

Е.В.Остроухова, к.т.н., зав. лабораторией тихих вин,
И.В.Пескова, к.т.н., с.н.с. лаборатории тихих вин,
П.А.Пробейголова, м.н.с. лаборатории тихих вин,
Б.А.Виноградов, вед. инженер лаборатории переработки отходов виноделия
 Национальный институт винограда и вина «Магарач»

ВЛИЯНИЕ РАС ДРОЖЖЕЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ АРОМАТОБРАЗУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА И ПРОФИЛЯ АРОМАТА КРАСНЫХ СТОЛОВЫХ ВИНМАТЕРИАЛОВ ИЗ ВИНОГРАДА СОРТА ЭКИМ КАРА

Представлен сравнительный анализ ароматобразующего комплекса красных столовых виноматериалов из винограда сорта Эким кара, полученных с использованием разных рас дрожжей. Исследовано влияние используемой расы дрожжей на формирование сенсорного профиля аромата виноматериалов.

Ключевые слова: раса дрожжей, ароматобразующий комплекс, сенсорные характеристики, профиль аромата.

Ароматобразующий комплекс вина играет важную роль в формировании его качества. В настоящее время идентифицировано более 700 веществ, участвующих в сложении аромата вин, многие из которых, обладая низкой пороговой концентрацией, непосредственно участвуют в сложении аромата (например, терпены). Однако, согласно мнению большинства авторов, особенности сенсорных характеристик разных типов вин обусловлены не отдельными веществами, а определенным их сочетанием [1-6]. Актуальным аспектом исследования аромата вин остается изучение влияния различных факторов на его формирование и установление взаимосвязи качественного состава и количественного содержания ароматобразующих компонентов с отдельными оттенками аромата вина, что и явилось целью нашей работы [7-11].

В настоящей публикации представлены результаты исследования ароматобразующего комплекса красных сухих виноматериалов, полученных из винограда сорта Эким кара с использованием рас дрожжей 47К, Бордо и Каберне-5 (НКМВ НИВиВ «Магарач») и препаратов активных сухих дрожжей (АСД) Vitilevur multiflor, Vitilevur GY, Vitilevur KD, Vitilevur MT (производитель *Martin Vialatte*). Технологическая характеристика препаратов АСД представлена в табл.1. Приготовление виноматериалов осуществляли в условиях микровиноделия путем брожения мезги до 1/3 остаточных сахаров

с последующим прессованием мезги и дображивания сусле [12]. Исследования ароматобразующего комплекса виноматериалов осуществляли газохроматографическим методом с использованием хроматографа Agilent Technology 6890 [13]. Сенсорное тестирование виноматериалов осуществлялось дегустационной комиссией НИВиВ «Магарач», как по 10-балльной системе, так и в соответствии с методикой, предусматривающей количественное выражение интенсивности оттенков букета вин [14]. Обработку полученных экспериментальных данных осуществляли с использованием программы SPSS Statistics 17.0.

Проведенные ранее исследования показали, что виноград сорта Эким кара не обладает ярко выраженным сортовым ароматом (здесь и далее имеется в виду сенсорная характеристика аромата), сен-

Таблица 1
Технологическая характеристика используемых препаратов активных сухих дрожжей

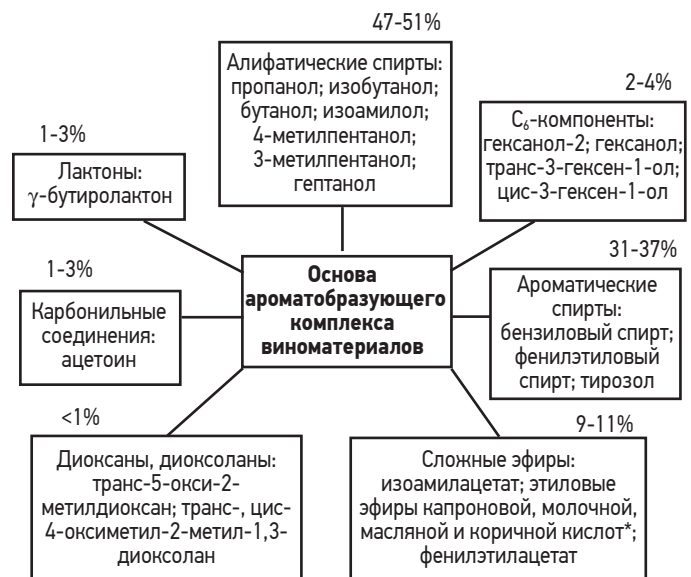
| АСД | Характеристика | |
|---------------------|---|---|
| Vitilevur MT | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | позволяют создать видимый эффект старения для выдержанных вин из винограда сорта Мерло и Каберне-Совиньон; усиливают сортовые ароматы: земляничного джема и карамели, фруктовые/цветочные ароматы |
| Vitilevur multiflor | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>cerevisiae</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>bayanus</i> | способствуют образованию вин с хорошо выраженным, тонким сортовым ароматом винограда. Рекомендованы для использования при производстве белых и красных столовых вин |
| Vitilevur GY | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , штамм L2425 | был селективирован в Божоле и проверен на винограде Гаме, дает вина с интенсивными фруктовыми и сортовыми ароматами |
| Vitilevur KD | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , штамм R2 | усиливают типичность вин. При испытании на сорте Каберне фран способствуют появлению утонченных цветочных и фруктовых оттенков аромата |

