УДК 663 (045)

К.В. Севодина

О ВЛИЯНИИ СОДЕРЖАНИЯ САХАРОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ ОБЛЕПИХОВЫХ ВИН В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Изучено влияние концентрации сахаров на интенсивность протекания процесса покоричневения в облепиховых винах. Экспериментально показано, что повышение концентрации сахаров и введение сахарозаменителей приводит к увеличению срока хранения облепиховых вин. Получены расчетные зависимости для контроля интенсивности протекания реакции в образцах вина с различной концентрацией сахаров и сахарозаменителей.

Реакция Майяра, покоричневение, кинетическое моделирование, порча пищевых продуктов.

Введение

Известно, что цветность вин зависит от ряда факторов, основными из которых являются вид и качество сырья, из которого изготовлены вина, условия произрастания и степень зрелости плодов. В литературе, посвященной исследованию стабильности напитков из облепихи при хранении, причины изменения окраски описаны в самом общем виде [1]. Изменение же цветности в процессе выдержки может быть обусловлено несколькими причинами: протеканием реакции Майяра, изменением полифенольного состава образцов и трансформацией каротиноидов.

Влияние каротиноидов может быть исключено по следующим основаниям: во-первых, по данным анализов [2], они содержатся в следовых количествах; во-вторых, по данным ГЖХ, в напитках из облепихи отсутствуют ксилолы – маркеры деструкции каротиноидов [3].

Еще одной причиной потемнения вин из облепихи может служить полифенольное потемнение. Вклад полифенолов облепихи в процесс покоричневения напитков из нее на сегодняшний день практически не изучен, также отсутствуют сведения о количественном и качественном составе полифенолов облепихи и их изменении под действием временных, температурных и других факторов.

Влияние температурных режимов обработки напитков на основе облепихи изучалось, достаточно подробно [4]. Считается, что предпочтительна кратковременная высокотемпературная обработка при 80–90 °С в течение нескольких секунд. По некоторым данным, длительная обработка способствует потере сортового аромата и появлению посторонних запахов. Кроме того, при нагревании разрушается витамин С и ускоряется протекание реакция Майяра.

Результатом реакции Майяра является образование ряда веществ – так называемых маркеров, которые и дают основание полагать, что причиной изменения цветности является протекание этой реакции. Указывать на этот факт может покоричневение вин при длительном хранении, выпадение осадка и появление специфического малоприятного запаха. Похожие изменения наиболее типичны для плодовых, в частности облепиховых вин. В связи с чем логичным является предположение о неферментативном характере потемнения этих вин.

На интенсивность протекания реакции Майяра оказывают влияние повышенные температуры, количество сахара и аминокислот, содержащегося в напитке. Чем выше содержание сахаров, вступающих во взаимодействие с аминокислотами, и выше температура, при которой хранится продукт, тем интенсивнее проявляется покоричневение и быстрее происходит порча продукта.

В рамках проводимых исследований нами была предпринята попытка выяснить вклад реакции Майяра в процессы, приводящие к покоричневению облепиховых вин в процессе хранения.

Объекты и методы исследования

Для проверки рабочей гипотезы о неферментативном характере потемнения облепиховых вин были изготовлены образцы, параметры которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Образцы облепиховых вин, скорректированных по составу

Вино	Массовая концентрация сахаров в пересчете на инвертный, г/дм^3	Массовая концентрация сладкого компонента, г/дм^3
Полусладкое облепиховое вино	50,0	–
Полусладкое облепиховое вино с добавлением ксилита	–	100,0
Полусладкое облепиховое вино с добавлением эритрита	–	100,0
Полусладкое облепиховое вино с добавлением сорбита	–	100,0
Полусладкое облепиховое вино с добавлением фруктозы	–	30,0

Полусладкое облепиховое вино с добавлением фруктозы	–	50,0
Полусладкое облепиховое вино с добавлением глюкозы	–	30,0
Полусладкое облепиховое вино с добавлением глюкозы	–	50,0

За основу был взят осветленный деметаллизированный облепиховый виноматериал, изготовленный из смесового сырья (облепихи разных сортов), произрастающего на территории Алтайского края, по [4]. С целью улучшения органолептических показателей готового продукта, т. е. снижения кислотности, в виноматериал вносили воду до остаточного содержания кислот не более 7,0 г/дм^3, массовая концентрация сахаров в пересчете на инвертный составляла не более 3,0 г/дм^3. Восстановление сладости производили за счет введения в состав подготовленного виноматериала одного из сладких компонентов: ксилита, эритрита, сорбита, фруктозы, глюкозы.

Готовые образцы вин ставили на экспериментальное хранение при температурах 30, 40, 55 °С в термостаты марки ТС-80. Контрольные образцы хранили при температуре (18±2) °С (рекомендуемый режим хранения вин).

