

СЕКРЕЦИЯ ФЕРМЕНТОВ ИЗ ДРОЖЖЕВОЙ КЛЕТКИ В ВИНМАТЕРИАЛ В ТЕХНОЛОГИИ БЕЛЫХ СТОЛОВЫХ ВИН

У.А. ЛИСОВЕЦ¹, Н.М. АГЕЕВА²

¹ Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: ulianapost@yandex.ru

² Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства,
350901, Российская Федерация, г. Краснодар, ул.им.40-летия Победы, д.39,
электронная почта: ageyeva@inbox.ru

Приведены экспериментальные данные об активности протеолитических и пектолитических ферментов (в частности протеиназ и пектиназ). Показано существенное различие в активности ферментов в винноматериале в зависимости от расы дрожжей и продолжительности контакта винноматериала с биомассой дрожжевых клеток. Представлены материалы исследований, свидетельствующие о гидролизе высокомолекулярных соединений винноматериала ферментами винных дрожжей – белка, аминного азота, полисахаридов и фенольных веществ.

Ключевые слова: расы винных дрожжей, ферменты винных дрожжей, биополимеры, автолиз.

Ферменты вина представлены отдельными ферментами виноградной ягоды и ферментными системами дрожжей, которые при автолизе дрожжевых клеток переходят в вино. Значение ферментов дрожжей состоит в разрушении коллоидной системы сусла, освобождении и переходе в сусло эфирных масел винограда и в проведении спиртового брожения с образованием продуктов, формирующих букет и вкус вина.

Особое значение в виноделии имеют протеолитические ферменты, а именно протеиназы, которые расщепляют белок до пептидов, и пектолитические ферменты, расщепляющие пектиновые вещества.

В качестве объектов исследований использовали виноградное сусло из белого сорта винограда Шардоне и приготовленные из него белые столовые винноматериалы. В экспериментах по исследованию влияния различных рас дрожжей на состав комплекса биополимеров вин использовали активные сухие дрожжи различных рас производства фирм Германии, Франции и Канады, а также отечественные расы дрожжей – Кахури 7, Шампанская 7-10С, Раса <http://ntk.kubstu.ru/file/1641>

7,Ркацители 6, Пино 14, Судак VI-5, выращенные на сусло-агаре.

Активные сухие дрожжи представлены следующими расами: Lalvin RA17 (*Saccharomyces cerevisiae bayanus*, Франция); Lalvin EC 1118 (*Saccharomyces cerevisiae(ex-bayanus)*, Франция); Uvaferm GHM (*Saccharomyces cerevisiae*, Германия); Lalvin Rhone 2056 (*Saccharomyces cerevisiae*, Франция); Lalvin QA23 (*Saccharomyces cerevisiae*, Канада). В качестве контроля использовали штамм ЮС 1002 (Франция), который находит широкое применение на винодельческих предприятиях Краснодарского края. Брожение проводили в одинаковых условиях, приближенных к производственным.

Активность протеиназ и пектиназ определяли по методике [1], используя в качестве субстратов альбумин и яблочный пектин соответственно.

Для выделения комплекса биополимеров применяли модифицированный нами карбоксильный катионит марки КМ и КМ-2П (г. Санкт-Петербург). Состав компонентов биополимеров определяли: белковые вещества – по методу Шахтерле и Поллак, аминный азот – по методике Серенсена (формольное титрование), полисахариды и фенольные вещества – колориметрически с применением реактива Дише и Фолина-Чокальтеу соответственно [2].

Установление секреции протеиназ и пектиназ из дрожжевой клетки в среду (виноматериал) при выдержке на дрожжевом осадке

Для оценки секреции протеиназ из дрожжевой клетки в виноматериал проводили его продолжительную выдержку на дрожжевом осадке в течение 6 месяцев. В этот период времени, согласно данным [3], наблюдается наибольшая активность литических процессов, сопровождающихся переходом содержимого дрожжевой клетки в среду. Определяли активность протеиназ в дрожжевой гуще, а не ее прирост в виноматериале. Это объясняется тем, что в виноматериале протеиназы активно участвуют в различных биохимических реакциях, в связи с чем их активность быстро меняется, что увеличивает погрешность опыта.

