

Вичавки, які залишаються після вилучення соку містять велику кількість органічних кислот, пектинових, дубильних, мінеральних, барвних та інших речовин. Вичавки з чорниць представляють собою ущільнену масу, яка складається з шкірочки, насіння та залишків м'якоті інтенсивного забарвлення. За хімічним складом вичавки дещо відрізняються від свіжої сировини (табл. 5).

Вичавки, отримані після вилучення соку із сировини, втрачають значну кількість поживних речовин (табл. 5) в порівнянні зі свіжими ягодами чорниці. Однак, хоча вміст

Таблиця 5
Фізико - хімічні показники ягід та вичавок чорниці (n =5, p ≤ 0,05)

Назва	Масова частка, %			Вміст, мг/100г	
	сухих речовин (загальний вміст)	титрованих кислот	пектинових речовин	вітаміну С	поліфенольних речовин
Ягода	19,89	1,48	0,92	30,80	1710
Вичавки	29,69	0,38	1,03	5,80	964

поживних речовин у вичавках зменшується, проте доцільно їх використовувати для подальшої переробки, тому що вони мають досить високий вміст БАР, зокрема поліфенольних, які переважно концентруються у шкірочці ягід. В аналізованих зразках вичавок визначено вміст флавоноїдів і отримані результати наведені в таблиці 6.

Таблиця 6
Вміст флавоноїдів у вичавках чорниці, мг/100г (n =5, p ≤ 0,05)

Назва регіону вирощування	Оксикоричні кислоти та їх похідні	Флавоони та їх похідні	Антоціани	Флаван-3-оли	Сума
Волинська обл.	14,64	5,15	735,70	4,83	760,32
Житомирська обл.	19,51	4,87	603,44	6,65	634,47

З наведених в таблиці 6 даних видно, що вичавки чорниці, які залишилися після пресування, характеризуються багатим вмістом флавоноїдів, зокрема антоціанів, і їх доцільно переробляти і використовувати у харчовому виробництві. Отримані вичавки піддавали екстрагуванню при температурі 50⁰С з використанням різних екстрагентів – води, водного розчину етилового спирту та органічних кислот (винної, лимонної). Досліди проводили з вичавками чорниць, отриманих після вилучення соку, зібраних на території Волинської

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kalt W., McDonald J., Ricker K. Anthocyanin content and profile within and among blueberry species // Can. J. Plant Sci., 1999. – 79. – P. 617-623.
2. Hon D-X. Potential mechanism of cancer chemoprevention by anthocyanins // Curr. Mol. Med., 2003. – 3 – P. 149-159.
3. Гаммерман, А.Ф. Лекарственные растения [Текст] / А.Ф. Гаммерман, Г.Н. Кадаев, А.А. Яценко - Хмельевский - Москва, 1990. – 542 с.
4. Петрова, В.П. Дикорастущие плоды и ягоды [Текст] / В.П. Петрова – М: Лесная пром-ть, 1987. – 248 с.
5. Сліп, Ю.Я. Дари лісів [Текст] / Ю.Я. Сліп, М.Я. Зерова, В.І. Лушпа, С.І. Шаброва - К.: Урожай, 1979. – 440 с.
6. Капрельянц, Л.В. Ферменты в пищевых технологиях [Текст]: монография / Л.В. Капрельянц, Одес. нац. акад. харч. техн. – Одеса: Друк, 2009. – 485 с.
7. Хомич, Г.П. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАР [Текст]: монографія / Г.П. Хомич, Н.І. Ткач, Полтав. ун-т спож. кооп. України. – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2009. – 159 с.

УДК 637.142.2:66.086.4:004.942.

