УДК 664.64.019

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.Л. Наумова

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), Институт экономики, торговли, технологий, 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

e-mail: fpt_09@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 24.04.2015
Дата принятия в печать: 07.05.2015

В процессах обеспечения технологического контроля качества продуктов питания, содержащих антиоксиданты, необходимо оценивать суммарное содержание аналитов, родственных в структурном или функциональном отношении. В статье представлены результаты спектрофотометрических исследований (методами FRAP (ferric-reducing antioxidant power) и DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)) по изучению антиоксидантной активности индивидуальных антиоксидантов (пищевой добавки «Селексен», витаминов Е, А, С и мелатонина) и нескольких видов селенсодержащих булочных изделий (булки «Городская» из пшеничной муки высшего сорта и ее обогащенных аналогов – булки «Городская с селеном», булки «Городская с селеном», обогащенной витаминами), а также математическая обработка результатов эксперимента. Достоверно установлено, что витамины С, Е, А проявляют существенно бóльшую антиоксидантную активность, чем мелатонин и селексен, независимо от метода измерения. Витамин С обладает наибольшей антиоксидантной способностью, наименьшей – селексен (по методу DPPH) и мелатонин (по методу FRAP). Антиоксидантная активность витамина Е выше, чем у селексена, в 15 раз по методу FRAP и в 54 раза по методу DPPH. Теоретически и экспериментально установлено, что антиоксидантная емкость обогащенных продуктов практически полностью обусловлена наличием в их составе витамина Е, а присутствующий селексен вносит незначительный вклад в формирование антиоксидантных свойств хлебобулочных изделий. Так, оптическая плотность продукции, обогащенной только селеном, лишь на 10,7 % выше аналогичного показателя объекта обогащения – булки «Городская». Витаминизированный селенсодержащий аналог булки «Городская» имеет оптическую плотность в 2,3 раза выше, чем у своего прототипа, и в 2,1 раза выше, чем у продукции, обогащенной только минеральным компонентом.

Булочные изделия, обогащенные продукты питания, селен, витамины, антиоксиданты, антиоксидантная активность, антиоксидантная емкость.

Введение

При действии на организм человека различных неблагоприятных физических или химических факторов (соединений тяжелых металлов, радиации), а также стрессовых ситуаций в организме формируется неспецифическая реакция, которая проявляется в повышении свободнорадикальных процессов вследствие патологического метаболизма кислорода (т.н. синдром переоксидации или окислительный стресс) [4]. При этом повреждаются белки, липиды, ферменты, изменяется структура макромолекул и нарушается целостность клетки. Повышение интенсивности свободнорадикальных процессов лежит в основе развития тяжелых заболеваний, таких как атеросклероз, инфаркт миокарда, онкологические заболевания, а также ускоренное и преждевременное старение организма [3].

Вредное воздействие окислительного стресса можно снять с помощью своевременной антиоксидантной терапии, т. е. путем потребления нормированного количества антиоксидантов, которые повышают устойчивость организма к воздействию неблагоприятных внешних факторов, а следовательно и его защитные силы [5]. В связи с этим разрабатываются продукты питания, дополнительно обогащенные антиоксидантами различной природы (белками – трансферрин, ферритин, лактоферрин; витаминами – А, Е, С; минеральными веществами – цинк, селен и др.). В отношении пользы для здоровья таких пищевых продуктов еще в 1999 году Международный институт наук о жизни предложил категорию «защита от окислительного стресса» в качестве классифицирующей целевой функции организма, подвергаемой коррекции с помощью обогащенных продуктов [14].

Для контролируемого потребления антиоксидантов необходимо знать их содержание в продуктах питания, поскольку при высокой концентрации антиоксиданты становятся проантиоксидантами [8]. Актуальным является определение суммарного содержания антиоксидантов и близкого к нему интегрального показателя – суммарной антиоксидантной активности, учитывающей не только содержание, но и удельную активность каждого компонента в обогащенном продукте [6].