Исследования проводили до момента существенного ухудшения внешнего вида образцов. Показателем, характеризующим цветность вин, подлежащим определению, послужил показатель интенсивности окраски (I), измеряемый спектрофотометрическим методом и рассчитываемый по формуле:

$$I = A_{420} + A_{520} + A_{620}, \qquad (1)$$

где A_{420}, A_{520}, A_{620} – величины поглощения при соответствующих длинах волн.

В соответствии с методом *OIV*, предложенным для оценки качества вин и сусел, под хроматической характеристикой понимают яркость и цветность вина. Условно эти характеристики выражают с помощью таких показателей, как интенсивность и оттенок цвета.

В работах [8–10] была показана принципиальная возможность применения этого метода к винам, коньякам и уксусам. Наиболее простым и надежным показателем для экспериментального определения, на наш взгляд, является именно интенсивность окраски.

При фиксировании результатов изменения количественных параметров интенсивности отмечали характеристики цветности образцов вин с применением общепринятого описательного метода.

Расчетные значения интенсивности имеют хорошую сопоставимость с экспериментальными данными и дают возможность определить точный срок хранения исходя из конкретной величины I. Для заложенной на хранение партии вин значение интенсивности окраски составило 1,40±0,04.

Для представления характеристик цветности исследуемых напитков в динамике нами был применен метод кинетического моделирования [5].

Исходя из этого следует, что процесс изменения качества продукта (Q) во времени можно смоделировать уравнением кинетики нулевого или первого порядка:

$$\frac{dQ}{d\tau} = kQ^m, \qquad (2)$$

где m – порядок реакции.

Следует подчеркнуть, что уравнение (2) не представляет истинный механизм реакции, а m и k не обязательно истинные порядок реакции и константа скорости, а, скорее, кажущиеся. Эти параметры уравнения могут быть определены по экспериментально измеренным данным как функции от времени. Для определения параметров, входящих в кинетические уравнения, использовался интегральный метод расчета, при котором уравнение (2) интегрируется, и получается вид функции, отражающей изменение качества продукта во времени, в нашем эксперименте – интенсивность окраски, для реакции нулевого порядка:

$$I = I_0 + k\tau \qquad (3)$$

и для реакции первого порядка:

$$I = I_0 \exp(-k\tau), \qquad (4)$$

где k – константа скорости реакции τ – время, недели.

Подавляющее большинство изученных реакций, происходящих в пищевых продуктах, характеризуются как псевдонулевого или псевдопервого порядка [6, 7], поэтому для моделирования хроматической характеристики I как функций времени мы применяли уравнения (3) и (4).

Константа скорости реакции описывается законом Аррениуса:

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \qquad (5)$$

где k_0, E, R – параметры уравнения Аррениуса.

Обработку экспериментальных данных по выбранному показателю качества напитков (интенсивность окраски I) проводили методом наименьших квадратов в автоматизированной системе *MathCad* 14.

Результаты и их обсуждение

Для удобства сопоставления результатов первыми были обработаны данные по образцу 1 – полу-

сладкому облепиховому вину, содержащему в своем составе инвертный сироп в количестве 50,0 г/дм^3. Параметры кинетических уравнений нулевого и первого порядков этого, а также других образцов были получены путем применения метода регрессионного анализа. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры кинетических моделей исследуемых систем

Образец	Кажущийся порядок							
	m = 0				m = 1			
	K_0	E	I_0	R^2_Σ	K_0	E	I_0	R^2_Σ
1	$8{,}008\cdot10^{16}$	$1{,}083\cdot10^{5}$	0,275	26,02	$1{,}85\cdot10^{5}$	$3{,}846\cdot10^{4}$	0,42	1,331
2	$3{,}554\cdot10^{9}$	$6{,}514\cdot10^{4}$	0,377	0,12	$4{,}229\cdot10^{6}$	$4{,}656\cdot10^{4}$	0,411	0,561
3	$1{,}256\cdot10^{9}$	$6{,}274\cdot10^{4}$	0,384	0,21	$1{,}922\cdot10^{6}$	$4{,}464\cdot10^{4}$	0,405	0,619
4	$3{,}982\cdot10^{9}$	$6{,}545\cdot10^{4}$	0,371	0,127	$2{,}352\cdot10^{6}$	$4{,}495\cdot10^{4}$	0,403	0,652
5	$5{,}234\cdot10^{10}$	$7{,}274\cdot10^{4}$	0,326	0,243	$1{,}556\cdot10^{7}$	$5{,}014\cdot10^{4}$	0,36	0,467
6	$8{,}469\cdot10^{10}$	$7{,}401\cdot10^{4}$	0,314	0,176	$3{,}148\cdot10^{7}$	$5{,}195\cdot10^{4}$	0,349	0,402
7	$5{,}495\cdot10^{9}$	$6{,}597\cdot10^{4}$	0,374	0,153	$3{,}223\cdot10^{6}$	$4{,}567\cdot10^{4}$	0,418	0,619
8	$6{,}724\cdot10^{9}$	$6{,}656\cdot10^{4}$	0,365	0,32	$7{,}978\cdot10^{6}$	$4{,}804\cdot10^{4}$	0,405	0,765

В табл. 2 R^2_Σ обозначено суммарное среднеквадратическое отклонение между опытными и расчетными данными для температур 30, 40 и 55 °С.

