УДК 663.253

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-196-205

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ДРОЖЖЕЙ РОДА
SACCHAROMYCES
НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ
ВИНОГРАДНОГО СУСЛА**

Мартыненко Николай Николаевич
д-р биол. наук, профессор
доцент кафедры биотехнологии
и технологии продуктов
биоорганического синтеза
e-mail: biotech@mgupp.ru

Емелина Надежда Алексеевна
магистр кафедры биотехнологии
и технологии продуктов
биоорганического синтеза
e-mail: nadya.agildina@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный
университет пищевых производств»,
Москва, Россия*

Особую значимость в виноделии приобретает проблема кондиционности поступающего сырья. В винодельческих районах России мы можем наблюдать пониженное содержание органических кислот в виноградных ягодах, также во время брожения происходит снижение кислотности виноградного сусла. Описываемое явление возникает из-за выпадения в осадок виннокислых солей при брожении, кроме того, сбор винограда зачастую осуществляется при недостаточной сахаристости и повышенной кислотности ягод. Наиболее перспективными способами влияния на кислотность являются биологические методы, поскольку в конечном продукте не образуется побочных химических соединений. Цель данной работы – разработка новых

UDC 663.253

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-196-205

**STUDY OF THE INFLUENCE
OF GENUS SACCHAROMYCES
YEAST THE CHEMICAL
COMPOSITION
OF GRAPE MUST**

Martynenko Nikolay Nikolaevich
Dr. Sci. Biol., Professor
Associate Professor of the Department
of Biotechnology and Technology
of Bioorganic Synthesis Products
e-mail: biotech@mgupp.ru

Emelina Nadezhda Alekseyevna
Master of the Department of Biotechnology
and Technology of Bioorganic
Synthesis Products
e-mail: nadya.agildina@mail.ru

*Federal State Budgetary
Educational Institution
of Higher Education
«Moscow State University
of Food Production»,
Moscow, Russia*

Of particular importance in wine-making is the problem of raw materials condition. In the wine-making regions of Russia we can observe a lower content of organic acids in the grape berries during fermentation and the lower of grape must acidity. The described phenomenon arises from the settling out wine acid salts during fermentation, in addition, harvesting is often carried out with insufficient sugar content and high acidity of berries. The most promising methods of influence the acidity are biological methods, as in the final product the side chemical substances are not formed. The work purpose is the development of new methods to improve the formation of aromatic substances and to increase in acidity

методов улучшения процесса образования ароматических веществ, повышение кислотности в белом вине биологическими методами. В статье рассматривается влияние 4 штаммов дрожжей на кислотность вина. Исследуется влияние pH виноградного сусла на накопление яблочной кислоты и глицерина. Основное внимание уделялось яблочной кислоте, так как было доказано, что вкус вина напрямую зависит от её содержания. Первоначальное содержание яблочной кислоты в образцах составило 0,67 г/дм³; 1,42 г/дм³ и 0,5 г/дм³. В конечном продукте её содержание возросло во всех образцах. Наилучший результат был достигнут при использовании дрожжей France Elegance: количество накопленной яблочной кислоты увеличилось в 2, 2.5, 4 раза, соответственно. В результате исследований установлено, что дрожжи France Elegance наиболее перспективны для регулирования кислотности в белых винах, независимо от значения pH, так как только эти дрожжи накапливают значительное количество яблочной кислоты.

Ключевые слова: ВИННЫЕ ДРОЖЖИ, КИСЛОТНОСТЬ ВИНА, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ЯБЛОЧНАЯ КИСЛОТА, ГЛИЦЕРИН

of white wines biological methods. The paper discusses the impact of the 4 yeast strains in the acidity of the wine. The influence of the pH of the grape juice the accumulation of malic acid and glycerin is studied. The main focus was on malic acid, because it has been proven that the taste of the wine depends on its content. The initial content of malic acid in the samples was 0.67 g/dm³; 1.42 g/dm³ and 0.5 g/dm³. In the final product, its content increased in all of the samples. The best result was achieved with the use of France Elegance yeast: the amount of the accumulated malic acid increased in 2, 2.5 and 4 times respectively. The research results showed that the France Elegance yeast are the most promising for acidity control in white wines, regardless of the pH value, since only these yeasts accumulate a significant amount of malic acid.