сорные характеристики виноматериалов, получаемых из данного сорта винограда, обусловлены совокупностью ароматобразующих компонентов, образующихся в процессе переработки винограда и брожения виноградного сусла [15].

Анализ ароматобразующего комплекса виноматериалов позволил выделить компоненты, которые присутствуют во всех опытных образцах и их концентрация в виноматериалах, полученных с использованием разных рас дрожжей, значительно не отличается (рис. 1). Эти компоненты являются представителями класса алифатических, ароматических и C₆ спиртов, сложных эфиров, карбонильных соединений, лактонов, диоксанов и диоксоланов. Представляется логичным заключить, что совокупное участие этих компонентов обуславливает формирование общей «основы» винного аромата опытных виноматериалов.

Обработка результатов хроматографических исследований позволила выявить компоненты ароматобразующего комплекса, концентрация которых в виноматериалах, полученных с использованием разных рас дрожжей, значительно отличалась (табл. 2). На наш взгляд, совокупность этих компонентов и обуславливает формирование характерных сенсорных профилей виноматериалов, полученных на разных расах дрожжей. При дальнейшем обсуждении результатов исследований, компоненты, формирующие основу аромата, не брались во внимание.

Одними из важных ароматобразующих компонентов, ответственных за формирование цветочных оттенков, являются терпеновые соединения [2]. Анализ литературных данных показывает, что наиболее важную роль данные соединения играют в формировании аромата виноматериалов, полученных из сортов винограда, обладающих мускатным ароматом [2]. Согласно результатам наших исследований качественный состав комплекса терпеноидов винограда сорта Эким кара отличается от такового в виноматериалах. В виноградном сусле были идентифицированы гераниол, геранилацетон, гераневая кислота, нерол и линалилацетат, суммарная мас-



*этилкапроат; этиллактат; этил-3-оксибутират; этил-3-оксикапроат; этил-4-оксибутират; фенилэтилацетат; этил-параоксициннамат

Рис. 1. Вещества, формирующие «основу» ароматобразующего комплекса виноматериалов, полученных из винограда сорта Эким кара с использованием разных рас дрожжей

Таблица 2

Качественный состав и количественное содержание (средние значения) компонентов ароматобразующего комплекса виноматериалов, обуславливающие формирование особенностей их сенсорных характеристик