БУРДО О.Г., д-р техн. наук, професор, РЫБИНА О.Б., канд. техн. наук

Одесская национальная академия пищевых технологий

ИНАКТИВАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

В статье исследуется микроволновая обработка жидких пищевых продуктов, и, в частности, виноматериалов, с целью инактивации микроорганизмов. Показано, что температуры инактивации при микроволновом воздействии оказываются ниже, чем при традиционном нагреве. Предполагается, что основное влияние на это оказывает избирательный нагрев. Рассматривается распределение электромагнитного поля и температур в продукте. Эксперимен-

Таблиця 7
Фізико-хімічні показники екстракту з чорниці (n =5, p ≤ 0,05)

Область районування чорниці	Вміст, мг/100г	
	поліфенольних речовин	барвних речовин
Волинська	2120,00	733,33
Житомирська	1500,00	377,95

та Житомирської областей.

Аналіз якості екстрактів показав, що отримані умови екстрагування, при яких у екстракт переходить максимальний вміст барвних речовин, встановлені при екстрагуванні зразка з гідромодулем 1:0,75; 60 % водно-спиртовим розчином. Фізико-хімічна характеристика екстракту наведена у таблиці 7. Отримані екстракти прозорі, мають інтенсивне темне червоно-фіолетове забарвлення, слабкий аромат, кислий смак.

Дані таблиці 7 підтверджують, що екстракти з вичавок чорниці багаті на БАР, хоча вміст барвних та поліфенольних речовин значно вищий, як і в соку, у чорниці з Волинського регіону. Отримані екстракти мають високі показники якості, містять у своєму складі велику кількість фенольних речовин і можуть бути рекомендовані для використання в якості барвника або харчової біологічно активної добавки.

Висновки. Результатами проведених досліджень підтверджено, що умови вирощування ягід чорниці впливають на їх якісні показники та продукти їх переробки. Показники якості вищі в ягодах та продуктах переробки чорниць, зібраних у Волинській області. Встановлено, що в межах одного виду сировини активність власної ферментної системи може значно відрізнятися, і залежить від індивідуального розвитку рослини у природньому навколишньому середовищі, а також з підвищенням в ягодах чорниці флавоноїдів зменшується активність ферменту поліфенолоксидази.

Перспективою подальших досліджень у даному напрямі є розробка нових видів харчових продуктів на основі екстрактів з вичавок чорниці та перевірка отриманих результатів у виробничих умовах.

Поступила 09.2010

temperatures of inactivation in microwave heating are lower than those are in convntional heating. Different models of selective heating are considered. Field and temperature distributions in product have been obtained. The experimental results are summerized by the methods of the similarity theory. The results of the microbiological analyses of vines, which were heated by electromagnetic field, were given.

Key words: simulating models, microwave field, disturbing of microorganisms.

Пищевое сырьё служит благоприятной средой для развития микрофлоры, что создаёт проблемы сохранности продуктов. Поэтому требуются операции по инактивации микроорганизмов. Задачи микробиальной стабилизации пищевых продуктов являются ключевыми в консервных, винодельческих, молочных и других производствах. Практически полтора столетия эти задачи решались организацией процессов пастеризации и стерилизации. При этом приходилось мириться с рядом негативных факторов. Во-первых, термическая обработка при консервировании снижает качество продукта, ведет к потере витаминов, инактивации ферментов, денатурации белков и пр. Это парадоксально, но именно на «порчу» продукта расходуется 99,99% используемой при пастеризации энергии. Только сотая доля процента подведенной к продукту энергии достигает цели. Высокая энергоёмкость процесса является вторым негативным фактором пастеризационного оборудования. Серьезные проблемы с энергообеспечением, которые ощущает агропромышленный комплекс, требуют серьезного пересмотра и совершенствования всей цепочки трансформации энергии в пищевых технологиях, в том числе и в процессах пастеризации [1].

Пищевые технологии отличаются энергоёмкостью, но даже здесь не найти примеры столь низкой энергетической эффективности теплообменного оборудования и таких негативных преобразований в продукте как в пастеризаторах. На производствах еще широко применяются нетехнологические приемы обработки продукции в автоклавах. Примеры применения перспективных мембранных технологий для задач микробиологической стабилизации встречаются редко, да и их возможности ограничены узким кругом пищевых систем. Усилия ученых направлены только на поиски удачного сочетания температуры и времени обработки. Новые подходы, перспективные принципы для микробиологических процессов, исследуются поверхностно, эволюция теории пастеризации остановилась со времен Л.Пастера.