Key words: WINE YEAST, WINE ACIDITY, CHEMICAL COMPOSITION, MALIC ACID, GLYCERIN

Введение. В последние годы химический состав вин изменился в результате изменения климата. Высокие температуры в период созревания винограда приводят к низкой кислотности и высокому содержанию сахара, это влияет на повышение pH, высокое содержание этанола и отсутствие «свежести» в винах. Вина с низкой кислотностью очень чувствительны к микробиологической порче, которая может вызывать обесценивание и даже накопление токсичных продуктов, таких как этилкарбамат и биогенные амины [1, 2].

Кислотность отвечает за освежающее и бодрящее чувство, которые мы испытываем, сделав первый глоток вина. Вино с низким уровнем кис-

лотности будет казаться вялым, плоским на вкус и безжизненным [3, 4]. Ещё одна особенность кислотности – это её влияние на длительность хранения вина, так как кислота действует в качестве природного консерванта [5]. Истинная кислотность вина, находящаяся в интервале от 2,5 до 3,7, совместно с концентрацией этилового спирта, предохраняет его от бактериальных заболеваний [6]. В вине содержится примерно 35 видов органических кислот. Основными представителями являются: винная, яблочная, молочная, янтарная, уксусная, лимонная, гликолевая, щавелевая и другие [7]. Органические кислоты – продукты диссимиляции углеводов, аминокислот и жиров микроорганизмами. Существует два пути превращения углеводов: аэробно-пентозофосфатный и анаэробно-гликолитический. В результате углеводного и азотистого обмена у дрожжей в процессе алкогольного брожения образуется целый ряд веществ, играющих важную роль в формировании вина [8, 9].

Органические кислоты вина находятся в определённых соотношениях с сахарами и обуславливают приятное вкусовое ощущение. Они активно участвуют в процессах, происходящих при изготовлении вина. В виноградном сусле и вине они могут находиться в свободном (ионном), связанном и полусвязанном состоянии.

В процессе брожения происходит превращение органических кислот, содержащихся в виноградной ягоде. При этом количество уксусной, молочной, лимонной, янтарной и галактурановой кислот увеличивается, а содержание винной, яблочной, щавелевой кислот уменьшается. Снижение концентрации яблочной кислоты в период созревания связано с резким окислением малатов [10]. Яблочная кислота в этот период используется как источник энергии для дыхания. Прохладный климат провоцирует образование высокой концентрации яблочной кислоты, жаркий, наоборот, влияет на её снижение [11, 12].

Из-за нестабильности климата в Российской Федерации у многих винодельческих предприятий возникает необходимость регулирования кислотности в вине. Для этого производители либо подкисляют вина промышленной лимонной кислотой, но её содержание строго регламентируется и не должно превышать $1,0 \text{ г/дм}^3$, либо проводят кислотопонижение [13]. Наиболее перспективными методами влияния на кислотность являются биологические методы, так как в конечном продукте не образуется побочных химических соединений.

Целью работы является разработка новых методов улучшения образования ароматических веществ, повышение кислотности в белом вине под действием биологических методов.

Объекты и методы исследований. В работе были использованы 4 штамма дрожжей: France Floreal Expression, France Elegance, France Elixir, France Crystail. Питательная среда: белое виноградное сусло, Ультрасульф С – 50 мг/дм^3 и Ист Фуд XL $0,3 \text{ г/дм}^3$. Проводили три эксперимента с различными значениями pH: 3.10; 3.50; 3.40. Определение активности брожения осуществляли весовым методом, содержание титруемых кислот – в соответствии с ГОСТ 32114-2013, содержание яблочной кислоты и глицерина – методом спектрофотометрии на приборе Biosystems BTS 350.

Обсуждение результатов. В серии опытов, проводимых на белом виноградном сусле, содержание сухих веществ (СВ) в трёх экспериментах не превышало 21%. Брожение проводили при 26°C и при следующих параметрах:

- кислотность $1,8 \text{ г/дм}^3$; содержание яблочной кислоты $0,67 \text{ г/дм}^3$, pH 3,10; брожение в течение 29 дней;
- кислотность $0,45 \text{ г/дм}^3$; содержание яблочной кислоты $1,42 \text{ г/дм}^3$, pH 3,50; брожение в течение 16 дней;

– кислотность 0,3 г/дм³; содержание яблочной кислоты 0,5 г/дм³, рН 3,40; брожение в течение 15 дней.

