

УДК 663.257.9:543.422.7

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЯ ЖЕЛТИЗНЫ В ХОДЕ ТЕРМООБРАБОТКИ КРЕПЛЕННЫХ ВИНМАТЕРИАЛОВ

Толстенко Д. П.¹, Голуб А. Ю.², Наривончик А. В.³

¹Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия

²ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РК и Севастополе», Керчь, Республика Крым, Россия

³АО «Завод “Фиолент”», Симферополь, Республика Крым, Россия

E-mail: tol-dim@mail.ru

Исследована динамика изменения показателя желтизны при термообработке виноматериалов типа портвейна и мадеры. Показано, что на процессы созревания виноматериалов заметную роль оказывают температура обработки, а также концентрация аминокислот, редуцирующих сахаров, фенольных соединений и диоксида серы.

Ключевые слова: виноматериал, портвейн, мадера, термообработка, созревание, показатель желтизны, аминокислоты, сахара, танин, диоксид серы.

ВВЕДЕНИЕ

Портвейн и Мадера – крепленые вина португальского происхождения, широко распространенные в Российской Федерации, на Украине и в других странах СНГ. Отечественная технология их производства в обязательном порядке включает стадию термообработки, так называемые «портвейнизацию» и «мадеризацию» [1]. Режимы и параметры обработки (температура, срок обработки, доступ кислорода и другие) варьируют в достаточно широких пределах и зависят от конкретной марки вина. Однако независимо от принятого технологического режима термообработка вызывает изменение химических процессов, протекающих в вине, особенно если они протекают при доступе кислорода воздуха. Повышенная температура способствует взаимодействию аминокислот с углеводами с образованием свыше 50 различных продуктов, влияющих на органолептические свойства вин.

По мнению ряда авторов, трансформация фенольных соединений ответственна за формирование цвета и вкусовых характеристик виноматериалов в процессе их созревания. Однако существует мнение о том, что развитие коричневых оттенков в цвете может быть следствием наличия в вине высокомолекулярных веществ – меланоидинов, образовавшихся в результате карбониламинных процессов.

Сахара в зависимости от состава вина, в том числе от величины рН, спиртуозности, температуры, наличия SO₂, содержания азотистых веществ могут подвергаться различным превращениям. В кислой или слабокислой среде при нагревании они дегидратируются с образованием фурфурола или гидроксиметилфурфурола. Распад сахаров с образованием фурфурола

(гидроксиметилфурфуrolа) и темноокрашенных продуктов катализируется некоторыми кислотами и их солями (например, винной, лимонной, яблочной), металлами (Fe) и фосфатами, что особенно усиливается в присутствии аминокислот. Однако продукты распада, полученные при этом, отличаются от продуктов, получающихся при обычном термическом распаде сахаров [2].

Аминокислоты являются важнейшими предшественниками ароматобразующих веществ, накапливающихся в результате окислительного дезаминирования аминокислот и их превращений в реакциях Майяра [3]. Общая концентрация аминокислот в виноматериалах в ходе термообработки зависит от двух противоположных по направлению процессов. Один из них приводит к образованию аминокислот за счет кислого гидролиза белков и пептидов при повышенных температурах, другой – характеризует расход аминокислот в виноматериалах в результате их окислительного дезаминирования и участия в карбониламинных реакциях. Скорости этих процессов зависят от температуры обработки виноматериалов, от типов химических реакций, а также от специфичности влияния температуры на реакционную способность различных аминокислот.

Таким образом, процессы созревания крепленых вин весьма сложны и многообразны, что вызывает определенную трудность в выборе критериев розливозрелости крепленых вин. При этом наряду с научно обоснованной системой критериев [4] производителям для экспресс-оценки желательно иметь набор простых показателей, воспроизводимых в условиях заводской лаборатории. В качестве таких показателей могут выступать оптические характеристики [5], в частности – показатель желтизны [6], характеризующий степень покоричневения исследуемых образцов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на образцах молодых необработанных виноматериалов типа портвейна и мадеры, выработанных в сезон 2015 года в ГП «Малореченское» ФГУП ПАО Массандра. Для изучения влияния отдельных компонентов на процессы при термообработке в образцы вносили добавки согласно табл. 1.