| Показатель | Образцы | | | | | | |
|---|---------|-------|-----------|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 47К | Бордо | Каберне-5 | Vitilevur multiflor | Vitilevur GY | Vitilevur KD | Vitilevur MT |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| <i>Терпеновые соединения</i> | | | | | | | |
| массовая концентрация, мг/дм ³ | | | | | | | |
| линалоол | - | 0,05 | - | - | 0,12 | 0,11 | - |
| α-терпинеол | 1,94 | 0,06 | - | - | - | - | - |
| гераниол | 0,09 | 0,06 | - | - | 0,14 | 0,09 | - |
| фарнезол | - | 0,14 | - | - | - | - | - |
| <i>Алифатические спирты</i> | | | | | | | |
| 1-окси-пропанон-2 (ацетол) | 0,06 | 0,05 | - | 0,05 | - | 0,06 | - |
| 2-этилбутанол | - | 0,06 | - | - | - | 0,29 | - |
| гептанол-2 | - | - | - | - | - | - | - |
| 3-этоксипропанол | 0,24 | - | 0,04 | 0,05 | 0,09 | 0,14 | 0,10 |
| октанол | 0,11 | 0,10 | 0,05 | - | 0,09 | 0,06 | 0,06 |
| 3-метилтипропанол | - | 0,56 | - | 1,1 | 1,34 | 0,46 | - |
| 3-окси-4-фенил-бутанон-2 | - | 0,08 | - | - | - | - | - |
| <i>Ароматические спирты</i> | | | | | | | |
| триптофол | - | - | - | 3,49 | 0,07 | - | - |
| <i>Сложные эфиры</i> | | | | | | | |
| этилбутират | 0,09 | 0,32 | 0,16 | 0,25 | - | 0,32 | 0,41 |
| этилизвалерат | - | - | - | 0,08 | - | - | - |
| изоамилформиат | - | - | 0,07 | - | - | - | 0,10 |
| этилпируват | - | 0,17 | 0,08 | 0,08 | - | - | - |
| гексилацетат | - | 0,05 | - | - | - | - | - |
| этил-2-окси-3-метилбутират | - | - | - | 0,09 | 0,07 | - | - |
| этилкаприлат | 0,38 | - | 0,40 | - | - | 0,15 | 0,43 |
| изоамиллактат | 0,26 | - | - | - | 0,25 | - | - |

совая концентрация которых составляла в среднем 0,16 мг/дм³. Из идентифицированных в виноградном сусле терпеноидов в виноматериалах был обнаружен только гераниол.

Установлено, что массовая концентрация терпеновых соединений в виноматериалах, полученных с использованием рас дрожжей 47К, Бордо, Vitilevir GY и Vitilevir KD в 1,3–12,7 раз превышала значения показателя в винограде. Согласно мнению ряда авторов [16-18], дрожжи рода *Saccharomyces* не обладают способностью к синтезу терпеновых соединений. Вместе с тем, Daniel de Klerk отмечает, что некоторые расы способны образовывать следовые количества терпеноидов, в частности, гераниола, α-терпинеола и линалоола, в результате ингибирования процесса синтеза стиролов и трансформации геранилпирофосфата в терпеноиды [19]. Возможно, именно с последним и связано установленное нами увеличение концентрации терпенов в указанных выше виноматериалах. Однако такое предположение в отношении конкретных рас дрожжей требует более детальных исследований.

Отличительной чертой ароматобразующего комплекса виноматериалов, полученных на расе 47К, было наибольшее, в пределах исследуемой выборки, содержание терпеновых соединений (в среднем, 2,03 мг/дм³), представленных, в основном, α-терпинеолом, гераниолом и фарнезол (отсутствующий в виноматериалах, полученных на других расах дрожжей и составляющий в среднем 45% от идентифицированных терпеноидов). В виноматериалах, полученных с использованием препаратов сухих дрожжей Vitilevir GY и Vitilevir KD, комплекс терпеновых соединений был представлен гераниолом и линалоолом, концентрация которых значительно не отличалась и варьировала в диапазонах 0,12-0,14 и 0,09-0,11 мг/дм³ со-

Окончание таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| этилкапринат | - | - | - | 0,13 | 0,07 | - | - |
| этил-4-ацетилоксибутират | - | - | - | - | - | - | - |
| β-фенилэтилформиат | - | - | 0,33 | - | - | - | 0,35 |
| этилфенилацетат | - | - | - | 0,15 | 0,18 | - | - |
| Диоксаны и диоксоланы | | | | | | | |
| 2-метил-1,3-диоксан | - | - | - | - | - | 0,28 | - |
| цис-5-окси-2-метил-1,3-диоксан | - | - | - | 0,47 | 0,09 | 0,58 | - |
| Карбонильные соединения | | | | | | | |
| 2-метилтетрагидротиофен-3-он | 0,07 | 0,15 | - | 0,1 | 0,12 | - | - |
| глутаконовый ангидрид | 0,27 | 0,24 | - | 0,20 | 0,26 | 0,09 | - |
| фенилацетальдегид | - | 3,70 | 1,11 | 0,17 | - | 2,04 | 0,50 |
| Лактоны | | | | | | | |
| γ-этоксипутиролактон | 0,62 | 0,05 | 0,23 | 0,45 | 0,54 | 0,58 | 1,13 |
| 2-окси-3,3-диметил-γ-бутиролактон | - | - | 0,15 | - | - | - | 0,12 |
| Летучие фенолы | | | | | | | |
| γ-окталактон+4-этил-2-метоксифенол | 0,46 | 0,14 | - | 0,78 | 0,62 | 0,19 | - |
| 4-этилфенол | 0,23 | - | - | 0,40 | 0,15 | - | - |
| 4-окси-3-метилацетофенон | 0,07 | - | 0,06 | - | 0,07 | - | 0,05 |
| 4-винил-2-метоксифенол | 0,09 | - | 0,05 | - | 0,38 | 0,25 | 0,38 |
| 2,6-диметоксифенол | - | 0,06 | 0,10 | - | 0,15 | 0,19 | 0,13 |