На рисунках 1, 2, 3 показано, что во время брожения, при трёх различных значениях рН, штаммы дрожжей показали высокую бродильную активность, более 100 г/дм³. Наибольшая активность брожения была достигнута в первом эксперименте. Количество выделившегося СО₂ достигало 120 г/дм³. Наиболее перспективный результат по выделению СО₂ показали дрожжи France Crystail.

Рис. 1. Количество выделившегося СО₂ в процессе брожения на сусле при рН 3,1

Рис. 2. Количество выделившегося СО₂ в процессе брожения на сусле при рН 3,5

Рис. 2. Количество выделившегося СО₂ в процессе брожения на сусле при рН 3,4

В исследуемых образцах сусла было определено количество титруемых кислот (рис. 4), яблочной кислоты и глицерина, накопленных в процессе брожения.

Рис.3. Содержание титруемых кислот в конечном продукте брожения

В соответствии с ГОСТ 32030-2013 в столовых винах и столовых виноматериалах с учётом допустимых отклонений титруемая кислотность должна составлять в пересчёте на винную кислоту не менее 3,5 г/дм³ [14, 15]. Из полученных данных видно, что только в первом эксперименте было достигнуто необходимое количество титруемых кислот. В экспериментах 2 и 3 наибольшее их количество накоплено дрожжами France Crystail.

В ходе работы необходимо было выяснить, при каких условиях идёт наибольшее и наименьшее кислотонакопление. Основное внимание уделялось яблочной кислоте, так как было доказано, что вкус вина напрямую зависит от её содержания, данные представлены на рисунке 5 [16].

Первоначальное содержание яблочной кислоты в образцах составило 0,67 г/дм³; 1,42 г/дм³ и 0,5 г/дм³. В конечном продукте её содержание возросло во всех образцах. Наилучший результат был достигнут с использованием дрожжей France Elegance: количество накопленной яблочной кислоты увеличилось в 2, 2,5, 4 раза соответственно.

Рис. 4. Содержание яблочной кислоты в конечном продукте брожения

Согласно некоторым исследованиям концентрация глицерина отражается на восприятии вязкости и полноты вкуса при дегустации вин, он положительно влияет на вкус, делая его более мягким [17, 18]. Массовая концентрация глицерина в винах с полным циклом брожения находится в пределах 5-15 г/л, при этом для белых вин характерно более низкое содержание глицерина по сравнению с красными [19, 20]. Экспериментальные данные представлены на рисунке 6.

Рис. 5. Содержание глицерина в конечном продукте брожения

Установлено, что дрожжи France Floreal Expression и France Elegance накапливают глицерин в необходимых пределах. Другие штаммы дрожжей накапливают значительно больше глицерина, что в конечном продукте отрицательно скажется на органолептических свойствах вина. Также необходимо отметить, что данные первого эксперимента значительно отличаются от двух других, вероятно, это связано с более длительным временем брожения.

Выводы. В результате проведённых исследований установлено, что дрожжи France Elegance являются наиболее перспективными для работы, связанной с регулированием кислотонакопления в белых винах, независимо от значения pH, так как только эти дрожжи накапливают значительное количество яблочной кислоты.

Литература

1. Olga Lucio, Influence of yeast strains on managing wine acidity using *Lactobacillus plantarum* / Olga Lucio, Isabel Pardo, José María Heras, Sibylle Krieger, Sergi Ferrer // Food Control. – 2018. - Volume 92, P. 471-478
2. Alicia Robles Determination and identification of organic acids in wine samples. Problems and challenges. / Alicia Robles, Magdalena Fabjanowicz, Tomasz Chmiel, Justyna Płotka-Wasyłka // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2019. – Volume 120
3. E. M. Coelho Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil / E.M. Coelho, C.V. Silva Padilha, G.A. Miskinis, A.G. Barrosode Sá, G.E. Pereira, L.C. Azevêdo, M. S. Lima // Journal of Food Composition and Analysis – 2018. – Volume 66, P. 160-167
4. Xiyun Sun Effects on the color, taste, and anthocyanins stability of blueberry wine by different contents of mannoprotein / Xiyun Sun Zhicheng Yan Tongzhu Jinyan Zhu Yuehua Wang Bin Li Xianjun Meng // . – 2019. – Volume 279, P. 63-69
5. C.Medina-Plaza Analysis of organic acids and phenols of interest in the wine industry using Langmuir–Blodgett films based on functionalized nanoparticles / C. Medina-Plaza, C. García-Cabezón, C. García-Hernández, C. Bramorski, Y. Blanco-Val, F. Martín-Pedrosa, T. Kawai, J.A.de Saja, M. L. Rodríguez-Méndez // Analytica Chimica Acta – 2015.
6. M. Butnariu Biotechnology of Flavored or Special Wines / Monica Butnariu // Biotechnological Progress and Beverage Consumption – 2019. P. 253-282
7. Various instrumental approaches for determination of organic acids in wines / Jiri Zeravik, Zdenka Fohlerova, Miodrag Milovanovic, Ondrej Kubesa, Marta Zeisbergerova, Karel Lacina, Aleksandar Petrovic, Zdenek Glatz, Petr Skladal // Food Chemistry – 2016. – Volume 194 P. 432-440
8. M.C. Cravero Organic and biodynamic wines quality and characteristics: A review / Maria Carla Cravero // Food Chemistry/ – 2019. – Volume 295, P. 334-340