В процессе эксперимента были соблюдены следующие условия:

– герметичность емкости, в которой выдерживали виноматериал, для исключения протекания окислительных и других реакций, вызванных присутствием кислорода и активацией окислительно-восстановительных процессов;

– поддержание температуры вина на уровне 16-18 °С, при которых вероятность возникновения пороков вина минимальна [4];

– одинаковое освещение образцов виноматериала с целью обеспечения одинаковых условий ультрафиолетового солнечного воздействия, известного как ускоряющий фактор трансформации высокомолекулярных соединений, в том числе природных биополимеров.

Полученные результаты (табл. 1) свидетельствуют о том, что активность протеиназ в биомассе дрожжей изменяется по-разному.

Таблица 1 – Секретия протеиназ в процессе автолиза различных рас дрожжей

| Наименование расы дрожжей | Активность протеиназ, усл. ед, за время, месяцев | | | | | |
|---------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| Разводки чистых культур дрожжей | | | | | | |
| Кахури 7 | 218,6 | 232,4 | 206,8 | 188,2 | 144,8 | 118,5 |
| Шампанская 7–10С | 254,7 | 252,7 | 246,4 | 232,8 | 189,7 | 164,3 |
| Раса 7 | 218,5 | 234,7 | 252,1 | 267,6 | 244,0 | 210,2 |
| Ркацителли 6 | 212,7 | 222,7 | 244,2 | 211,4 | 188,6 | 178,1 |
| Пино 14 | 248,5 | 267,3 | 277,5 | 245,4 | 210,7 | 187,4 |
| Судак VI-5 | 272,0 | 312,8 | 318,6 | 288,5 | 166,8 | 244,5 |
| Активные сухие дрожжи | | | | | | |
| Lalvin RA17 | 232,7 | 246,2 | 277,6 | 255,4 | 272,3 | 232,8 |
| Lalvin EC 1118 | 256,4 | 288,6 | 290,6 | 290,2 | 216,4 | 208,6 |
| Uvaferm GHM | 223,3 | 234,6 | 246,3 | 254,8 | 256,6 | 244,5 |
| Lalvin Rhone | 238,4 | 262,8 | 254,3 | 255,0 | 238,2 | 209,2 |
| Lalvin QA23 | 226,4 | 229,4 | 234,8 | 256,8 | 249,2 | 236,7 |
| ЮС1002, контроль | 227,6 | 245,6 | 244,8 | 256,2 | 250,7 | 248,4 |

Можно выделить две расы дрожжей, в которых секретия протеиназы отличалась от других рас. Это Шампанская 7–10С, в биомассе которой активность сохранялась на близком уровне в течение 3-х месяцев, и ЮС 1002, в

которой активность фермента существенно не изменялась на протяжении всего периода наблюдения.

Для большинства исследованных рас была характерна следующая зависимость: активность протеиназы постепенно увеличивалась в течение 2-3-х месяцев контакта дрожжей с виноматериалом, после чего наблюдалось ее снижение до значений, зависящих от расы дрожжей. Таким образом, при автолизе дрожжей резко снижается активность ферментов, принимающих участие в гидролизе высокомолекулярных соединений и других важных биосинтетических процессах. Вместе с тем у дрожжевых клеток всех исследованных рас не отмечается полной инактивации протеиназы.

Механизм процесса можно объяснить следующим образом. При спиртовом брожении в процессе метаболизма клетки во внутриклеточном пространстве накапливаются различные соединения, в том числе ферменты. По мере сбраживания сахаров количество угнетенных и мертвых клеток увеличивается, благодаря чему начинаются процессы литического распада (автолиз). В современной науке под автолизом понимают процесс расщепления отдельных компонентов клетки под действием различных ферментов, освободившихся в результате распада клеточных мембран. Гибель дрожжевой клетки может происходить мгновенно, например при нагревании, и медленно при длительном контакте дрожжей с виноматериалом. В первом случае строение клетки после смерти не меняется, при постепенном отмирании происходят изменения, называемые некробиозом. Механизм старения и отмирания клеток по-прежнему является спорным и далеко не ясным [3]. Автолиз происходит особенно интенсивно в тех случаях, когда жизнь клетки прекращается, внутриклеточные ферменты сохраняются, а клеточная мембрана становится более проницаемой для них.