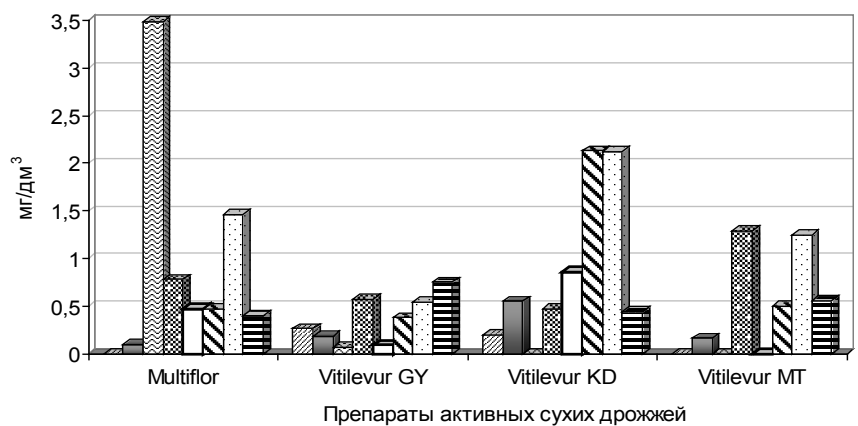
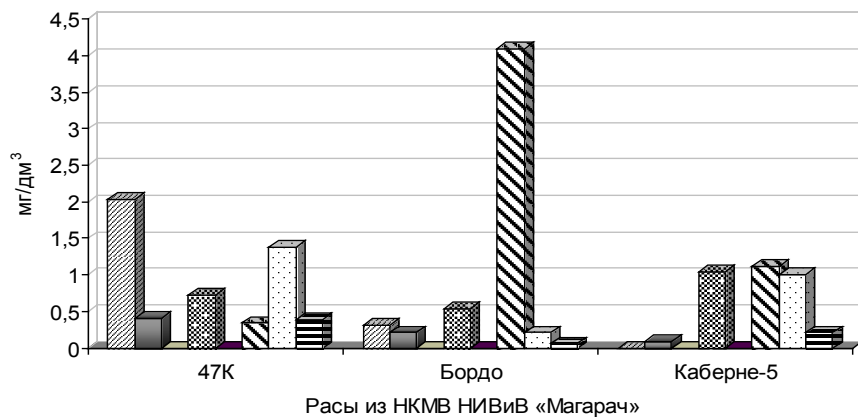


Рис. 2. Суммарная массовая концентрация классов компонентов ароматобразующего комплекса виноматериалов, полученных с использованием разных рас дрожжей:

- терпены
- ▨ ароматические спирты
- диоксаны, диоксоланы
- лактоны
- алифатические спирты
- ▨ сложные эфиры
- ▨ карбонильные соединения
- летучие фенолы

ответственно. В ходе хроматографических исследований в виноматериалах, приготовленных с использованием рас дрожжей Каберне-5, Vitilevir MT, Vitilevir multiflor, не выявлено присутствие свободных форм терпеновых соединений. Учитывая результаты исследования Vaudano E. et al. [18], можно предположить, что данный факт связан с окислением терпеновых соединений в процессе переработки винограда.

Согласно данным, представленным на рис.2, использование расы 47К способствовало обогащению ароматобразующего комплекса виноматериалов лактонами, обладающими сильным фруктовым запахом [20]; рас Каберне-5 и Бордо - карбонильными соединениями, на 90% представленных фенилацетальдегидом.