9. A.Contreras The application of non-*Saccharomyces* yeast in fermentations with limited aeration as a strategy for the production of wine with reduced alcohol content / A.Contreras C.Hidalgo S.Schmid P.A.Henschke C.Curtin C.Varela // International Journal of Food Microbiology. –2015. – Volume 205, P. 7-15
10. Vargas E. Automatic bionalyzer using an integrated amperometric biosensor for the determination of L-malic acid in wines. Author links open overlay panel / E. Vargas, M.A. Ruiz, F.J. Ferrero, S. Campuzano, V. Ruiz-Valdepeñas Montiel, A.J. Reviejo, J.M. Pingarrón // Talanta. – 2016. – Volume 158, P. 6-13
11. Susana S.M.P. A flow-based platform for measuring the acidity parameters in wine / Susana S.M.P. Vidigal António, Rangel O.S.S. // Talanta. – 2017. - Volume 168, P. 13-319
12. M.Palma Ultrasound-assisted extraction and determination of tartaric and malic acids from grapes and winemaking by-products / M.Palma, C G.Barroso // Analytica Chimica Acta. – 2002. – Volume 458, P. 119-130
13. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.:ДеЛи принт, 2007. 539 с.
14. ГОСТ 32030-2013 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия (с поправками, с пзмением) N 1. Москва: Изд-во стандартов, 2014. 8 с
15. Automated analytical microsystem for the spectrophotometric monitoring of titratable acidity in white, rosé and red wines / Natàlia Sàndez, Antonio Calvo-López, Susana S.M.P.Vidigal, António O.S.S.Rangel, Julián Alonso-Chamarro // Analytica Chimica Acta. – 2019. – Volume 1091, P. 50-58
16. Косюра В.Т., Донченко Л.В., Надыкия В.Д. Основы виноделия. М.: ДеЛи принт, 2004. 440с.
17. Влияние содержания глицерина и сахаров на физико-химические показатели характеризующие подлинность вин / Н.В Гниломедова и др. // Виноградарство и виноделие . 2017. №3. С. 34-36
18. Аникина Н.С., Гниломедова Н.В Содержание глицерина и глюкозо-фруктозный индекс как идентифицирующие показатели подлинности вин // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2017. № 2. С.48-51
19. Изменение физико-химического состава вин под действием низина [Электронный ресурс] / М.В. Антоненко, Т.И. Гугучкина и др. // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. № 57(3). С. 169–181. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/03/14.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-3-57-169-181 (дата обращения: 28.04.2020).
20. Валушко Г.Г. Виноградные вина. М.: Пищевая промышленность, 1978. 248 с.

References

1. Olga Lucio, Influence of yeast strains on managing wine acidity using *Lactobacillus plantarum* / Olga Lucio, Isabel Pardo, José María Heras, Sibylle Krieger, Sergi Ferrer // Food Control. – 2018. - Volume 92, P. 471-478
2. Alicia Robles Determination and identification of organic acids in wine samples. Problems and challenges. / Alicia Robles, Magdalena Fabjan-owicz, Tomasz Chmiel, Justyna Plotka-Wasyłka // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2019. – Volume 120
3. E. M. Coelho Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil / E.M. Coelho, C.V. Silva Padilha, G.A. Miskinis, A. G. Barrosode Sá, G. E. Pereira, L. C. Azevêdo, M. S. Lima // Journal of Food Composition and Analysis – 2018. – Volume 66, P. 160-167

