

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО И АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ ОБОГАЩЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Л.П. Нилова

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург*

В статье изучено влияние способа приготовления пшеничного теста и температурных режимов выпечки на качество и антиоксидантную активность обогащенных хлебобулочных изделий различной рецептуры. Обогащающими добавками служили порошки из ягод голубики 3 % и мука кедрового ореха 6 % в улучшенных хлебобулочных изделиях; выжимки красноплодной рябины и облепихи по 5 % в сдобных хлебобулочных изделиях. Контролем служили хлебобулочные изделия аналогичной рецептуры без добавок. Тесто готовили безопасным способом путем смешивания всего сырья по рецептуре и опарным способом в двух вариантах: с внесением порошков в опару и в тесто. Хлебобулочные изделия массой 100 г выпекали при двух температурах: 200 °С в течение 25 минут и 220 °С в течение 20 минут. Качество хлебобулочных изделий контролировали по органолептическим и физико-химическим показателям. Антиоксидантную активность определяли методом FRAP с орто-фенантролином и Тритоном X-100. Установлено, что качество и антиоксидантная активность обогащенных хлебобулочных изделий изменяется в зависимости от способа приготовления теста. Наиболее высокое качество было у обогащенных хлебобулочных изделий при внесении порошков в тесто вместе с опарой, но при этом они обладали наименьшей антиоксидантной активностью. Наибольшая антиоксидантная активность была у всех обогащенных хлебобулочных изделий, выработанных безопасным способом. Температурный режим выпечки не оказал влияния на качество хлебобулочных изделий, но изменил их антиоксидантную активность. При повышении температуры выпечки антиоксидантная активность хлебобулочных изделий уменьшалась, причем в большей степени в корке. Разные составные части хлебобулочных изделий различаются антиоксидантной активностью, отличия значений между коркой и мякишем зависит от вида порошков.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, порошки из голубики, облепихи, красноплодной рябины, кедровая мука, качество, антиоксидантная активность, способ производства, выпечка.

Введение

В последние годы широкое распространение получила разработка функциональных пищевых продуктов, обогащенных добавками из природного сырья, которые рассматривают как источники биологически активных веществ. Первое место среди функциональных продуктов занимают хлебобулочные изделия [1–6]. Актуальность этого направления связана с решением ряда проблем. Во-первых, на протяжении последних лет производство хлебобулочных изделий уменьшается из года в год. Разработка нового ассортимента хлебобулочных изделий для здорового питания может способствовать наращиванию темпов производства хлебопекарной отрасли, с учетом возросшей потребности населения в на-

туральных продуктах из природного сырья без пищевых добавок [5, 7].

Во-вторых, в структуре питания населения России существует дисбаланс с преобладанием высококалорийных продуктов (хлебобулочные, макаронные, мучные кондитерские изделия, сахар) и недостаточным потреблением свежих плодов и овощей [7]. Обогащенные хлебобулочные изделия за счет добавок из природного сырья могут восполнить дефицит витаминов, пищевых волокон и биологически активных веществ в питании. Многочисленными исследованиями доказано, что хлебобулочные изделия, особенно из ржаной муки и обогащенные добавками из природного сырья, обладают антиоксидантными свойствами [1, 6, 8–13]. Недостаточное поступление анти-

оксидантов с пищей, особенно при низком потреблении фруктов и овощей, может привести к сбою антиоксидантной системы защиты человека (окислительный стресс). Это считают основной причиной возникновения ряда заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых и нейродегенеративных, а также преждевременного старения [14, 15].

Формирование антиоксидантных свойств хлебобулочных изделий – довольно сложный процесс. Антиоксидантные свойства могут быть связаны с присутствием полифенолов в добавках из природного сырья. Но в процессе выпечки хлебобулочных изделий полифенолы могут подвергаться пиролизу и полимеризации, и в тоже время образовываться меланоидины, обладающие высокой реакционной способностью [12, 13, 16, 17]. Не следует забывать и об этапе созревания теста, во время которого могут на брожение расходоваться, как сахара, так и другие биологически активные вещества [3, 18].