При выборе модели нулевого или первого порядка предпочтение отдается той, для которой суммарное среднеквадратичное отклонение меньше. За исключением первого образца, во всех случаях принята модель нулевого порядка.

Расчетный срок хранения контрольного образца составил 52 недели (рис. 1), что соответствует результатам, полученным при визуальной оценке образцов, хранившихся в стандартных условиях.

Далее рассчитывали параметры кинетических уравнений образцов, содержащих сахарозаменители. Установлено, что снижение концентрации сахаров и внесение в состав напитка сахарозаменителей значительно увеличивает срок хранения. Так, сроки хранения образцов 2, 3, 4 составили 138, 150 и 143 недели соответственно, тогда как срок хранения полусладкого вина (образец 1) составил 52 недели, что в 2,5 раза меньше по сравнению с диетическими винами.

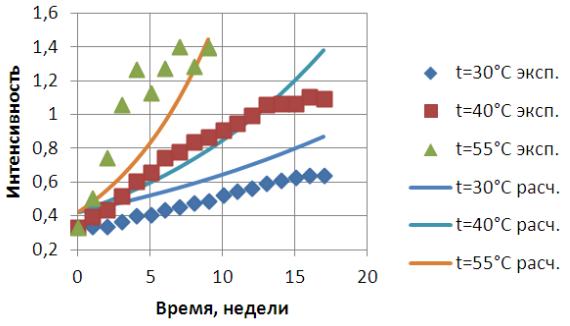
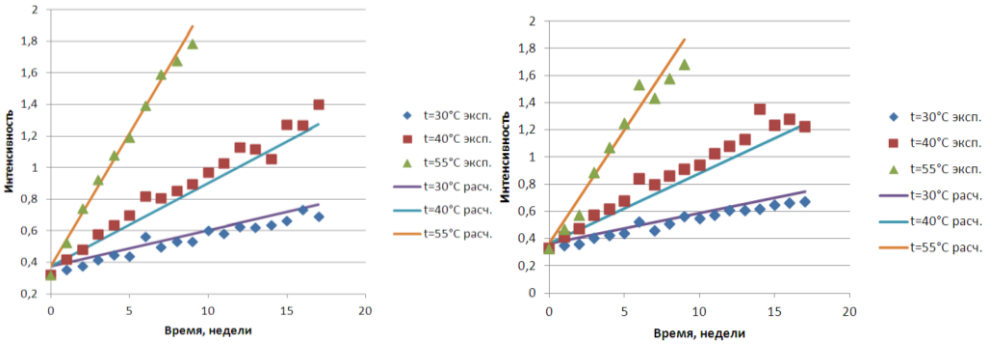


Рис. 1. Изменение интенсивности цвета контрольного образца

Однако было отмечено, что введение в состав виноматериала сахарозаменителей несколько ухудшает его органолептические свойства, в частности внешний вид – появляется выраженная опалесценция. Хранение вин в стандартных условиях привело к появлению дополнительных дефектов – образования небольшого количества полупрозрачных пленок и выпадению незначительного осадка. Было сделано заключение о необходимости дополнительного, более тщательного определения параметров обработки виноматериала с целью улучшения разливостойкости данного типа вин.

Аналогичный процесс наблюдался при введении в состав вин моносахаридов. Для изучения динамики течения процесса покоричневения в облепиховом вине в виноматериал вводили глюкозу и фруктозу в количествах 30 и 50 г/дм^3.