Консерватизм характерен и для технологов, разрабатывающих режимы пастеризации. Для каждого нового вида продукта, тары проводятся экспериментальные исследования и рекомендуются параметры процесса пастеризации. Вместе с тем, современный уровень понимания зависимости жизненных параметров микроорганизмов от уровня температур достаточно высок. С другой стороны, значительный путь развития прошли учения по теплообмену. Созданы методы расчета нестационарных тепловых режимов, разработаны теория регулярного режима, освоены принципы теории обобщенных переменных. Представляется, что объединение успехов микробиологов и теплофизиков должно было давно дать импульс для создания современной теоретической базы пастериза-

ции, разработке инженерных методов расчета микробиологических процессов. Ведь именно на объединении знаний физики и химии основан феномен Пастера. На современном этапе главным приоритетом в организации микробиологических процессов, вероятно, должна стать задача снижения уровня потребления энергии и повышения качества продукта. Современная научная парадигма технологии микробиологической стабилизации должна основываться на селективном воздействии на микроорганизм при минимальных изменениях в структуре самого продукта.

В этой связи перспективными становятся приемы, которые максимально учитывают специфику микроорганизма и позволяют организовать процесс на принципах избирательности. Например, механический «отсев» микроорганизмов при нанофильтрации. Особые надежды следует связывать с волновыми технологиями при электрофизическом воздействии на систему «продукт - микроорганизм». Применение микроволновых технологий в задачах инактивации микроорганизмов можно рассматривать как шаг по применению нанотехнологий в пищевых производствах. Возможно, эти процессы станут первыми реально организованными поточными нанотехнологиями при консервировании. Защищают такую позицию следующие положения. Во-первых, микроорганизм является природой созданным наномасштабным объектом. Во-вторых, отработаны достаточно надежные

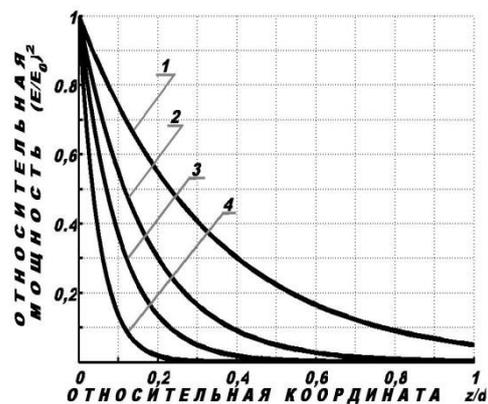


Рис. 1 Зависимость относительной мощности от относительной координаты при толщине продукта d:1-3 см; 2-6 см; 3-10 см; 4-20 см

и относительно простые методы определения летальности микроорганизмов. Задачами научных исследований должны стать формулировка гипотез, разработка методов их экспериментальной проверки с помощью общепринятых в микробиологии приемов. Последовательное подтверждение (либо опровержение) каждой гипотезы определит степень влияния отдельных факторов на кинетику микробиологических процессов. Успех в решении такой сложной проблемы возможен при объединении усилий научных школ в области микробиологии и теплопереноса. В результате определения, генерального направления дальнейших исследований, доказательства сформулированной научной гипотезы, стало понятно, что эффективность микробиологических процессов в электромагнитных полях определяется удачным сочетанием электрофизических параметров поля, гидродинамической структурой продукта, теплофизическими

и электрофизическими характеристиками продукта.

Сложно переоценить новые возможности, которые открывают перед технологиями консервирования наномасштабные принципы организации процессов подвода энергии. Результаты проведенной работы позволяют сформулировать главные требования, которые предъявляют к конструкции аппарата для микробиологической стабилизации продукта.

Во-первых, следует организовать тонкопленочное движение продукта, желательнее с обновлением поверхностного микрослоя.

Во-вторых, обеспечить согласование тепловой нагрузки аппарата с мощностью электромагнитного поля.