Для моделирования процесса термообработки модельные системы выдерживали в термошкафу при температуре 45 °С (варианты м1–м8, п1–п8) и при температуре 60 °С (варианты м1'–м8', п1'–п8') в течение 1 месяца. В качестве контрольных вариантов (мК, мК', пК, пК') использовались виноматериалы без добавок. В образцах регулярно определяли значения пропускания T_{λ} , (%) при нескольких длинах волн: 440, 490, 540, 590 нм.

Таблица 1

Модельные системы виноматериалов

Вариант	Добавка	Концентрация	Вариант	Добавка	Концентрация
Портвейн					
п1	Серин	0,75 г/дм ^{3*}	п5	танин	0,15 г/дм ³
п2	Фенилаланин	1,2 г/дм ^{3*}	п6	SO ₂	0,4 г/дм ³
п3	Глюкоза	5 г/дм ³	п7	Фруктоза	5 г/дм ³
п4	Глюкоза	10 г/дм ³	п8	Фруктоза	10 г/дм ³
Мадера					
м1	Серин	0,75 г/дм ^{3*}	м5	танин	0,15 г/дм ³
м2	Фенилаланин	1,2 г/дм ^{3*}	м6	SO ₂	0,4 г/дм ³
м3	Глюкоза	5 г/дм ³	м7	Фруктоза	5 г/дм ³
м4	Глюкоза	10 г/дм ³	м8	Фруктоза	10 г/дм ³

* - в пересчете на аминный азот

Показатель желтизны G определяется по следующему соотношению:

$$G = \frac{1,28 \cdot X - 1,06 \cdot Z}{Y}$$

где X , Y , Z – координаты цвета в системе CIE, вычисляемые по формулам:

$$X = 0,42 \cdot T_{590} + 0,35 \cdot T_{540} + 0,21 \cdot T_{440};$$

$$Y = 0,20 \cdot T_{590} + 0,63 \cdot T_{540} + 0,17 \cdot T_{490};$$

$$Z = 0,24 \cdot T_{490} + 0,94 \cdot T_{440}.$$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что при термообработке в течение 1 месяца происходит образование продуктов сахароаминной конденсации типа меланоидинов: наблюдалось появление коричневых оттенков. Все образцы, включая контроль, имеют тенденцию к увеличению показателя желтизны на протяжении всего процесса портвейнизации и мадеризации.

При изучении влияния аминокислот на процессы портвейнизации и мадеризации установлено (рис. 1, 2), что в образцах портвейнов увеличение показателя желтизны наблюдается вне зависимости от внесения аминокислот: при температуре 60 °С значения G в опытных образцах не отличаются от значения в контрольном образце.

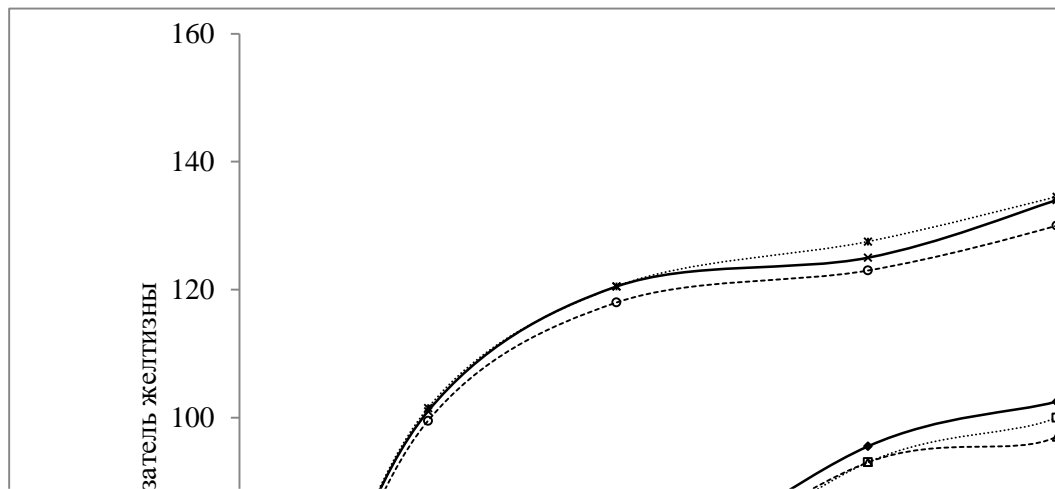


Рис. 1. Влияние аминокислот на изменение показателя желтизны при термообработке виноматериалов типа портвейна.