Одним из важнейших антиоксидантов является микроэлемент селен, который входит в состав активного центра одного из ферментов, поддерживающих перекисный гомеостаз – глутатионпероксидазы. Известно, что витамин Е защищает селен от окисления, повышая его эффективность, дополнительные количества в пище витамина С и селена усиливают гуморальный иммунитет [11]. Экспериментально доказано наличие синергического дей-

ствия селена и витаминов А, С, B_2, B_6 [8, 9, 10].

Целью наших исследований явилось изучение антиоксидантных свойств нескольких видов селенсодержащих булочных изделий.

Объект и методы исследования

В качестве объектов исследований были выбраны: булка «Городская» из пшеничной муки высшего сорта (ГОСТ 27844-88) и ее обогащенные аналоги – булка «Городская с селеном» (ТУ 9115-066-02068315-07), булка «Городская с селеном», обогащенная витаминами (ТУ 9115-022-71554597-12). Производство булочных изделий осуществлялось в условиях ОАО «Первый хлебокомбинат» (г. Челябинск). В качестве обогащающих добавок использовали: пищевую добавку «Селексен» (ТУ 9229-014-48363077-03), выпускаемую ООО НПП «Медбиофарм» (г. Обнинск, Калужская обл.), и витаминный премикс 986 (производитель DSM Nutritional Products Europe Ltd (Швейцария)), содержащий в том числе и витамин Е. Учитывая вышесказанное, нами было дополнительно проведено исследование антиоксидантных свойств индивидуальных антиоксидантов: пищевой добавки «Селексен» (содержание селена в препарате составляет 23–24 %) и химически чистых аналитов – витаминов Е, А, С и мелатонина (производитель – SIGMA-ALDRICH, Saint Louis, USA).

Изучение антиоксидантной активности однотипных продуктов требует применения нескольких методов. В связи, с чем нами было использовано два спектрофотометрических метода: FRAP (ferric-reducing antioxidant power) и DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) [12].

Метод DPPH основан на реакции 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила с антиоксидантом, в ходе которой идет доведение неспаренного электрона DPPH до электронной пары с уменьшением оптической плотности раствора. Делокализация неспаренного электрона обусловливает темно-синий цвет DPPH в растворителе с поглощением в районе 520 нм. Смешение раствора DPPH с антиоксидантом приводит к восстановленной форме с потерей цвета.

В железовосстанавливающем методе FRAP ионы железа (III) окисляют антиоксидант, восстанавливаясь до ионов железа (II). Образующееся двухвалентное железо связывается с комплексоном – 2,4,6-три(2-пиридил)-1,3,5-триазином (2,4,6-tri(2-pyridyl)-1,3,5-triazine, TPTZ) с образованием окрашенного комплекса. Формируемый комплекс Fe^{2+}-комплексон имеет максимум светопоглощения при 595 нм.

Тождественность результатов, полученных разными методами, изучали с помощью регрессионного анализа, используя пакет Statgraphics Centurion.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований представляло интерес изучить антиоксидантную активность индивидуальных низкомолекулярных антиоксидантов в сравнительном аспекте для установления приоритетной роли каждого из них в формировании общей антиоксидантной активности обогащенных продуктов питания. Результаты светопоглощения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели антиоксидантной активности индивидуальных антиоксидантов

Наименование антиоксиданта	Масса в 1 мл метанола	Оптическая плотность	
		по методу FRAP	по методу DPPH
Витамин С (L-аскорбиновая кислота)	0,1 мг	2,276±0,097	4,179±0,019
Витамин Е (α-токоферол)		0,849±0,015	1,836±0,015
Витамин А (ретинола ацетат)		0,658±0,045	0,088±0,038
Мелатонин		0,042±0,006	0,063±0,030
Селексен		0,058±0,018	0,034±0,031

Порядок увеличения антиоксидантной активности исследуемых веществ, измеренной двумя разными методами, совпадает. Взаимная проверка результатов одного метода результатами другого повышает степень достоверности оценки биологической активности антиоксидантов. Зачастую сравнивать результаты, полученные разными методами, не представляется возможным, поскольку сами методы основаны на различных принципах измерения, модельных системах, имеют разную размерность показателя антиоксидантной активности [6, 7], поэтому нами для установления наличия или отсутствия тождественности между двумя наборами согласованных данных (значениями оптической плотности), полученных разными методами (FRAP и DPPH), было проведено парное сравнение. Для этого использовали следующие тесты: t-тест, тест знаков, ранговый тест знаков и Хи-квадрат тест (о равенстве дисперсий), результаты которых (на уровне значимости не менее 95 %) не установили значимых различий между значениями переменных, полученными методами FRAP и DPPH, что свидетельствует о наличии линейной количественной связи (значимость парного коэффициента корреляции ниже, чем 0,05). Степень и структура регрессионной зависимости между изучаемыми переменными представлены на рис. 1.