Известно, что на качество хлебобулочных изделий, в частности из пшеничной муки, оказывает способ приготовления теста: опарный, безопарный, ускоренный [3, 18, 19]. Качество хлебобулочных изделий при использовании безопарного способа обычно хуже, чем изготовленных опарным способом. В тоже время добавки из растительного сырья сокращают процесс брожения при безопарном способе, что является основанием отнесения этого способа в этих условиях к ускоренному. Имеются данные, что при внесении добавок из растительного сырья лучше использовать безопарный способ производства [3]. При опарном способе добавки из растительного сырья можно вносить как в опару до ее созревания, так и после созревания в тесто [18]. Различие будет состоять в длительности контакта биологически активных веществ – добавок природного сырья с дрожжами и воздухом, в результате чего полифенолы, особенно представители антоцианов и агликонов флавонолов, могут окислиться и повлиять на антиоксидантные свойства хлебобулочных изделий.

Цель работы – изучить качество и антиоксидантную активность обогащенных хлебобулочных изделий из пшеничной муки, выработанных безопарным и опарным способами, выпеченных при разных температурных режимах до готовности.

Объекты и методы исследований

Для разработки обогащенных хлебобу-

лочных изделий из пшеничной муки высшего сорта были использованы порошки: из ягод голубики дикорастущей; выжимок красноплодной рябины селекционных сортов; выжимок облепихи сорта «Витаминная»; мука кедрового ореха с массовой долей жира 20 % производства ООО «Специалист», г. Бийск, Россия.

За основу были взяты ранее разработанные рецептуры, приготовленные безопасным способом, количество добавок из природного сырья (порошки) в которых были оптимизированы по органолептическим и физико-химическим показателям [5]. Количество порошка из ягод голубики составило 3 %, муки кедрового ореха – 6 % в улучшенных по рецептуре изделиях; из выжимок красноплодной рябины и облепихи – по 5 % в рецептуре сдобных изделий. В качестве жирового компонента было использовано масло подсолнечное рафинированное дезодорированное. Контролем служили хлебобулочные изделия аналогичной рецептуры без добавок.

Тесто для опытных образцов хлебобулочных изделий готовили тремя способами: безопасным; опарным на густой опаре с внесением добавок в опару до созревания (опарный 1); опарным на густой опаре с внесением добавок в тесто (опарный 2). Хлебобулочные изделия массой 100 г выпекали при двух температурах: 200 °С в течение 25 минут и 220 °С в течение 20 минут.

Оценку качества хлебобулочных изделий проводили по органолептическим показателям: внешний вид (форма, поверхность, цвет корки), состояние мякиша (эластичность, характер пористости, цвет), вкус и запах. Из физико-химических показателей определяли массовую долю влаги; кислотность; пористость; удельный объем; формоустойчивость традиционными методами.

Суммарную антиоксидантную активность корки и мякиша хлебобулочных изделий определяли методом FRAP с ортофенантролином и Тритоном X-100 [20]. Наиболее эффективным способом извлечения антиоксидантов в экстракт является водно-спиртовой раствор [21]. Но он не позволит полностью извлечь жирорастворимые антиоксиданты из обогащенных хлебобулочных изделий. Поэтому для экстрагирования был использован Тритон X-100, способный извлекать гидрофобные соединения. Для более полного извлечения биологически активных

веществ использовали центрифугирование в течение 10 минут при 3500 об/мин. Измерение светопоглощения проводили при 505 нм на спектрофотометре СФ 56. Калибровочную кривую строили по аскорбиновой кислоте (АК), химически чистая (х.ч.).

Результаты и их обсуждение

Опытные образцы хлебобулочных изделий отличались цветом корок и мякиша, вкусом и ароматом в зависимости от используемых порошков. Мякиш хлебобулочных изделий с голубикой был серый, с мукой кедрового ореха – кремовый, с облепихой – желтовато-коричневатый, а с рябиной – светло-оранжево-коричневый. Цвет корок отличался незначительно: с кедровой мукой и контрольного образца – золотисто-коричневый, у остальных – темно-коричневый, у хлебобулочных изделий с голубикой и рябиной по цвету корок напоминал ржаной хлеб. Температурный режим выпечки оказал влияние только на цвет корок. Он был более интенсивным с более выраженными коричневыми тонами. Все изделия имели характерный аромат внесенных добавок из растительного сырья. Вкус улучшенных изделий с голубикой и кедровой мукой был слегка сладковатый, сдобных с облепихой и рябиной – кисло-сладкий. Способ производства не оказал влияния на вышеперечисленные показатели, за исключением вкуса и пористости обогащенных изделий сдобной рецептуры. В хлебобулочных изделиях с рябиной и с облепихой вкус стал более выраженным кислым. Изменился также характер пористости. При использовании опарного способа производства хлебобулочные изделия имели более тонкостенную пористость, особенно при внесении порошков в тесто.