Рис. 2. Влияние аминокислот на изменение показателя желтизны при термообработке мадерных виноматериалов.

При температуре 45 °С в образце с добавлением серина (**п1**) начиная с третьей недели значения *G* стали превышать показания контрольного образца, в конце эксперимента превышение составило около 7,5 %.

Для модельных образцов мадеры наблюдалась совершенно иная тенденция: при обоих температурных режимах значения *G* в опытных образцах были меньше, чем в контрольных, причем чем выше температура выдержки, тем больше разница между показателями (от 5,5 % при 45 °С до 18 % при 60 °С)

По всей видимости, добавление аминокислот в мадерные виноматериалы приводит к интенсификации происходящих процессов (меланоидинообразование) при эффективной мадеризации. Это подтверждается образованием в мадерных образцах заметных количеств осадка, так как избыток аминокислот провоцирует глубокую степень протекания карбониламинных реакций с выпадением образовавшихся полимеров в осадок.

При исследовании влияния углеводов на процессы покоричневения виноматериалов портвейна и мадеры в ходе термообработки прослеживались аналогичные тенденции (рис. 3, 4). В образцах портвейнов внесение углеводов приводит к небольшому снижению значений показателя желтизны, причем не удалось выявить значимую зависимость между величиной G и концентрацией соответствующего углевода. Но для мадерных образцов введение углеводов в виноматериал приводит к значительной интенсификации протекающих процессов.

При температуре 45 °С значения G в опытных образцах немного меньше, чем в контрольном, что можно объяснить недостаточностью температуры для глубокой полимеризации продуктов карбониламинной реакции. При температуре 60 °С процессы протекают настолько глубоко, что добавление сахаров приводит к снижению интенсивности коричневых оттенков вследствие образования большого количества осадка. Зависимость между величиной G и концентрацией сахара также не была выявлена.

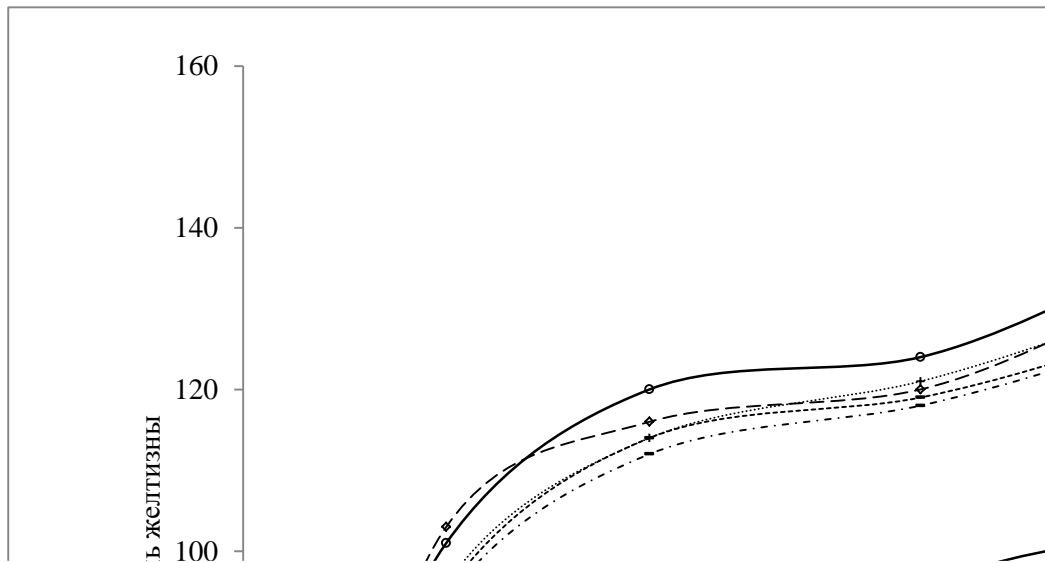


Рис. 3. Влияние углеводов на динамику показателя желтизны при термообработке виноматериалов типа портвейна.