Корреляция между полученной моделью и переменной составляет 0,99, что почти совпадает с коэффициентом корреляции между переменными (0,95). При этом нелинейная регрессионная зависимость аккумулируют 98 % изменчивости переменных. Стандартная ошибка оценивания мала и составляет 0,287, поэтому модель может быть использована для прогнозирования.

Иногда удобнее иметь для расчетов, может

быть, менее точную, но более простую модель. В данном случае линейная модель несколько уступает предыдущей (рис. 2), однако не намного. Тем не менее она тоже представляет интерес, поскольку может оказаться, что физика процесса линейна.

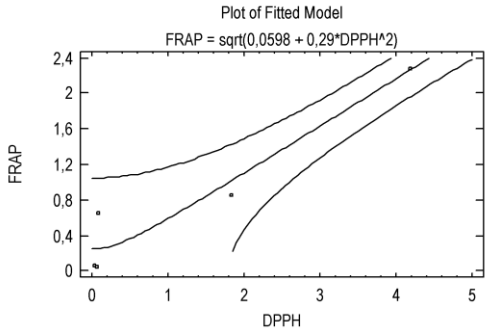

Рис. 1. Нелинейная модель корреляции значений оптической плотности, полученных разными методами

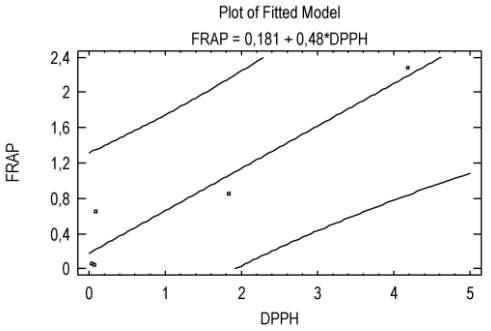

Рис. 2. Линейная модель корреляции значений оптической плотности, полученных разными методами

Построенная линейная модель описывает 91 % изменчивости переменных со значимым коэффициентом корреляции 0,95. Стандартная ошибка оценивания в этом случае больше и составляет 0,311. Следовательно, прогноз будет менее точным. Несмотря на более высокую точность расчетной модели, рассмотренной выше, линейное описание идейно более приемлемо.

Таким образом, достоверно установлено, что из представленных экспериментальных данных по изучению антиоксидантных свойств ряда низкомолекулярных антиоксидантов витамины С, Е, А проявляют существенно бóльшую антиоксидантную активность, чем мелатонин и селексен, независимо от метода измерения. Что априори предполагает их главенствующую роль в формировании суммарной антиоксидантной активности пищевых продуктов, обогащенных указанными антиоксидантами. Среди выбранных нами веществ витамин С обладает наибольшей антиоксидантной способностью, наименьшей – селексен (по методу DPPH) и мелатонин (по методу FRAP). Антиоксидантная активность витамина Е выше, чем у селексена, в 15 раз по методу FRAP и в 54 раза по методу DPPH. При этом важно понимать, что антиоксидантная активность, замеренная *in vitro* и *in vivo*, не всегда коррелирует, поскольку *in vivo* методы не учитывают метаболические трансформации, тканевую локализацию и взаимодействие с ферментами. Поэтому *in vitro* методы могут быть использованы в качестве предварительных при измерении антиоксидантной активности [13].