Влажность изделий была оптимизирована с учетом водопоглотительной способности вносимых добавок из растительного сырья, а также количества сахара и жира в рецептуре. Поэтому обогащенные хлебобулочные изделия отличались массовой долей влаги в зависимости от используемой рецептуры. Влажность улучшенных изделий была в пределах 38–40 %, сдобных – 34–35 %. Контрольные образцы соответствующей рецептуры имели более низкую влажность.

На значения кислотности оказали влияние как вносимые добавки из природного сырья, так и продолжительность брожения. Наибольшее увеличение кислотности наблюда-

лось у хлебобулочных изделий с рябиной и облепихой, но их значения не превышали 3 град при использовании безопасного способа производства. У хлебобулочных изделий, полученных опарным способом, кислотность была выше на 9–11 % при внесении добавок в густую опару и на 12–15 % при внесении добавок в тесто по сравнению с хлебобулочными изделиями, полученными безопасным способом.

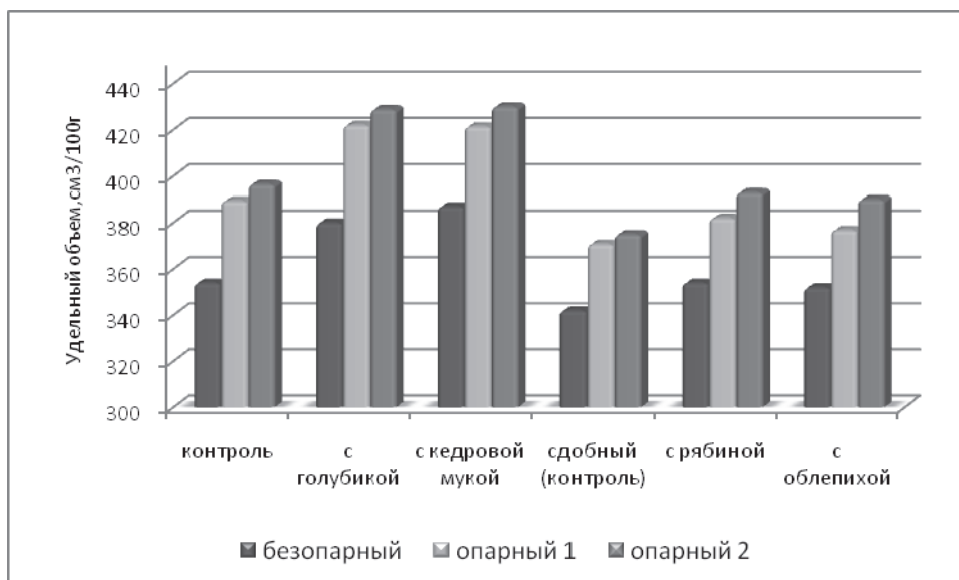
Наибольшее влияние способ производства оказал на физические показатели хлебобулочных изделий: удельный объем, пористость и формоустойчивость. При использовании опарного способа производства все опытные и контрольные хлебобулочные изделия характеризовались более высокой формоустойчивостью и удельным объемом, более развитой пористостью. Сдобные изделия имели значения исследуемых показателей немного ниже, чем улучшенных. Внесение добавок из растительного сырья в опару в меньшей степени повысило качество готовых изделий, чем в тесто по сравнению с безопасным способом. Наиболее это было выражено при внесении порошков рябины и облепихи, возможно, из-за влияния этих порошков на pH опары. Влияние способа производства в зависимости от используемых растительных добавок на удельный объем готовых изделий представлено на рисунке.

Удельный объем улучшенных обогащенных изделий при использовании опарного способа производства увеличивался в среднем на 10–14 % по сравнению с безопасным. Причем внесение добавок из растительного сырья в тесто вместе с созревшей опарой приводило к увеличению удельного объема на 2–4 % по сравнению с внесением их в опару до созревания.