В-третьих, для первых образцов аппарата следует ориентироваться на продукты с предпочтительными отличиями в диэлектрических характеристиках, например, сгущенные. Представляется, что такой подход позволит реализовать полезную технологическую цепочку: низкотемпературное концентрирование методами вымораживания – микроволновая (МВ) микробиологическая стабилизация. Такая комбинация будет способствовать полному сохранению полезных компонентов пищевого сырья.

Существенное влияние на процесс МВ обработки оказывает избирательный нагрев. Из-за различия диэлектрических констант микроорганизмов и среды, в которой они находятся, микроорганизмы будут нагреваться быстрее, чем среда при одинаковой температуре нагрева. Рассматривался теплообмен между

$$\Theta(t) = \int_0^t A(\tilde{r}) \cdot \exp[-\alpha B(t - \tilde{t})] d\tilde{t}, \quad (1)$$

$$\Theta = \begin{cases} A \frac{R^3}{3a_2} \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot \frac{1}{r} & \text{при } R \leq r < \infty \\ A \frac{R^2}{3a_2} \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1} + \frac{1}{2} \right) - A \frac{r^2}{6a_2} & \text{при } 0 \leq r < R \end{cases}, \quad (2)$$

микроорганизмами средой по уравнению Ньютона-Рихмана и по закону Фурье (уравнения (1) и (2));

где приняты соответствующие обозначения: Θ – перегрев микроорганизма относительно среды; t – время обработки; A – величина, зависящая от мощности МВ поля; α – коэффициент температуропроводности; B – величина, зависящая от теплофизических характеристик микроорганизмов и среды; λ – коэффициент теплопроводности; r – радиальная координата.

Для обоих случаев теплообмена рассматривались два режима: непрерывный и импульсный. Получено, что при уменьшении продолжительности импульса МВ поля уменьшается теплообмен между микроорганизмом и средой и соответственно перегрев возрастает.

Так же рассматривалось влияние оболочки микроорганизмов на их перегрев. Дополнительное увеличение значения перегрева, связанное с наличием оболочки, определяется формулой:

$$\Theta = \frac{\Theta_{ум} \cdot h}{B\lambda_0} \cdot \frac{1 - \exp\left(-\frac{\lambda_0 B \tau}{h}\right)}{\tau} \quad (3)$$

где h – толщина оболочки.

Так как данные о диэлектрических характеристиках вина отсутствуют, была разработана модифицированная дистрибутивная модель [2], позволяющая рассчитывать значения диэлектрических констант. Последняя применима к продуктам, состоящим из основного ингредиента и небольшого количества остальных. Можно считать, что для таких продуктов влияние каждого малого ингредиента на комплексную диэлектрическую постоянную ε не зависит от наличия или отсутствия других малых ингредиентов. Соответственно, можно записать

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \sum_k \varepsilon_k, \quad (4)$$

где ε_0 – комплексная константа для основного ингредиента, а ε_k – поправки, вносимые малыми ингредиентами.

Поскольку концентрации малых ингредиентов c_k малы, зависимость поправок ε_k от концентрации c_k можно считать линейной. Кроме того, при $c_k = 0$, поправка ε_k тоже должна равняться нулю. Из сказанного следует, что

$$\varepsilon_k = \begin{cases} a_k c_k & \text{при } c_k \neq 0 \\ 0 & \text{при } c_k = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Здесь a_k и b_k – константы, не зависящие от c_k (c_k берется в долях).

Эффективность процесса МВ обработки существенно зависит от однородности распределения поля и температуры внутри продукта. Проведенные расчеты [3, 4, 5] показали, что распределение поля в продукте зависит от толщины последнего (d). При толщине продукта, значительно большей глубины проникновения, поле проникает только в поверхностные слои продукта (рис. 1).

При толщине продукта, значительно меньшей глубины проникновения, поле пронизывает весь продукт, распределяясь в нем равномерно (рис. 2). Наконец, когда толщина продукта кратна половине длины волны поля, оно распределяется так, как показано на рис. 3.

Кривые, которые описывают распределение температур в продукте (рис. 4), были получены в результате решения уравнения теплопроводности с внутренними источниками теплоты и соответствующими граничными условиями.