В процессах обеспечения технологического контроля качества продуктов питания, содержащих антиоксиданты, необходимо оценивать суммарное содержание аналитов, родственных в структурном или функциональном отношении [6]. В связи с чем на данном этапе исследований была изучена суммарная антиоксидантная активность булочных изделий (дополнительно содержащих селексен и витамин Е), которую находили расчетным (учитывая количественное содержание в продукте антиоксидантов (табл. 2), вносимых с обогащающими добавками, и их ранее установленную оптическую плотность, мы рассчитали теоретическое значение показателя) и экспериментальным (получили фактическое значение показателя) путями, используя только метод DPPH, поскольку метод FRAP характеризуется неаддитивностью светопоглощения смесей [1, 2]. Наиболее вероятная причина неаддитивности – разная чувствительность определения индивидуальных антиоксидантов, зависящая от стехиометрии и скорости соответствующих реакций. Известно, что разная чувствительность определения компонентов какой-либо смеси приводит к систематическим погрешностям при оценке их суммарного содержания в пересчете на стандартное вещество [1].

Таблица 2

Нутриентный состав булочных изделий

Нутриент	Фактическое содержание*, мг/100 г		
	булка «Городская»	булка «Городская с селеном»	булка «Городская с селеном», обогащенная витаминами
Селен	0,0007±0,0001	0,021±0,003	0,021±0,001
Витамин Е	1,58±0,02	1,60±0,01	3,56±0,02
Витамин B_1	0,08±0,002	0,08±0,002	0,31±0,01
Витамин B_2	0,033±0,002	0,035±0,001	0,33±0,01
Витамин B_6	н/об**	н/об**	0,290±0,001
Витамин B_3	0,52±0,02	0,53±0,01	1,32±0,01
Витамин B_c	н/об**	н/об**	0,068±0,002
Витамин B_{12}	н/об**	н/об**	0,00073±0,00002
Витамин РР	0,92±0,03	0,93±0,01	4,57±0,01
Витамин Н	н/об**	н/об**	0,011±0,002

Примечание. * – указаны те нутриенты, которые отдельно для каждого вида булочных изделий вносились с обогащающими добавками; ** – не обнаружено.

Результаты исследований суммарной антиоксидантной активности свежеиспеченных обогащенных булочных изделий в сравнительном аспекте с их прототипом представлены в табл. 3. Ввиду низкой концентрации антиоксидантов в обогащенной хлебной продукции (по сравнению с химически чистыми аналитами), масса навески булок была увеличена и концентрация ее в 1 мл метанола составила 10,0 мг. Определить теоретическое значение суммарной антиоксидантной активности булки «Городская» не представлялось возможным, поскольку не известна природа и антиоксидантные свойства соединения селена, входящего в состав булки.

Таблица 3

Показатели суммарной антиоксидантной активности булочных изделий по методу DPPH

Наименование продукции	Масса в 1 мл метанола	Оптическая плотность	
		теоретическое значение	фактическое значение
Булка «Городская»	10,0 мг	–	0,0028±0,0009
Булка «Городская с селеном»		0,0030	0,0031±0,0007
Булка «Городская с селеном», обогащенная витаминами		0,0065	0,0066±0,0015

По результатам исследований суммарной антиоксидантной активности обогащенных булочных изделий, произведенных на основе булки «Городская», теоретически и экспериментально установлено, что антиоксидантная емкость обогащенных продуктов практически полностью обусловлена наличием в их составе витамина Е (внесенного с витаминным премиксом 986), имеющего сравнительно высокие скорости восстановления окислительных (Fe^{3+}) и радикальных частиц (DPPH). Так, оптическая плотность продукции, обогащенной только селеном, лишь на 10,7 % выше аналогичного показателя объекта обогащения, при этом содержание микроэлемента в булке «Городская с селеном» выше, чем в булке «Городская», в 30 раз, а содержание витамина Е находится на одном уровне. Витаминизированный селенсодержащий аналог булки «Городская», несмотря на аналогичное содержание селена (как и в булке «Городская с селеном»), имеет в 2,3 раза бóльшую оптическую плотность по сравнению с необогащенными образцами на фоне более высокого содержания витамина Е (выше в 2,2 раза).

Таким образом, при разработке хлебобулочных изделий антиоксидантного действия путем обогащения продукции селеном, входящим в состав пищевой добавки «Селексен», эффективным действием является дополнительное внесение витаминов – антиоксидантов, в том числе витамина Е, для повышения суммарной антиоксидантной емкости функциональных хлебопродуктов, предназначенных для снижения окислительного стресса в организме человека.

