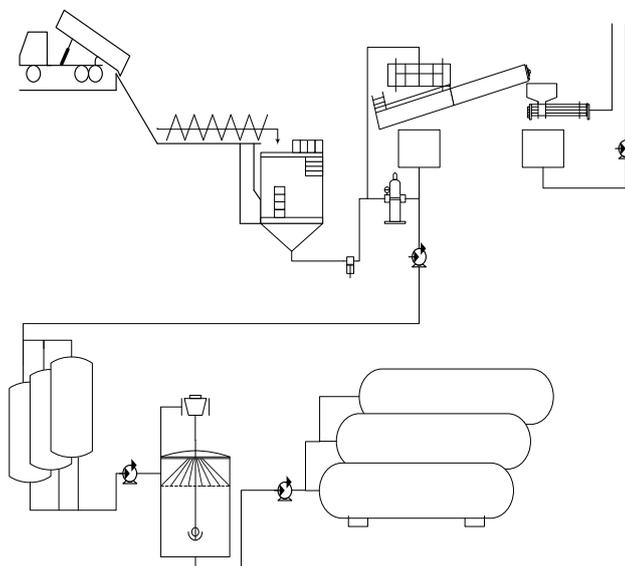
### **Аппаратурно-технологическая схема производства виноматериалов с использованием лазерной активации**

В перерабатываемом винограде Ркацители согласно с ГОСТ-у 2443 должно быть массовая концентрация сахара не менее 20 гр\100 см<sup>3</sup>. Виноград поступает в приемное отделение (1), где происходит взвешивание на весах общего назначения.

Для получения белых столовых виноматериалов европейского типа (рис. ) виноград контейнером (1) поступает в бункер-приемник(2), затем в дробилку-гребнеотделитель(3), где происходит дробление ягод и отделение гребней. Во время дробления надо постараться чтоб не происходило сильное измельчение кожицы и гребней. Вышедшие из дробилки гребни транспортером подаются на утилизацию. После отделения гребней мезга подается мезгонасосам (5) на стекатель(7). Сульфитация мезги происходит в процессе транспартировки путем сульфдозатора(6) из расчета применения SO<sub>2</sub> в среднем 100мг\л. Стекшая мезга направляется на прессование (8). Не происходит смешивание самотека с фракционированным суслом. Сусло-самотек насосом (4') направляют в резервуары (9), где осуществляется его осветление в течении 24 ч. Сульфитация сусла происходит в процессе транспартировки путем сульфдозатора(6) из расчета применения SO<sub>2</sub> в среднем 100мг\л. Осветленное сусло из отстойных резервуаров подается в бродильные реакторы с мешалками(11). В бродильных резервуарах осуществляется лазерное облучение бродящей среды ( на третий день брожения) установкой ЛГН-105(10), которая установлена над бродильными резервуарами. Равномерное распределение лазерных лучей осуществляется путем специального зеркального передатчика с увеличителем с расчетом 3 мВт\см<sup>2</sup> на кг. бродящей суспензии в течении 7 минут. Сухосброженные виноматериалы подаются в емкости (12) , где осуществляется отдых, осветление, купажирование и обработка в соответствии с действующими технологическими инструкциями.

Принцип Аппаратурно-технологической схемы приготовления столовых виноматериалов кахетинского типа с лазерной активации дрожжей заключается в том , что за основу берут действующую схему приготовления столовых виноматериалов кахетинского типа, либо классический метод в кувшинах, либо современный метод в

реакторах-термосбраживателях. В период бурного брожения бродящую среду облучают лазерными лучами с интенсивностью  $3\text{ мВт}\cdot\text{см}^{-2}$  в течении 7 мин. Принцип облучения аналогичный, как и в предложенной схеме приготовления бклых европейских виноматериалов.



## ВЫВОДЫ

1. Разработан технологический этап приготовления столовых белых европейских и кахетинского типа вин при низких температурных режимов на основе лазерной активации винных дрожжей.

2. Изучено влияние лазерного воздействия на морфологические, физиологические и биохимические показатели винных дрожжей: Ркацители-61 и Кахури-42. Показано, что лазерное воздействие на дрожжевые клетки с экспозицией  $2-5\text{ мВт}\cdot\text{см}^{-2}$  стимулирует процесс размножения клеток, активизирует спорогенез, брожение протекает без остановок с некоторым количеством образования продуктов биосинтеза жизнедеятельности дрожжей.

3. Разработаны оптимальные режимы лазерного воздействия на бродящую дрожжевую суспензию для получения столовых виноматериалов. Установлено, что активация винных дрожжей при  $2,8-3\text{ мВт}\cdot\text{см}^{-2}$  на  $1\text{ дм}^3$  бродящей среды в течении 5-7 минут повышает содержание экстрактивных и ароматных веществ, уменьшением летучей кислотности и белковых соединений, положительно влияющих на качество виноматериалов.

4. На основании наших наблюдений после лазерной стимуляции количество белка уменьшается. Происходит распад белка до аминокислот с выделением протеолитических ферментов, что способствует стабилизации вина от белковых помутнений.

5. Основные результаты экспериментальных данных обработаны методом математической статистики, на основании чего установлено, что средняя относительная погрешность для химического состава виноматериалов не превышает 2-5 %.

6. На основе проведенных исследований разработаны и испытаны в производстве аппаратурно-технологические схемы приготовления белых европейских и кахетинского типа виноматериалов с использованием способа лазерной активации дрожжей. Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанной технологии составляет в среднем 500 лар на 1000 дал виноматериала.

#### **Список работ, опубликованных по материалам Диссертации**

1. Ормоцадзе М.Л. Активация дрожжей путем лазерного воздействия. Georgian engineering news, 2003, №2, с.163-165.

2. Муджири Л.А., Ормоцадзе М.Л. Влияние лазерного воздействия на химический состав вина. Georgian engineering news, 2005, №3, с.202-203

3. Муджири Л.А., Ормоцадзе М.Л. Активация дрожжей и их ферментных систем. Известия аграрной науки, 2003, № с.