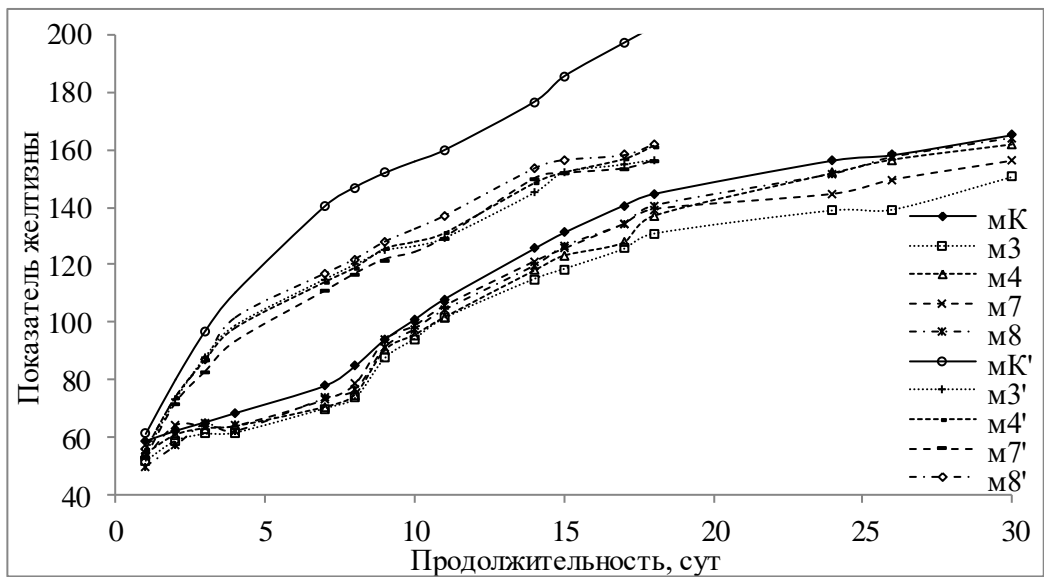


Рис. 4. Влияние углеводов на динамику показателя желтизны при термообработке мадерных виноматериалов.

При анализе образцов с добавлением галлотанина и диоксида серы было установлено, что при термообработке этих виноматериалов в течение месяца показатель желтизны возрастает, но при этом не достигает значений контрольного образца. Такая динамика характерна как для температуры 45 °С, так и для 60 °С (рис. 5, 6).