Пектиназы катализируют гидролиз пектиновых веществ посредством реакций деполимеризации и деэтерификации. Пектиназа – собирательное название группы ферментов, основными из которых являются три:

- пектинэстераза, катализирующая разрыв сложных эфирных связей в пектине;
- полигалактуроноза, катализирующая разрыв галактуронидных связей в пектине и других полигалактуронидах;
- пектинлиаза, катализирующая разрыв галактуронидных связей путем трансилиминирования.

Пектинэстераза (пектин-пектингидролаза) катализирует разрыв сложноэфирных связей в пектине. В результате образуются метиловый спирт и пектиновая, а затем пектовая кислота:



Полигалактуроноза (поли- α -1,4-галакту-ронид-глюканогидролаза) катализирует гидролиз галактуронидных связей в пектинах и других полигалактуронидах с присоединением к остаткам галактозы по месту разрыва связи молекулы воды.

Пектатлиаза (поли- α -1,4-галактуронид-гликанолиаза) катализирует разрыв галактуронидных связей путем транс-элиминирования. При этом происходит удаление активированного водорода от пятого углеродного атома и образование продукта с двойной связью в кольце между четвертым и пятым атомами углерода.

Полученные экспериментальные данные (табл. 2) свидетельствуют о том, что активность пектиназ в дрожжевой клетке значительно меньше, чем активность протеиназ. Возможно, это вызвано меньшей концентрацией субстрата – пектиновых веществ – в сравнении с высокомолекулярными азотистыми веществами. Кроме того, низкая активность пектиназ может быть генетической особенностью винных дрожжей-сахаромицетов в сравнении с грибами других видов и родов [5].

Результаты исследований показали, что высокая активность пектиназ в дрожжевой биомассе сохраняется в течение 2-х месяцев контакта с виноматериалом, после чего наблюдается ее значительное уменьшение.

Таблица 2 – Изменение активности пектиназ в дрожжевой биомассе в процессе выдержки виноматериала

| Наименование расы дрожжей | Активность пектиназ, усл. ед, за время, месяцев | | | | | |
|---------------------------------|---|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| Разводки чистых культур дрожжей | | | | | | |
| Кахури 7 | 34,8 | 34,0 | 35,6 | 32,4 | 27,8 | 21,0 |
| Шампанская 7–10С | 44,2 | 44,4 | 41,2 | 35,2 | 30,7 | 18,9 |
| Раса 7 | 42,4 | 40,8 | 33,7 | 27,4 | 20,2 | 17,6 |
| Ркацители 6 | 51,7 | 52,0 | 51,3 | 45,6 | 36,8 | 32,0 |
| Пино 14 | 47,8 | 46,2 | 42,8 | 38,3 | 29,6 | 26,3 |
| Судак VI-5 | 47,0 | 36,0 | 44,2 | 40,3 | 32,6 | 28,4 |
| Активные сухие дрожжи | | | | | | |
| Lalvin RA17 | 41,8 | 36,2 | 33,7 | 27,8 | 22,3 | 19,5 |
| Lalvin EC 1118 | 45,6 | 45,0 | 43,8 | 40,3 | 36,2 | 35,8 |
| Uvaferm GHM | 46,0 | 44,8 | 41,3 | 35,2 | 31,8 | 20,6 |
| Lalvin Rhone | 48,2 | 48,4 | 45,7 | 40,5 | 38,2 | 35,0 |
| Lalvin QA23 | 47,0 | 45,3 | 41,7 | 41,0 | 36,2 | 24,4 |
| IOC1002, контроль | 47,6 | 45,8 | 44,7 | 41,6 | 37,2 | 34,0 |

Однако в биомассе некоторых рас дрожжей – Ркацители 6, Lalvin EC 1118, Lalvin Rhone и IOC1002 – активность пектиназы имеет достаточно высокое значение даже через 6 месяцев выдержки виноматериала на дрожжевой биомассе. Это позволяет считать, что процесс гидролиза полисахаридов, в том числе пектиновых веществ, протекает продолжительный период времени. Такие дрожжи следует рекомендовать для производства вин, технологии которых предусматривают длительный контакт виноматериала с дрожжами, например, игристых вин.