Если длительность обработки невелика (соответственно скорость нагрева высокая), температурный профиль приблизительно повторяет распределение поля в продукте. Если длительность обработки большая (скорость нагрева маленькая или после

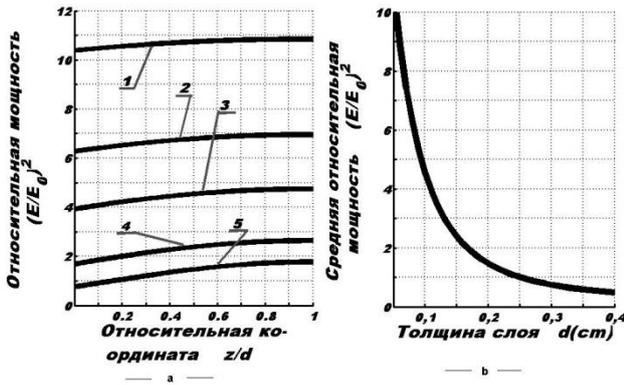


Рис. 2. Зависимость относительной мощности от относительной координаты при толщине продукта: 1 – d=0,05 см; 2 – d=0,1 см; 3 – d=0,2 см; 4 – d=0,3 см; 5 – d=0,2 мм; б) – от толщины

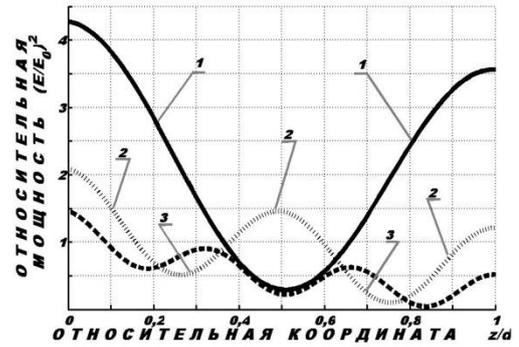


Рис. 3. стоячие волны при толщине продукта d: 1 – 0,7 см; 2 – 1,4 см; 3 – 2,1 см

нагрева продукт выдерживается при данной температуре), температура в середине продукта выравнивается.

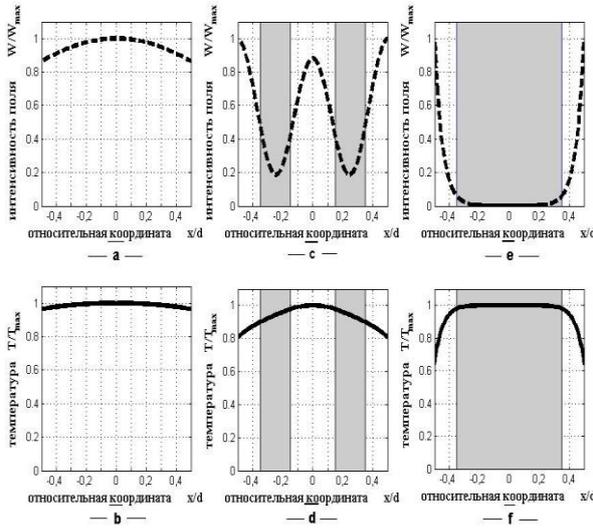


Рис. 4. Распределение интенсивности поля и температуры при толщине продукта d: а,б – 0,2см; с,д – 1,4см; е,ф – 10 см

Во всех случаях температура на поверхности продукта ниже, чем в его середине (при обычном нагреве температура на поверхности всегда больше).

процесс пастеризации электромагнитным полем оказывают влияние мощность поля, длительность обработки, скорость протекания продукта и геометрическая форма трубопровода, то уравнения в обобщенных переменных должны иметь вид зависимости безразмерного параметра МВ обработки ($B = \frac{N_{ин}}{N_o}$) от традиционных чисел подобия Fo ($Fo = \frac{a\tau}{d^2}$), Re ($Re = \frac{d \cdot V}{\nu}$), числа безразмерной влажности u , числа энергетического влияния Bu ($Bu = \frac{c \cdot \Delta t}{u \cdot r}$) и параметра, отвечающего за геометрию трубопровода ($+ \frac{d}{D}$). В приведенных выше уравнениях C – удельная теплоемкость, r – удельная теплота парообразования, Δt – разность между конечной и начальной температурой продукта, a – коэффициент температуропроводности продукта, $N_{ин}$ – число инактивированных микроорганизмов, N_o – первоначальное число микроорганизмов.