Качественный состав и количественное содержание компонентов ароматобразующего комплекса виноматериалов, полученных с использованием препаратов сухих дрожжей Vitilevir, различаются между собой. Так, отличительной чертой виноматериалов, полученных с использованием препарата Vitilevir multiflor, является присутствие триптофала – вторичного продукта брожения, образующегося в результате трансформации дрожжами аминокислоты триптофана [21, 22]. Согласно литературным данным [23, 24], триптофол в концентрациях выше пороговых (10-20 мг/дм³) обладает неприятным запахом (растворитель), а в концентрациях, характерных для вин (не более 3,1 мг/дм³), и в сочетании с другими ароматобразующими компонентами приобретает тонкий приятный цветочный аромат. В исследуемых виноматериалах концентрация триптофала составляла в среднем 3,49 мг/дм³. Это свидетельствует о том, что данное соединение не оказывает непосредственного влияния на аромат виноматериалов, но, учитывая известное явление синергизма (усиления однотипных запахов) [25], можно предположить его участие в формировании цветочных оттенков аромата виноматериалов. Следовые количества триптофала были обнаружены и в виноматериалах, полученных с использованием препарата Vitilevir GY.

Среди виноматериалов, полученных с использованием препаратов Vitilevir, образцы, сброженные на Vitilevir KD, отличались наибольшей массовой концентрацией диоксанов, диоксоланов, лактонов и карбонильных соединений, Vitilevir MT – сложных эфиров, Vitilevir GY – летучих фенолов (рис. 2).

Как показали результаты органолептического тестирования, в аромате всех образцов виноматериалов преобладают ягодные тона, вклад которых в общую интенсивность аромата составлял 23-51% (рис.3). Формированию яркой, интенсивной, богатой ягодной ноты, вклад которой в общее сложение аромата составлял 42-51%, спо-

Таблица 3

Результаты органолептического тестирования виноматериалов

| Раса дрожжей | Группа сенсорного направления аромата* | Терминологическое описание аромата | ДО, балл |
|---------------------|--|---|----------|
| Каберне-5 | ягодные | Чистый, развитый, свежий, ягодного направления (вишня, терн, ежевика), с легкими пряными оттенками (мак) | 7,93 |
| Бордо | ягодные с пряными оттенками | Яркий, ягодно-фруктовый, с оттенками терна, сливы, ежевики, шелковицы, с пряными тонами (мак, корица, сафьян) | 7,80 |
| 47-К | ягодные с цветочными оттенками | Сложный, цветочно-ягодные и растительные оттенки (паслен, тертые листья) | 7,71 |
| Vitilevir KD | ягодные с цветочными оттенками | Свежий, яркий, цветочно-ягодный (вишня, ежевика, шелковица), с легкими сладкими (цукаты) оттенками | 7,93 |
| Vitilevir multiflor | ягодные с пряными оттенками | Сложный, яркий, ягодно-фруктовый (вишня, терн, слива), с растительными (трава, тертые листья) и пряными оттенками (корица, мак) | 8,00 |
| Vitilevir MT | ягодные | Ягодного направления (вишня, терн, ежевика), с оттенками сливок | 7,80 |
| Vitilevir GY | ягодные с пряными оттенками | Сложный, ягодного направления (смородина, вишня, терн, ежевика) с пряными тонами (сафьян) | 7,70 |

*на основании результатов сенсорного тестирования виноматериалов по методике [9]