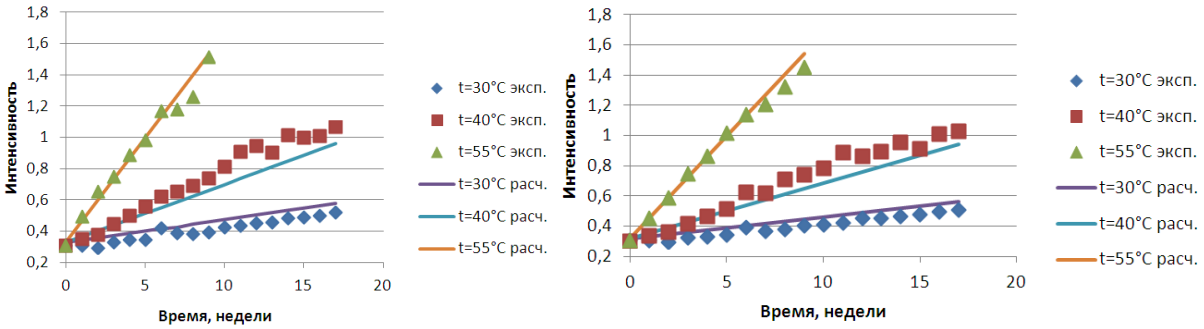
Установлено, что при повышении концентрации указанных сладких компонентов увеличивается и срок хранения. Повышение содержания глюкозы с 30 до 50 г/дм^3 увеличивает продолжительность хранения со 130,7 до 143,3 недели соответственно (рис. 2).



а) б)

Рис. 2. Изменение интенсивности цвета образцов облепиховых вин с содержанием глюкозы 30 г/дм^3 (а) и 50 г/дм^3 (б)

Лучшие значения показателей качества и срока хранения были получены при использовании в качестве сладкой основы тонкодисперсной фруктозы. Вина, содержащие этот моносахарид, обладали превосходными органолептическими характеристиками, тонким ароматом, приятным и длительным послевкусием. Введение фруктозы в количестве 30 г/дм^3 позволяет хранить вино до 233 недель (рис. 3). Повышение концентрации фруктозы с 30 до 50 г/дм^3 увеличивает срок хранения до 264 недель.



а) б)

Рис. 3. Изменение интенсивности цвета образцов облепиховых вин с содержанием фруктозы 30 г/дм^3 (а) и 50 г/дм^3 (б)

Таким образом было показано, что концентрация сахаров и температурное воздействие не оказывают каталитического действия на процесс покоричневения облепиховых вин, следовательно, реакция неферментативного потемнения (реакция Майяра) не является причиной потемнения вин этого наименования. Этот вывод позволяет предположить, что истинной причиной покоричневения напитков из облепихи является изменение полифенольного состава, что требует проведения дополнительных исследований.

Список литературы

1. Sea Buckthorn Products: Manufacture and Composition / T. Beveridge, T.S.C. Li, D. Oomah, A. Smith // J. Agric. Food Chem. – 1999. – № 47 (9). – P. 3480–3488.
2. Осветленный сок – продукт комплексной обработки облепихи / А.И. Чумичев и др. // Пиво и напитки. – 2009. – № 4. – С. 34–35.
3. Description of volatile compounds generated by the degradation of carotenoids in paprika, tomato and marigold oleoresins / J.J. Rios, E. Fernandes-Garcia, M.J. Mingues-Mosquera, A. Perez-Galvez // Food Chem. – 2008. – № 106. – P. 1145–1153.
4. Влияние ультразвука на процесс осветления облепихового виноматериала / Е.Д. Рожнов и др. // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 5. – С. 14–15.
5. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2006.
6. Laduza, T.P. Application of chemical kinetics to deterioration of foods / T.P. Laduza // J. Chem. Educ. – 1984. – № 61.
7. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов / К.Дж. Валентас, Э. Ротштейн, Р.П. Сингх (ред.). – СПб.: Профессия, 2004.
8. Сборник международных методов анализа и оценки вин и сусел / под общ. ред. Н.А. Мехузла. – М.: Пищевая промышленность, 1993. – 314 с.
9. Международный метод определения цветности вин применительно к коньякам / Р.Р. Гулиев и др. // Виноделие и виноградарство. – 2002. – № 3. – С. 20–21.
10. Севодина, К.В. Прогнозирование сроков хранения яблочного уксуса / К.В. Севодина, А.Л Верещагин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 6. – С. 59–62.

ФГБОУ ВПО «Бийский технологический институт»,
659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27.
Тел./факс: (3852) 43-53-00
e-mail: info@bti.secna.ru

SUMMARY

K.V. Sevodina

THE EFFECT OF SUGAR CONTENT ON THE COLOUR CHANGE INTENSITY OF SEA BUCKTHORN WINE DURING STORAGE

The effect of sugar concentration on the intensity of sea buckthorn wine browning has been studied. It has been shown that the increase of sugar concentration and sweeteners introduction increases the shelf life of sea buckthorn wine. The calculated dependences to monitor the reaction intensity in the wine samples with different concentrations of sugars and sweeteners have been established.

Maillard reaction, browning, kinetic modeling, foods spoilage.

Biysk Technological Institute,
27, Trofimova street, Biysk, 659305, Russia.
Phone/fax: +7 (3854) 43-53-00
e-mail: info@bti.secna.ru