Уравнение для дискретного режима обработки

Таблица 1

Результаты микробиологических анализов шампанского виноматериала

Расход, мл/с	Время выхода на режим, мин	Летальность (%) при температуре на выходе из аппарата				
		32°C	34°C	36°C	38°C	40°C
0,6	14	5	10	25	80	100
0,4	17	33	85	100		
0,3	18	50	90	100		

На основе теоретических исследований проводились эксперименты по исследованию влияния толщины продукта, скорости и характера его движения на инактивацию микроорганизмов. По результатам этих исследований были построены следующие номограммы (рис. 5, 6, 7).

Обобщение экспериментальных исследований проводилось в экспериментальной форме. Так как на

имеет вид:

$$B = 5900 \cdot Bu^{2,9} \cdot Fo^{0,2} \cdot u^{-0,74} \quad (6)$$

И для непрерывного режима

$$B = 3350 \cdot Bu^{2,9} \cdot u^{-0,74} \cdot Fo^{0,25} \cdot Re^{0,15} \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)^{1,25} \quad (7)$$

Опыты проводились с шампанским виноматериалом [6], в качестве модельных микроорганизмов

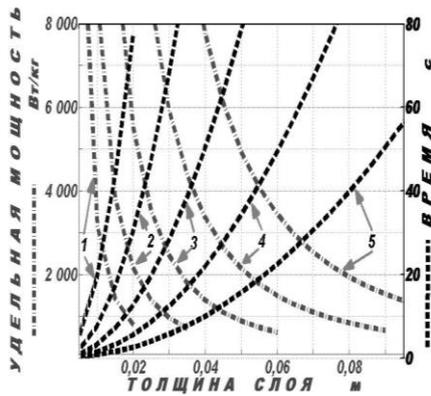


Рис. 5. Зависимость удельной мощности и времени обработки от толщины слоя продукта: 1- $t=41^{\circ}\text{C}$; 2- $t=42^{\circ}\text{C}$; 3- $t=43^{\circ}\text{C}$; 4- $t=44^{\circ}\text{C}$; 5- $t=45^{\circ}\text{C}$

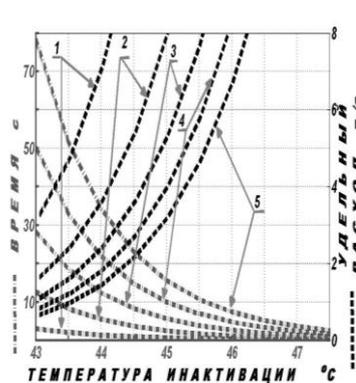


Рис. 6. Зависимость времени обработки и удельного расхода от температуры отмирания: 1- $d=10\text{мм}$; 2- $d=20\text{мм}$; 3- $d=30\text{мм}$; 4- $d=40\text{мм}$; 5- $d=50\text{мм}$

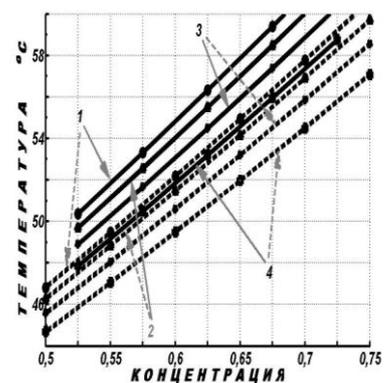


Рис. 7. Зависимость температуры обработки от концентрации: 1- $d=110\text{мм}$; 2- $d=90\text{мм}$; 3- $d=70\text{мм}$; 4- $d=50\text{мм}$

использовались дрожжевые клетки. Заключение по эффективности предложенного способа микробиологической стабилизации проводилось на основе традиционного для виноделия микробиологического анализа и выводам дегустационной комиссии.