Список литературы

1. Вершинин, В.И. Выявление отклонений от аддитивности в спектрофотометрическом анализе неразделенных смесей / В.И. Вершинин, И.В. Власова, Т.Г. Цюпко // Методы и объекты химического анализа. – 2010. – Т. 5. – № 4. – С. 226–233.
2. Власова, И.В. Методология спектрофотометрического анализа смесей органических соединений. Проблема неаддитивности светопоглощения / И.В. Власова, В.И. Вершинин, Т.Г. Цюпко // Аналитическая химия. – 2011.– Т. 66, № 1. – С. 25–33.
3. Воскресенский, О.Н. Биоантиоксиданты – облигатные факторы питания / О.Н. Воскресенский, В.Н. Бобырев // Вопросы медицинской химии. – 1992. – Т. 38. – № 4. – С. 21–26.
4. Конев, С.В. Структурное состояние белков и биологических мембран как регулятор свободнорадикальных реакций / С.В. Конев, Г.Д. Кисенбаум, И.Д. Волотовский // Биоантиокислители в регуляции метаболизма в норме и патологии. – М.: Наука, 1982. – С. 37–50.
5. Турова, Е.Н. Органические антиоксиданты как объект анализа / Е.Н. Турова, Г.К. Будников, И.Ф. Абдулин // Заводская лаборатория. – Диагностика материалов. – 2001. – Т. 167. – № 6. – С. 3–13.
6. Определение суммарного содержания антиоксидантов методом FRAP / Т.Г. Цюпко, И.С. Петракова, Н.С. Бриленок и др. // Аналитика и контроль. – 2011. – Т. 15. – № 3. – С. 287–298.
7. Яшин, Я.И. Проблема определения содержания антиоксидантов / Я.И. Яшин, А.Я. Яшин // Метрология. – 2009. – № 8 (69). – С. 50–53.
8. Brady, P.S. Effects of riboflavin deficiency on growth and glutathione peroxidase system enzymes on the baby pig / P.S. Brady // J. Nutr. – 1979. – Vol. 109. – P. 1615–1617.
9. Combs, G.F. Influence of vitamin A and other reducing compounds on the selenium-vitamin E nutrition of the chicken / G.F. Combs // Proc. Distillers Feed Res. Conf. – 1976. – Vol. 31. – P. 40–43.
10. Cupp, M.S. Studies of the nutritional-biochemical interaction of selenium and ascorbic acid in the chick / M.S. Cupp // Ph. D. Ttesis, Cornell Univ. – Ithaca, 1984. – P. 554–558.
11. Mc Carty, M.F. «Nutritional insurance» Supplementation and corticosterol toxicity // Med. Hypothesis. – 1982. – Vol. 9. – P. 145–156.
12. Müller, L. Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (aTEAC), DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay / L. Müller, K. Fröhlich, V. Böhm // Food Chemistry. – 2011. – Vol. 129. – P. 139–148.

13. Niki, E. Assessment of Antioxidant Capacity in vitro and in vivo / E. Niki // Free Radicals in Biology and Medicine, Oxford University Press. – 2010. – Vol. 49. – P. 503–515.

14. Scientific concepts of functional foods in Europe consensus document / A.T. Diplock et al. // British Journal of Nutrition. – 1999. – Vol. 81. – Supp. 1. – 27 p.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SELENIUM-CONTAINING BAKERY PRODUCTS

N.L. Naumova

South Ural State University (Research University),
Institute of Economy, Trade, Technology,
76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia