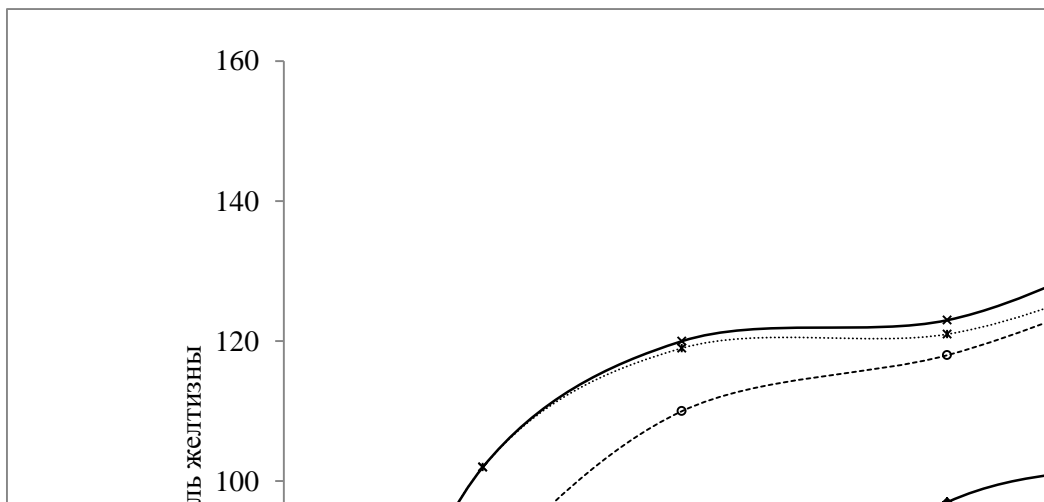


Рис. 5. Влияние танина и диоксида серы на изменение показателя желтизны при термообработке виноматериалов типа портвейна.

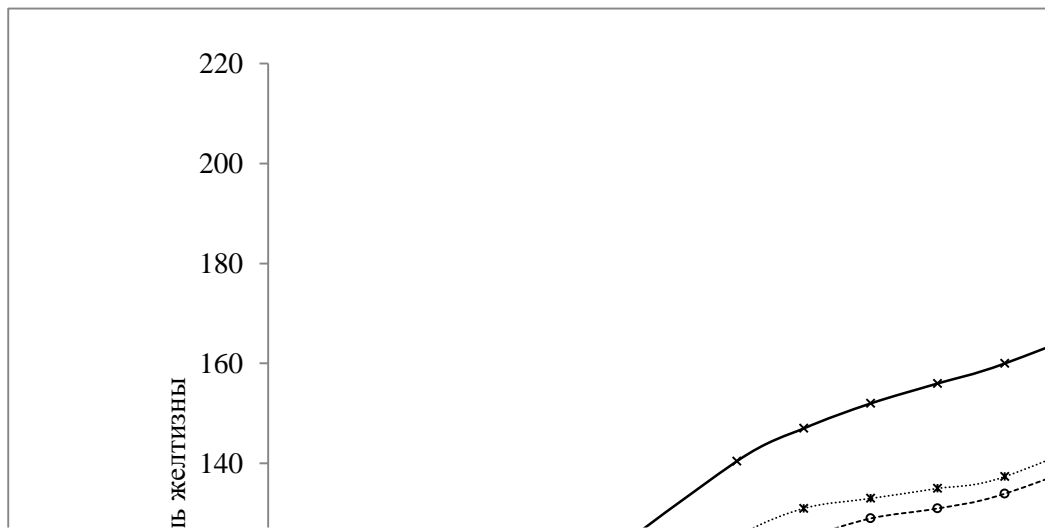


Рис. 6. Влияние танина и диоксида серы на изменение показателя желтизны при термообработке мадерных виноматериалов.

Однако в этих образцах практически не наблюдалось образования осадка, и визуально опытные образцы были наиболее светлыми. Это объясняется тем, что галлотанин обладает восстановительными свойствами, он взаимодействует с кислородом, растворенным в виноматериалах, тем самым понижается общий потенциал системы, окисленные формы переходят в восстановленные, окислительные и карбониламинные процессы тормозятся. Аналогично действует и диоксид серы, который является еще более сильным антиоксидантом, поэтому еще сильнее снижает показатель желтизны. Для образцов портвейна различия между опытными и контрольным образцами невелики вне зависимости от температуры термообработки, а для мадерных виноматериалов существенно возрастают, особенно при температуре 60 °С, где достигают 22 %.

Таким образом, наряду с анализируемым показателем желтизны были обнаружены показатели, которые могут потенциально стать критериями процессов созревания крепленых вин. В частности, такими показателями могут быть мутность виноматериала и его потенциал. Именно они и будут целью дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Повышение температуры термообработки виноматериалов типа портвейна и мадеры с 45 °С до 60 °С существенно интенсифицирует их покоричневение.
2. Аминокислоты и сахара, как участники карбониламинных реакций, приводят к накоплению малорастворимых продуктов конденсации, что, в свою очередь, снижает интенсивность коричневых оттенков.