Наибольшая активность пектиназ в начальный период лизиса клеток наблюдалась в биомассе дрожжей рас Ркацители 6, Пино 14, Судак VI-5, Lalvin Rhone, Lalvin QA23, IOC1002. Эти расы дрожжей могут быть использованы для снижения концентрации полисахаридов, в том числе пектиновых веществ, в технологии столовых виноматериалов.

Определение активности ферментов различных рас винных дрожжей

Активность протеиназ определяли в сброженном сусле – молодом виноматериале и в биомассе дрожжей.

Анализ экспериментальных материалов, представленных в табл.3, показал, что активность протеиназ в виноматериале и биомассе клеток варьирует в широких пределах. Это объясняется генетическими особенностями рас, их биосинтетическими функциями.

Таблица 3 – Активность протеиназ в зависимости от расы дрожжей

| Наименование расы дрожжей | Активность протеиназ, усл. ед | |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| | в виноматериале | в биомассе дрожжей |
| Разводки чистых культур дрожжей | | |
| Кахури 7 | 21,4 | 218,6 |
| Шампанская 7–10С | 18,8 | 254,7 |
| Раса 7 | 17,4 | 218,5 |
| Ркацителы 6 | 22,0 | 212,7 |
| Пино 14 | 18,6 | 248,5 |
| Судак VI-5 | 17,2 | 272,0 |
| Активные сухие дрожжи | | |
| Lalvin RA17 | 24,8 | 232,7 |
| Lalvin EC 1118 | 22,6 | 256,4 |
| Uvaferm GHM | 15,9 | 223,3 |
| Lalvin Rhone | 16,4 | 238,4 |
| Lalvin QA23 | 27,6 | 226,4 |
| ИОС 1002, контроль | 22,8 | 227,6 |

Наибольшая активность протеиназ в виноматериале выявлена при сбраживании сусли расами Lalvin QA23, Lalvin RA17, ИОС1002, Ркацителы 6, Кахури 7.

Наибольшая активность протеиназ в биомассе дрожжевых клеток была характерна для рас Судак VI-5, Lalvin EC 1118, Шампанская 7–10С, Пино 14.

Сравнительный анализ представленных материалов позволяет сделать следующие выводы:

– корреляция между активностью протеиназ в виноматериале и дрожжевой биомассе отсутствует, что свидетельствует о различной

биосинтетической функции исследуемых рас дрожжей;

– дрожжевые клетки обладают различной скоростью автолитических процессов, благодаря чему концентрация протеиназ в виноматериале существенно различается;

– биомасса клеток активных сухих дрожжей обладает большим запасом протеиназ в сравнении с разводками дрожжей отечественных рас.

Исследованиями, приведенными в пункте 1, показано, что дрожжи сохраняют высокую активность пектиназ в течение 2-х месяцев, но продолжают гидролитические процессы в течение всего периода наблюдения (6 месяцев). В связи с этим целью следующих экспериментов было установление величины активности пектиназы в виноматериале. Для этого были отобраны образцы виноматериала, находившиеся в контакте с виноматериалом 2 и 6 месяцев. Дополнительно определяли концентрацию суммы полисахаридов в опытных образцах виноматериалов, чтобы подтвердить или опровергнуть активность пектиназ.

Полученные результаты (табл. 4) показали, что секреция пектиназ из дрожжевой клетки в виноматериал зависит от продолжительности контакта виноматериала и дрожжей. В первые два месяца активность пектиназ в виноматериале имела достаточно высокие значения, особенно у рас Ркацители 6, Пино 14, Шампанская 7–10С.

При этом следует отметить, что в первые два месяца активность пектиназ в виноматериалах, приготовленных с использованием активных сухих дрожжей, была меньше, чем при использовании отечественных рас. Однако через 6 месяцев наблюдений величина активности выравнивалась и даже в виноматериалах, произведенных с применением Lalvin Rhone IOC 1002, Lalvin EC 1118 имела более высокие величины. Это позволяет считать, что секреция пектиназ активными сухими дрожжами протекала примерно равномерно в течение всего периода наблюдения.