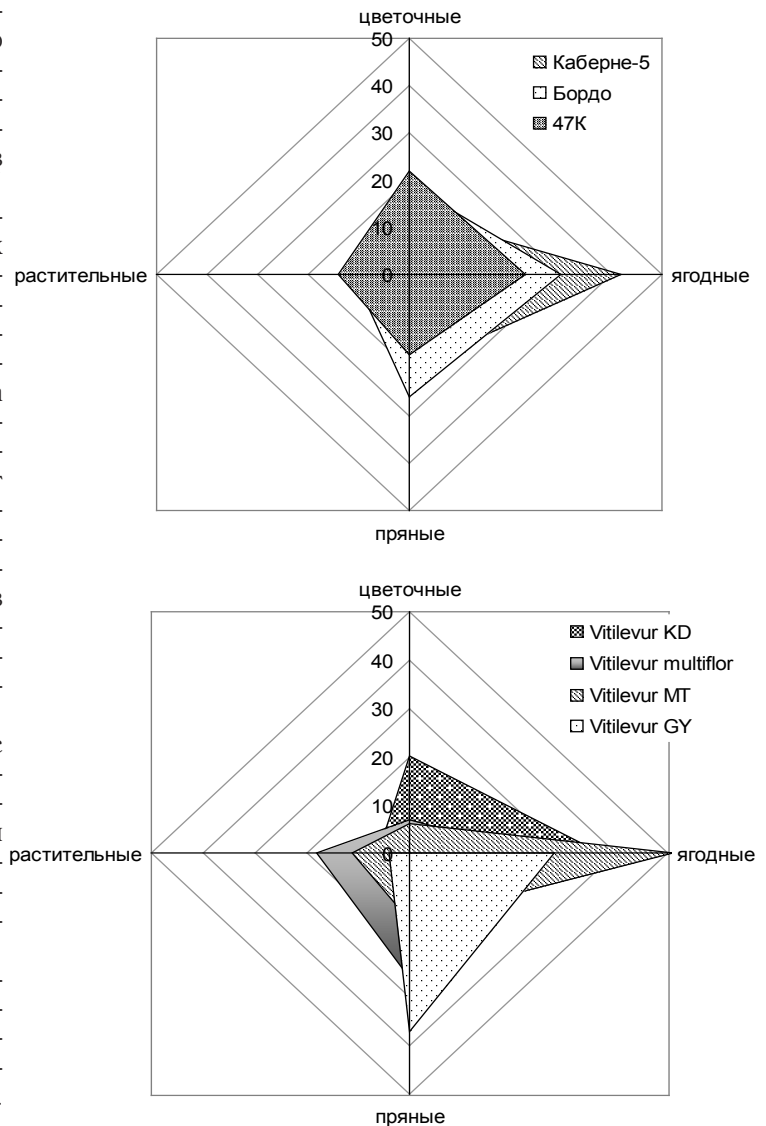


Рис. 3. Профили аромата виноматериалов, полученных с использованием разных рас дрожжей

содействовало использованию при получении виноматериалов расы дрожжей Каберне-5 и АСД Vitilevur MT. В аромате виноматериалов, полученных с использованием расы Бордо и препаратов Vitilevur multiflor и Vitilevur GY, наряду с ягодными тонами дегустаторами была отмечена выраженная пряная нота (корица, тертый мак, сафьян), вклад которой составлял 26-37%. Использование расы 47 К и АСД Vitilevur KD привело к усилению цветочных оттенков в аромате, вклад которых составлял 20-22%. Выявленные эффекты по влиянию АСД Vitilevur на формирование аромата виноматериалов из винограда сорта Эким кара соответствуют результатам, полученным производителем на винограде других сортов.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлены отличительные черты качественного состава и количественного содержания ароматобразующего комплекса виноматериалов из винограда сорта Эким кара, полученных с использованием рас дрожжей 47К, Бордо и Каберне-5, а также АСД: Vitilevur KD, Vitilevur multiflor, Vitilevur MT и Vitilevur GY. Исследовано влияние этих рас дрожжей на формирование сенсорного профиля аромата виноматериалов.

Полученные результаты послужат основой для дальнейших исследований, направленных на выявления взаимосвязи групп компонентов или отдельных веществ ароматобразующего комплекса и профиля аромата получаемых виноматериалов с целью разработки технологий виноматериалов с ароматом разного сенсорного направления.