Конструирование аппаратов нового поколения для микробиологической стабилизации пищевых продуктов требует решения ряда серьезных технических проблем, но такие «наностерилизаторы» уже реальны в ближайшем будущем.

Поступила 09.2010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Остапенков А.М. К вопросу о воздействии электромагнитных полей на микроорганизмы / А.М. Остапенков // Электронная обработка материалов. -1981. -№1. - С. 62-66.
2. Бурдо О. Г. Наномасштабные эффекты в пищевых технологиях //Инж.- физ. журн. , 2005. - Т.78, № 2. - С.-88-93.
3. Бурдо О.Г. Тепловые режимы при избирательном микроволновом нагреве диэлектриков / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина // «Наукові праці» ОНАХТ. Одесса. -2006. -Вип.28. -Том 2. -С. 256-265.
4. Бурдо О.Г. Теоретичне моделювання та експериментальні дослідження процесу пастеризації електромагнітним полем. / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина // Збірник наукових праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі». –Харків. -2007. -Вип.1 (5). -С. 306-314
5. Бурдо О.Г. Математическое моделирование процессов низкотемпературной пастеризации / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина // «Наукові праці» ОНАХТ. –Одеса. -2007. -Вип.30. -Том 1. -С. 54-57.
6. Патент №35815 України, МПК А23L 3/32. Пристрій для стерилізації та пастеризації рідких харчових продуктів / Бурдо О.Г., Семков С.В., Рыбина О.Б.; Заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій; заявлено 07.04.2008; надруковано 10.10.2008, Бюл. № 19, 2008.

УДК 663.223:663.256.15

**МАКАРОВ А.С., д-р. техн. наук, профессор, зав. лабораторией игристых вин,
ЕРМОЛИН Д.В., м.н.с. лаборатории игристых вин,
ЗАЙЦЕВ Г.П., вед. инженер отдела биологически активных продуктов винограда**
Национальный институт винограда и вина «Магарач», г. Ялта
МАЦКО А.П., канд. техн. наук, генеральный директор
Корпорация по виноградарству и виноделию «Укрвинпром», г. Киев

ДИНАМИКА МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА СУСЛА ИЗ 1 Т ВИНОГРАДА

Установлено, что при повышении выхода сусла из 1 т винограда происходит увеличение концентрации галловой, сиреневой, каftarовой, каутаровой кислот, (-)-эпикатехина, кверцетина, кверцетин-3-О-гликозида и процианидинов, и снижение концентрации (+)-D-катехина.

Ключевые слова: выход сусла, фенольные вещества, процианидины.

It has been established that an increase in the yield of must per one ton of grapes leads to higher mass concentrations of gallic, syringic, caphtaric and cauric acids, (-)-epicatechin, quercetin, quercetin-3-O-glycoside and procyanidins, accompanied by a reduction in (+)-D-catechin mass concentration.

Keywords: increase in the yield mash, flavonoids, procyanidins.

В настоящее время предприятия Украины, вырабатывающие шампанские и игристые вина, испытывают недостаток сырья. Это связано с сокращением площадей насаждений сортами винограда, которые рекомендованы для производства игристых вин, снижением урожайности, неблагоприятными погодными

условиями. Поэтому винодельческие предприятия вынуждены закупать виноматериалы для производства игристых вин в странах ближнего и дальнего зарубежья. В связи с этим проблема расширения сырьевой базы для шампанских и игристых вин является актуальной. Одним из способов решения этой проблемы является возможность увеличения выхода сусла из 1 т винограда. В виноматериалах, полученных из сусла при повышенном его выходе массовая концентрация фенольных веществ более высокая, чем у виноматериалов, полученных из сусла-самотека, выход которого составляет 50 дал из 1 т винограда [1].

Фенольные вещества активно участвуют в формировании органолептических показателей винограда, сусла, виноматериалов и вин. Флавоноиды, а также продукты их превращений влияют на вкус, цвет, стабильность вин. При избытке фенольных соедине-