e-mail: fpt_09@mail.ru

Received: 24.04.2015
Accepted: 07.05.2015

In the process of technological quality control of foods containing antioxidants, it is necessary to estimate the total content of structurally or functionally related analytes. The article presents the results of spectrophotometric investigations (done using FRAP (ferric-reducing antioxidant power) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) methods) to study the antioxidant activity of individual antioxidants («SELEX» food additive, vitamins E, A, C, and melatonin) and several species of selenium-containing bakery products («Gorodskaya» wheat flour bread and enriched counterparts – «Gorodskaya with selenium» bread, «Gorodskaya with selenium» bread enriched with vitamins) as well as a mathematical processing of the experimental results. It is well established that vitamin C, vitamin E, A exhibit significantly greater antioxidant activity than melatonin and «SELEX» do, regardless of the method of measurement. Vitamin C has the highest antioxidant capacity, «SELEX» (using DPPH method) and melatonin (using FRAP method) have the lowest antioxidant capacity. The antioxidant activity of vitamin E is 15 times higher than that of «SELEX» according to the FRAP method and 54 times higher according to the DPPH method. Theoretically and experimentally, it has been found that the antioxidant capacity of fortified foods is almost entirely due to the presence of vitamin E in them, and the presence of «SELEX» makes little contribution to the antioxidant properties of bakery products. Thus, the optical density of foods fortified with selenium alone is 10.7 % higher than that in the object of enrichment –«Gorodskaya» bread. A vitamin enriched, selenium-containing analogue of «Gorodskaya» bread has an optical density of 2.3 times higher than that of the prototype and 2.1 times higher than that of the product enriched only with a mineral component.

Bakery products, fortified foods, selenium, vitamins, antioxidants, antioxidant activity, antioxidant capacity.

References

1. Vershinin V.I., Vlasov I.V., Tsyupko T.G. Vyiavlenie otklonenii ot additivnosti v spektrofotometricheskom analize nerazdelennykh smesei [Detection of deviations from additivity in the spectrophotometric analysis of unseparated mixtures]. *Metody i ob"ekty khimicheskogo analiza* [Methods and objects of chemical analysis]. 2010, vol. 5, no. 4, pp. 226–233.

2. Vlasov I.V., Vershinin V.I., Tsyupko T.G. Metodologiia spektrofotometricheskogo analiza smesei organicheskikh soedinenii. Problema neadditivnosti svetopogloshcheniia [Methodology for spectrophotometric analysis of a mixture of organic compounds. The problem of non-additivity of light absorption]. *Analiticheskaia khimiia* [Analytical chemistry]. 2011, vol. 66, no. 1, pp. 25–33.

3. Voskresenskiy O.N., Bobyrev V.N. Bioantioksidanty – obligatnye faktory pitaniia [Bioantioxidants – obligate nutritional factors]. *Voprosy meditsinskoi khimii* [Problems of Medical Chemistry]. 1992, vol. 38, no. 4, pp. 21–26.

4. Konev S.V., Nisenbaum G.D., Volotovskiy I.D. The structural state of proteins and biological membranes as a regulator of free radical reactions. *Bioantiokisliteli in the regulation of metabolism in health and disease*. Moscow, Nauka Publ., 1982, pp. 37–50.

5. Turov E.N., Budnikov G.K., Abdulin I.F. Organicheskie antioksidanty kak ob"ekt analiza [Organic antioxidants as an object of analysis]. *Zavodskaia laboratoriia. Diagnostika materialov* [Factory Laboratory. Diagnostics of materials]. 2001, vol. 167, no. 6, pp. 3–13.

6. Tsyupko T.G., Petrakov I.S., Brilenok N.S., et al. Opredelenie summarnogo soderzhaniia antioksidantov metodom FRAP [Determination of the total content of antioxidants by FRAP]. *Analitika i kontrol'* [Analytics and control]. 2011, vol. 15, no. 3, pp. 287–298.

7. Yashin Y.I., Yashin A.Y. Problema opredeleniia soderzhaniia antioksidantov [The problem of determining the content of antioxidants]. *Metrologiia* [Metrology]. 2009, no. 8 (69), pp. 50–53.

8. Brady P.S. Effects of riboflavin deficiency on growth and glutathione peroxidase system enzymes on the baby pig. *J. Nutr*., 1979, vol. 109, pp. 1615–1617.

9. Combs G.F. Influence of vitamin A and other reducing compounds on the selenium-vitamin E nutrition of the chicken. *Proc. Distillers Feed Res. Conf*., 1976, vol. 31, pp. 40–43.

10. Cupp M.S. Studies of the nutritional-biochemical interaction of selenium and ascorbic acid in the chick. *Ph. D. Ttesis, Cornell Univ*. – Ithaca, 1984, pp. 554–558.