Авторы выражают благодарность за предоставленные культуры дрожжей и микробиологический контроль при проведении исследований Т.Н.Танашук (нач. отдела микробиологии НИВиВ «Магарач»), а также Ю.А. Кепканову (СПК «Конт»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. R. Juanola, L. Guerrero, D. Subira, V. Salvado, S. Insa, J.A. Garcia Regueiro, E. Antico, Relationship between sensory and instrumental analysis of 2,4,6-trichloroanisole in wine and cork stoppers // *Anal. Chim.* - 2004. - Acta 513. - pp. 291-297.
2. R. G. Berger (Ed) *Flavours and Fragrances. Chemistry, bioprocessing and sustainability*: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. - 2007. - 648 p.
3. Escudero A, Gogorza MA, Melus A, Ortin A, Cacho J, Ferreira V. Characterization of the aroma of a wine from Maccabeo. Key role played by compounds with low odor activity values // *J. Agric. Food Chem.* - 2004, - 52. - pp. 3516-3524.
4. Ferreira, V.; Ortin, N.; Escudero, A.; Lyppez, R.; Cacho, J. Chemical characterization of the aroma of Grenache rose wines. Aroma Extract Dilution Analysis, quantitative determination and sensory reconstitution studies // *J. Agric. Food Chem.* - 2002. - 50 - pp. 4048-4054.
5. Guth H. Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties // *J. Agric. Food Chem.* - 1997, - 45. - pp. 3027-3032.
6. Aznar M, Lyppez R, Cacho J, Ferreira V. Prediction of aged red wine aroma properties from aroma chemical composition. Partial least squares regression models // *J Agric Food Chem.* - 2003. - 51(9). - pp. 2700-2707.
7. A. Rapp Natural flavours of wine: correlation between instrumental analysis and sensory perception // *J. Anal. Chem.* - 1990. - 337. - pp. 777-785.
8. I.L. Francis, J.L. Newton, Determining wine aroma from compositional data // *Aust. J. Grape Wine Res.* - 2005. - 11. - pp. 114-126.
9. A.C. Noble, M. Shannon Profiling zinfandel wines by sensory and chemical analysis // *Am. J. Enol. Vitic.* - 1987. - 38. - pp. 1-5.
10. J.C. Barbe, B. Pineau, A.C. Silva Instrumental and sensory approaches for the characterization of compounds responsible for wine aroma // *Chem. Biodiv.* - 2008. - 5. - pp. 1170-1183.
11. C.M. Lund, M.K. Thompson, F. Benlitz, M.W. Wohler, C.M. Triggs, R. Gardner, H. Heymann, L. Nicolau New Zealand Sauvignon blanc distinct flavor characteristics: sensory chemical and consumer aspects // *Am. J. Enol. Vitic.* - 2009. - 60. - pp. 1-12.
12. Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности. - М.: Агропромиздат, 1985.- 510 с.
13. Виноградов Б. А., Зотов А. Н., Загоруйко В. А., Косюра В. Т., Луканин А. С. О методах определения ароматобразующих веществ вин // *Вісник аграрної науки.* - 1997. - №10. - С. 62-64.
14. Б. А. Виноградов, В. А. Загоруйко, Е. В. Остроухова, В. Г. Гержилова Об органолептической оценке вин. «Магарач» Виноградарство виноделие, №3, 2001.- С. 27-32.
15. Остроухова Е. В., Пескова И. В., Пробейголова П. А., Виноградов Б. А. Сравнительный анализ ароматобразующего комплекса красных сортов винограда // Виноградарство и виноделие // *Сборник научных трудов. Т. XLII., ч. 1. - Ялта. - 2011. - С.77-80.*
16. King A., Dickinson J. R. Biotransformation of monoterpene alcohols by *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulasporea delbrueckii* and *Kluyveromyces lactis* // *Yeast.* - 16. - 2000. - p. 499-506.
17. King A., Dickinson J. R. Biotransformation of monoterpene alcohols by *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulasporea delbrueckii* and *Kluyveromyces lactis* // *Yeast.* - 16. - 2000. - p. 499-506.
18. Vaudano E., Garcia Moruno E., Di Stefano R. Modulation of geraniol metabolism during alcohol fermentation // *J. I. Brewing.* - 2004. - 110. - pp. 213-219.
19. Daniel de Klerk Co-expression of aroma liberating enzymes in a wine yeast strain // Thesis presented in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science at Stellenbosch University, March, 2009, p. 90.
20. Seik T.J., Albin G. A., Satherl A., Lindsay R. S. Comparison of thresholds of aliphatic lactones with those of fatty acid, ester, aldehydes, alcohols and ketones // *J. Dairy Sci.* - 1971. - V. 54. - pp. 1-12.
21. <http://www.prostoflora.ru/ximvino/51.html>
22. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol44/mono44-7.pdf>
23. Benjamin K. Simpson. *Food Biochemistry and Food Processing*: John Wiley & Sons. - 2012. - p.910.
24. Helmut König, Gottfried Uden, Jürgen Fröhlich *Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine*: Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. - 2009. - p. 513 p.
25. Styger G, Prior B, Bauer F.F. Wine flavor and aroma // *J Ind Microbiol Biotechnol.* - 2011. - 8(9). - pp 1145-1159.

Поступила 26.03.2013
 ©Е.В.Остроухова, 2013
 ©И.В.Пескова, 2013
 ©П.А.Пробейголова, 2013
 ©Б.А.Виноградов, 2013