Таблица 4 – Активность пектиназ в виноматериале в зависимости от расы дрожжей

| Наименование расы дрожжей | Активность пектиназ, усл.ед., за время выдержки, мес. | | Массовая концентрация суммы полисахаридов, мг/дм ³ , за время выдержки, мес. | |
|---------------------------------|---|-----|---|-----|
| | 2 | 6 | 2 | 6 |
| Разводки чистых культур дрожжей | | | | |
| Кахури 7 | 7,65 | 6,4 | 850 | 720 |
| Шампанская 7–10С | 11,4 | 7,7 | 740 | 650 |
| Раса 7 | 10,8 | 5,6 | 780 | 710 |
| Ркацителли 6 | 15,2 | 6,3 | 560 | 520 |
| Пино 14 | 12,8 | 6,3 | 660 | 600 |
| Судак VI-5 | 8,75 | 7,3 | 770 | 650 |
| Активные сухие дрожжи | | | | |
| Lalvin RA17 | 8,3 | 6,8 | 810 | 640 |
| Lalvin EC 1118 | 10,2 | 8,4 | 750 | 600 |
| Uvaferm GHM | 8,8 | 7,0 | 730 | 630 |
| Lalvin Rhone | 11,1 | 8,7 | 710 | 510 |
| Lalvin QA23 | 10,0 | 7,6 | 750 | 660 |
| ЮС1002, контроль | 10,3 | 8,2 | 740 | 600 |

Между тем, концентрация полисахаридов в целом была несколько меньше при использовании активных сухих дрожжей, особенно расы Lalvin Rhone.

Установление влияния ферментных систем винных дрожжей на концентрацию биополимеров в виноматериале

Гидролитические процессы, протекающие под действием протеиназ клеток винных дрожжей приводят к разрушению высокомолекулярных коллоидов виноматериала [6]. В связи с этим научный интерес представляют исследования, направленные на установление влияния расы дрожжей на состав высокомолекулярных соединений (ВМС) виноматериалов. Был проведен анализ концентрации ВМС виноматериалов через 2 месяца контакта виноматериала с биомассой дрожжей, когда активность протеиназ у большинства рас имела наибольшее значение.

Анализ полученных экспериментальных данных, представленных в табл. 5, показал, что высокая гидролитическая активность протеиназ различных рас

<http://ntk.kubstu.ru/file/1641>

дрожжей коррелирует, в первую очередь, с концентрациями белка и аминного азота [7].

Таблица 5 – Состав ВМС в белом сухом виноматериале, приготовленного с использованием различных рас дрожжей

| Дрожжи | Суммы коллоидов, г/дм ³ | Массовая концентрация | | |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| | | полисахаридов, мг/дм ³ | аминного азота, мг/дм ³ | белка, мг/дм ³ |
| Разводки чистых культур дрожжей | | | | |
| Кахури 7 | 980 | 520 | 126,2 | 24,6 |
| Шампанская 7–10С | 660 | 480 | 154,6 | 8,8 |
| Раса 7 | 860 | 460 | 152,0 | 8,4 |
| Ркацители 6 | 740 | 340 | 136,2 | 18,8 |
| Пино 14 | 620 | 420 | 168,5 | 6,2 |
| Судак VI-5 | 580 | 400 | 188,7 | 4,4 |
| Активные сухие дрожжи | | | | |
| Lalvin RA17 | 640 | 460 | 196,2 | 4,6 |
| LalvinEC 1118 | 560 | 380 | 196,6 | 3,6 |
| Uvaferm GH | 610 | 400 | 182,4 | 4,8 |
| Lalvin Rhone | 630 | 360 | 182,8 | 4,2 |
| Lalvin QA23 | 660 | 440 | 178,3 | 4,6 |
| ЮС1002, контроль | 540 | 400 | 189,6 | 3,4 |

Так, наибольший гидролиз белка наблюдался в вариантах виноматериалов, приготовленных с применением рас дрожжей Судак VI-5, Пино 14 и всех активных сухих дрожжей. При этом в вариантах с меньшей концентрацией белка и суммы коллоидов – биополимеров отмечено увеличение количества аминного азота аминокислот. Это позволяет считать, что при использовании перечисленных рас дрожжей необходимо проводить выдержку виноматериалов на дрожжевой биомассе не более 2-3 месяцев. С увеличением продолжительности контакта возможно обогащение виноматериалов биополимерами, так как активность протеиназ снижается.