4. Xiyun Sun Effects on the color, taste, and anthocyanins stability of blueberry wine by different contents of mannoprotein / Xiyun Sun Zhicheng Yan Tongzhu Jinyan Zhu Yuehua Wang Bin Li Xianjun Meng // . – 2019. – Volume 279, P. 63-69
5. C. Medina-Plaza Analysis of organic acids and phenols of interest in the wine industry using Langmuir–Blodgett films based on functionalized nanoparticles / C. Medina-Plaza, C. García-Cabezón, C. García-Hernández, C. Bramorski, Y. Blanco-Val, F. Martín-Pedrosa, T. Kawai, J.A. de Saja, M. L. Rodríguez-Méndez // *Analytica Chimica Acta* – 2015.
6. M. Butnariu Biotechnology of Flavored or Special Wines / Monica Butnariu // *Biotechnological Progress and Beverage Consumption* – 2019. P. 253-282
7. Various instrumental approaches for determination of organic acids in wines / Jiri Zeravik, Zdenka Fohlerova, Miodrag Milovanovic, Ondrej Kubesa, Marta Zeisbergerova, Karel Lacina, Aleksandar Petrovic, Zdenek Glatz, Petr Skladal // *Food Chemistry* – 2016. – Volume 194 P. 432-440
8. M.C. Cravero Organic and biodynamic wines quality and characteristics: A review / Maria Carla Cravero // *Food Chemistry* / – 2019. – Volume 295, P. 334-340
9. A. Contreras The application of non-*Saccharomyces* yeast in fermentations with limited aeration as a strategy for the production of wine with reduced alcohol content / A. Contreras C. Hidalgo S. Schmid P.A. Henschke C. Curtin C. Varela // *International Journal of Food Microbiology*. – 2015. – Volume 205, P. 7-15
10. Vargas E. Automatic bionalyzer using an integrated amperometric biosensor for the determination of L-malic acid in wines. Author links open overlay panel / E. Vargas, M.A. Ruiz, F.J. Ferrero, S. Campuzano, V. Ruiz-Valdepeñas Montiel, A.J. Reviejo, J.M. Pingarrón // *Talanta*. – 2016. – Volume 158, P. 6-13
11. Susana S.M.P. A flow-based platform for measuring the acidity parameters in wine / Susana S.M.P. Vidigal António, Rangel O.S.S. // *Talanta*. – 2017. - Volume 168, P. 13-319
12. M. Palma Ultrasound-assisted extraction and determination of tartaric and malic acids from grapes and winemaking by-products / M. Palma, C G. Barroso // *Analytica Chimica Acta*. – 2002. – Volume 458, P. 119-130
13. Donchenko L.V., Nadykta V.D. Bezopasnost' pishchevoj produkcii. Uchebnik. 2-e izd., pererab. i dop. M.: DeLi print, 2007. 539 s.
14. GOST 32030-2013 Vina stolovye i vinomaterialy stolovye. Obshchie tekhnicheskie usloviya (s popravkami, s pzmeneniyem) N 1. Moskva: Izd-vo standartov, 2014. 8 s
15. Automated analytical microsystem for the spectrophotometric monitoring of titratable acidity in white, rosé and red wines / Natàlia Sàndez, Antonio Calvo-López, Susana S.M.P. Vidigal, António O.S.S. Rangel, Julián Alonso-Chamarro // *Analytica Chimica Acta*. – 2019. – Volume 1091, P. 50-58
16. Kosyura V.T., Donchenko L.V., Nadykia V.D. Osnovy vinodeliya. M.: DeLi print, 2004. 440s.
17. Vliyanie soderzhaniya glicerina i saharov na fiziko-himicheskie pokazateli harakterizuyushchie podlinnost' vin / N.V Gnilomedova i dr. // *Vinogradstvo i vinodelie* . 2017. №3. S. 34-36
18. Anikina N.S., Gnilomedova N.V Soderzhanie glicerina i glyukozo-fruktoznyj indeks kak identificiruyushchie pokazateli podlinnosti vin // *Magarach. Vinogradstvo i vinodelie*. 2017. № 2. S. 48-51
19. Izmenenie fiziko-himicheskogo sostava vin pod dejstviem nizina [Elektronnyj resurs] / M.V. Antonenko, T.I. Guguchkina, i dr. // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2019. № 57(3). S. 169-181. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/03/14.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-3-57-169-181 (data obrashcheniya: 28.04.2020).
20. Valujko G.G. Vinogradnye vina. M.: Pishchevaya promyshlennost', 1978. 248 s.