11. Mc Carty M.F. «Nutritional insurance» Supplementation and corticosterol toxicity. *Med. Hypothesis*, 1982, vol. 9, pp. 145–156.

12. Müller L., Fröhlich K., Böhm V. Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (aTEAC), DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay. *Food Chemistry*, 2011, vol. 129, pp. 139–148.

13. Niki E. Assessment of Antioxidant Capacity in vitro and in vivo. *Free Radicals in Biology and Medicine*, Oxford University Press, 2010, vol. 49, pp. 503 – 515.

14. Diplock A.T. et al. Scientific concepts of functional foods in Europe consensus document. *British Journal of Nutrition*, 1999, vol. 81, supp. 1, 27 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Наумова, Н.Л. Антиоксидантная активность селенсодержащих булочных изделий / Н.Л. Наумова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 29–34.

Naumova N.L. Antioxidant activity of selenium-containing bakery products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 29–34. (In Russ.)

Наумова Наталья Леонидовна
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии и организации питания Института экономики, торговли и технологий, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, тел./факс: +7 (351) 267-97-33, e-mail: fpt_09@mail.ru

Natalya L. Naumova
Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology and Nutrition, South Ural State University (Research University), Institute of Economics, Trade and Technologies, 76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia, phone/fax: +7 (351) 267-97-33, e-mail: fpt_09@mail.ru

УДК 663.422: 633.12

ТОМЛЕНЫЙ СОЛОД ИЗ ГРЕЧИХИ: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

Т.В. Танашкина[1,*], А.А. Семенюта[1], М.Д. Боярова[1], А.Г. Клыков[2]

[1]ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

[2]ФГБНУ «Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 692539, Россия, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30

[*]e-mail: tatiana.vl.tan@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 02.02.2015
Дата принятия в печать: 26.02.2015

Гречиха является перспективным сырьем для получения солода. Разными авторами было показано, что он может использоваться в производстве безглютенового пива верхового и низового брожения, безалкогольного пива, кваса, полисолодовых экстрактов, хлебопекарного улучшителя и других продуктов питания. Однако все исследователи отмечают недостаточную растворенность гречишного солода, что затрудняет его переработку и влечет дополнительные расходы. Томление способствует улучшению качественных показателей солода из злаковых культур, однако в технологии гречишного солода ранее не применялось. В данном исследовании, используя три режима солодоращения, получали томленый солод из гречихи двух сортов – «Изумруд» и «При 7», и оценивали его качество по ряду показателей: влажность, экстрактивность, амилолитическая активность, число Кольбаха, содержание аминного азота, вязкость и кислотность. Режимы отличались друг от друга продолжительностью проращивания, а также продолжительностью и температурой томления. Первый способ – проращивание в течение 2,5 суток и томление при 40 °С 0,5 суток; второй – 3 суток проращивания и одни сутки томления при той же температуре; третий – продолжительность солодоращения та же, что и во втором, но температура томления 45 °С. Результаты показали, что томление не снижает амилолитическую активность солода и приводит к существенному увеличению экстрактивности, возрастанию содержания аминного азота в сусле, достижению оптимального значения числа Кольбаха и снижению вязкости сусла (исключение – образец 3 сорта «Изумруд»). Наиболее качественный солод был получен при использовании третьего режима, при котором зерно проращивалось трое суток, а затем в течение суток подвергалось томлению при температуре 45 °С. Сортовые различия наблюдались только по экстрактивности солода, она была выше у сорта «При 7», остальные показатели существенно не отличались. Томленый солод можно рекомендовать для производства напитков брожения и продуктов питания массового и специализированного назначения.

Гречишный солод, томление, качество солода, сорта гречихи.

Введение

Гречиха – ценная зерновая культура, которая традиционно используется для получения крупы и муки. Зерно гречихи отличает высокое содержание белка, незаменимых аминокислот. В нем много биофлавоноидов, в том числе рутина, витаминов группы В, макро- и микроэлементов, таких как фосфор, железо, медь и др. Особенностью белкового состава является почти полное отсутствие глютена, токсичного для людей, страдающих целиакией [1, 2]. Все эти несомненные преимущества гречихи по сравнению с зерном других зерновых