Таким образом, при необходимости гидролиза ВМС виноматериалов целесообразно использование их выдержки в течение 2-3 месяцев на биомассе рас дрожжей Судак VI-5, Пино 14 и всех исследованных активных сухих дрожжей.

Анализ концентрации полисахаридов, представленный в табл. 5, показывает, что их концентрация в виноматериале варьируется в достаточно широком пределе – от 340 до 520 мг/дм³. Это говорит о том, что в виноматериалах присутствуют пектолитические ферменты – пектиназы, но их активность различается в зависимости от расы дрожжей.

Дальнейшие исследования были проведены с применением виноматериала из сорта винограда Совиньон, который получали по следующей схеме: дробление – гребнеотделение – прессование мезги с отделением сусла из расчета 60 дал с 1 т винограда – брожение сусла на исследуемых расах дрожжей – дображивание и выдержка виноматериала на дрожжевой биомассе 4,5 месяца с перемешиванием и однократной открытой переливкой – отделение виноматериала от дрожжей, после чего проводили анализ концентрации и состава комплекса биополимеров.

В качестве контроля использовали виноматериал из сорта винограда Совиньон, полученный по традиционной технологии, предусматривающей дробление – гребнеотделение – прессование мезги с отделением сусла из расчета 60 дал с 1 т винограда – осветление сусла с применением бентонита – брожение сусла с применением расы дрожжей Оеноферм – дображивание до остаточного сахара не более 4 г/дм³ – снятие с дрожжей – хранение до технологических обработок.

Полученные результаты (табл. 6) свидетельствуют о том, что устойчивость вина к коллоидным помутнениям определяется не столько концентрацией остаточного белка в виноматериале, сколько его количеством в комплексе биополимеров и суммарной концентрацией самих биополимеров.

Следует отметить, что концентрация фенольных соединений в комплексе биополимеров изменялась не так существенно, как количество белка и полисахаридов, за исключением виноматериала, произведенного с применением расы Судак VI-5, в котором количество фенольных соединений в комплексе биополимеров было наименьшим.

Таблица 6 – Влияние рас винных дрожжей на биополимеры белого столового виноградного вина

| Наименование виноматериала | Массовая концентрация биополимеров, мг/дм ³ | | | | Продолжи- тельность стабильно- сти вина, месяцев |
|--------------------------------------|---|-------|-----------------------|-------------------|--|
| | сумма | белок | феноль- ные вещ-ва | полисаха- риды | |
| Столовое белое Совиньон, контроль | 17,5 | < 1 | 4,2 | 6,7 | |
| Разводки чистых культур дрожжей | | | | | |
| Кахури 7 | 16,2 | 6,2 | 4,6 | 5,4 | 3 |
| Шампанская 7–10С | 12,5 | 4,7 | 4,0 | 3,8 | 6 |
| Раса 7 | 14,4 | 4,7 | 4,3 | 5,4 | 4 |
| Ркацители 6 | 12,1 | 5,8 | 3,0 | 3,3 | 4 |
| Пино 14 | 8,5 | 1,8 | 3,2 | 3,5 | 8 |
| Судак VI-5 | 7,8 | 1,3 | 2,7 | 3,8 | 8 |
| Активные сухие дрожжи | | | | | |
| Lalvin RA17 | 8,1 | 1,1 | 3,3 | 3,7 | 7 |
| Lalvin EC 1118 | 8,3 | 1,1 | 3,6 | 3,5 | 8 |
| Uvaferm GHM | 8,2 | 1,3 | 3,3 | 3,6 | 7 |
| Lalvin Rhone | 7,4 | 0,9 | 3,2 | 3,3 | 10 |
| Lalvin QA23 | 9,1 | 1,4 | 4,0 | 3,7 | 8 |
| ЮС1002, контроль | 8,1 | 0,9 | 3,7 | 3,5 | 10 |

Таким образом, на основании результатов анализа всех приведенных исследований установлены следующие закономерности:

– винные дрожжи, имеющие наибольшую активность ферментных систем – протеиназ и пектиназ – обеспечивают производство виноматериалов с меньшими концентрациями высокомолекулярных веществ;

– винные дрожжи, имеющие наибольшую активность ферментных систем – протеиназ и пектиназ – позволяют снизить количество биополимеров в виноматериале;

– чем выше активность ферментных систем – протеиназ и пектиназ – в винных дрожжах, тем больше их секреция в виноматериал и выше их активность в виноматериале;

– чем выше активность ферментных систем – протеиназ и пектиназ – в винных дрожжах и больше их секреция в виноматериал, тем продолжительнее устойчивость вина к коллоидным помутнениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакянц С. П. Ферменты вина: (Обзор) / С. П. Авакянц, И. Д. Белоусова // М.: ЦНТИИТЭИпищепром, 1992. – 64 с.
2. Гержилова, В.Г. Методы технохимического контроля в виноделии: Симферополь: Таврида, 2009. – 304 с.
3. Авакянц С. П. Игристые вина. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 272.
4. Постная, А.Н. Теоретические и практические основы прогнозирования, предупреждения и устранения пороков виноградных вин: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Ялта, 1991. – 48 с.
5. Значение пектолитических ферментов в виноделии. – Электронный ресурс. Режим доступа: <http://vinograd-vino.ru/sostav-vinograda-i-vina/198-pektoliticheskie-fermenty.html>
6. Агеева Н.М., Лисовец У.А. Модифицированная технология обработки белых столовых вин против коллоидных помутнений // Научные труды СКЗНИИСиВ, том 9. 2016. – С. 279-283.
7. Агеева Н.М., Марковский М.Г. Секреция белка при брожении и выдержке виноматериала на дрожжевом осадке // Известия вузов. Пищевая технология. 2015. № 2-3 (344-345). С. 17-21.

REFERENCES

1. Avakjanc S. P. Fermenty vina: (Obzor) / S. P. Avakjanc, I. D. Belousova // М.: ЦНТИИТЭИпищепром, 1992. – 64 p.
2. Gerzhikova V.G. Metody tekhnokhimicheskogo kontrolya v vinodelii (Methods of technochemical control in winemaking), Simferopol, 2009, 304 p.
3. Avakjanc S. P. Igristye vina. – М.: Agropromizdat, 1986. – P. 272.
4. Postnaja A.N. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy prognozirovaniya, predupre-zhdenija i ustraneniya porokov vinogradnyh vin: Avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk. – Jalta, 1991. – 48 s.
5. Znachenie pektoliticheskikh fermentov v vinodelii. – [Electronic resource] – Access mode. – URL: <http://vinograd-vino.ru/sostav-vinograda-i-vina/198-pektoliticheskie-fermenty.html>
6. Ageeva N.M., Lisovets U.A. Modificirovannaya tehnologia obrabotki belyh stolovyh vin protiv kolloidnyh pomutnenij // Nauchnye trudy SKZNIISiV, tom 9. 2016. – P. 279-283.
7. Ageeva N.M., Markovskij M.G. Sekrecia belka pri brozhenii i vyderzhke vinomateriala na drozhzhevom osadke // Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija. 2015. № 2-3 (344-345). P. 17-21.

*SECRETION OF ENZYMES FROM YEAST CELL INTO THE WINE MATERIAL IN
THE TECHNOLOGY OF WHITE TABLE WINES*

U. A. LISOVETS¹, N. M. AGEEVA²

¹ Kuban State Technological University,

2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072; e-mail: ulianapost@yandex.ru

² North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture,

39, 40 let Pobedy st., Krasnodar, Russian Federation, 350901; email: ageyeva@inbox.ru

The experimental data about activity of proteolytic and pectolytic enzymes (especially proteases and pectinases) are given. A significant difference in enzyme activity in wine material depending on yeast strain and the duration of the contact of wine material with the biomass of yeast cells is shown. Materials of the studies testify about hydrolysis of highmolecular compounds of the wine material by wine yeast enzymes – protein, amino nitrogen, polysaccharides and phenolic compounds are presented.

Key words: strains of wine yeast, enzymes of wine yeast, biopolymers, autolysis