3. Галлотанин и диоксид серы при внесении в виноматериалы уменьшают окислительно-восстановительный потенциал системы и тем самым замедляют покоричневение виноматериалов типа портвейна и мадеры.

Список литературы

1. Валуйко Г. Г. Технология виноградных вин. / Г. Г. Валуйко – Симферополь: Таврида, 2001. – 624 с.
2. Нилов В. И. Химия виноделия / В. И. Нилов, И. М. Скурихин. – М.: Пищевая промышленность, 2004. – 354 с.
3. Телегина Т. А. Реакции Майара: аминок-карбонильные взаимодействия *in vivo* и меланоидины / Т. А. Телегина, С. Б. Довидянц // Успехи биологической химии. – 1995. –Т. 35. – С. 229–266.
4. Объективные критерии розливозрелости ординарных крепких типажных виноматериалов / Е. В. Остроухова, И. В. Храменкова, В. Г. Хильский [и др.] // Виноград и вино России. – 1999. – № 5. – С. 22–25.
5. Сборник международных методов анализа и оценки вин и сусел / под общ. ред. Н. А. Мехузла – М.: Пищевая промышленность, 1993. – 320 с.
6. Гержилова В. Г. Методы технoхимического контроля в виноделии / В. Г. Гержилова – 2-е изд. – Симферополь: Таврида, 2009. – 304 с.

INVESTIGATION OF THE DYNAMICS OF YELLOWNESS INDEX IN THE THERMAL TREATMENT OF FORTIFIED WINE MATERIALS

Tolstenko D. P.¹, Golub A. Y.², Narivonchik A. V.³

¹*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation*

²*«Center of Hygiene and Epidemiology in Crimea and Sevastopol», Kerch, Russia*

³*«Zavod «Phiolent», Simferopol, Russia*

E-mail: tol-dim@mail.ru

The dynamics of the change in the yellowness index during the thermal treatment of wine materials for Port wine and Madera was investigated. The yellowness index is one of the indicators characterizing the intensity of brown hues, is used in winemaking as an indicator of the degree of oxidation of the wine. During the study, the heat treatment temperature (45 °C and 60 °C, typical for Port wine and Madera, respectively) was varied. Also, various amino acids and sugars were added to the samples as participants in the carbonylamine reaction, as well as phenolic substances and sulfur dioxide as reducing agents used in winemaking.

It was shown that the treatment temperature, as well as the concentration of aminoacids, reducing sugars, phenolic compounds and sulfur dioxide, plays a significant role in the maturation and color formation of wine materials. Aminoacids and sugars take part in the carbonylamine reactions and activate them. It leads to an increase in the concentration of reaction products, such as melanoidins and turbidity of wine materials and a decrease in the yellowness index in wine materials for Port wine and Madera. Phenolic substances and sulfur dioxide, on the contrary, reduce the potential of the system, which inhibits oxidative processes and also leads to a decrease in the yellowness index.

Keywords: wine material, Port wine, Madera, thermal treatment, maturation, yellowness index, amino acids, sugars, tannin, sulfur dioxide.

References

1. Valouiko G. G. *Technology of grape wines*, 624 (Tavrida, Simferopol, 2001). (in Russ.).
2. Nilov V. I., Skurikhin I. M. *Chemistry of winemaking*, 354 (Food Industry, Moscow, 2004). (in Russ.).
3. Telegina T. A., Dovidyants S. B. Maillard reactions: amino-carbonyl interactions *in vivo* and melanoidins, *Progress in Biological Chemistry*, **35**, 229 (1995). (in Russ.).
4. Ostroukhova E. V., Khranchenkova I. V., Khilsky V. G. [and others] Objective criteria for maturity of ordinary fortified type wine materials, *Vine and Wine of Russia*, **5**, 22 (1999). (in Russ.).
5. *Collection of international methods for the analysis and evaluation of wines and musts / under the general ed. N. A. Mehuzla*, 320 (Food Industry, Moscow, 1993). (in Russ.).
6. Gerzhikova V. G. *Methods of Technochemical Control in Winemaking*, 2 ed., 304 (Tavrida, Simferopol, 2009). (in Russ.).