Таким образом, в зависимости от используемого способа производства качество хлебобулочных изделий расположилось следующим образом: опарный 2 > опарный 1 > безопасный.

В хлебобулочных изделиях были определена антиоксидантная активность с учетом двух технологических факторов – способа приготовления теста и температурного режима выпечки. Результаты исследований представлены в таблице.

Исследуемые хлебобулочные изделия отличались антиоксидантной активностью не только в зависимости от технологических



Влияние способа производства на удельный объем хлебобулочных изделий в зависимости от используемых добавок из растительного сырья

Таблица

Антиоксидантная активность хлебобулочных изделий, мг АК/1г СВ

| Вид изделия | Часть изделия | Способ производства | | |
|--------------------|---------------|---------------------|-----------|-----------|
| | | безопасный | опарный 1 | опарный 2 |
| Выпечка при 220 °С | | | | |
| Контроль | корка | 2,12 | 1,72 | 1,94 |
| | мякиш | 3,06 | 2,58 | 2,75 |
| С голубикой | корка | 5,00 | 4,23 | 4,51 |
| | мякиш | 4,32 | 3,43 | 3,90 |
| С кедровой мукой | корка | 3,95 | 3,35 | 3,53 |
| | мякиш | 4,92 | 4,18 | 4,40 |
| Сдобный (контроль) | корка | 3,67 | 3,02 | 3,26 |
| | мякиш | 4,71 | 4,00 | 4,26 |
| С рябиной | корка | 5,90 | 5,09 | 5,30 |
| | мякиш | 6,02 | 5,15 | 5,42 |
| С облепихой | корка | 5,25 | 4,50 | 4,77 |
| | мякиш | 6,67 | 5,72 | 6,00 |
| Выпечка при 200 °С | | | | |
| Контроль | корка | 2,27 | 1,93 | 2,00 |
| | мякиш | 3,23 | 2,70 | 2,91 |
| С голубикой | корка | 5,33 | 4,66 | 4,78 |
| | мякиш | 4,55 | 3,97 | 4,10 |
| С кедровой мукой | корка | 4,25 | 3,63 | 3,80 |
| | мякиш | 5,18 | 4,40 | 4,65 |
| Сдобный (контроль) | корка | 3,96 | 3,32 | 3,55 |
| | мякиш | 4,90 | 4,16 | 4,40 |
| С рябиной | корка | 6,30 | 5,35 | 5,68 |
| | мякиш | 6,36 | 5,40 | 5,75 |
| С облепихой | корка | 5,60 | 4,75 | 5,00 |
| | мякиш | 7,00 | 5,90 | 6,35 |

факторов, но и от вносимой добавки из растительного сырья. Сдобные изделия имели большую антиоксидантную активность, чем улучшенные по рецептуре, как в контрольных образцах, так и с добавками. Очевидна роль жирового компонента, возможно, за счет содержания в нем токоферолов, но возможно за счет промежуточных продуктов меланоидинообразования [13, 16]. Корки контрольных образцов (улучшенных и сдобных) обладали меньшей антиоксидантной активностью по сравнению с мякишем. С повышением температуры выпечки антиоксидантная активность корок также снижалась, но более интенсивно, чем в мякише. Это может быть связано с процессами полимеризации в корке, о чем свидетельствует их более коричневый цвет при выпечке при температуре 220 °С.

Обогащенные хлебобулочные изделия за счет вносимых добавок из растительного сырья повысили свою антиоксидантную активность в 1,3–1,6 раза в мякише и в 1,4–1,8 раза в корке. Причем антиоксидантная активность корки была ниже, чем мякиша. Исключение составили хлебобулочные изделия с голубикой, в которых наоборот антиоксидантная активность корки была выше, чем мякиш, и по сравнению с коркой контроля была выше в 2 раза. Возможно, это связано с присутствием антоцианов, что подтверждают меньшие различия антиоксидантной активности корки и мякиша хлебобулочных изделий с рябиной. Наибольшей антиоксидантной активностью обладали хлебобулочные изделия с облепихой и рябиной, по-видимому, за счет большего количества внесенных добавок, содержащих комплекс водо- и жирорастворимых биологически активных веществ [5]. Но у хлебобулочных изделий с рябиной антиоксидантная активность корки была выше, а мякиша – ниже по сравнению с хлебобулочными изделиями с облепихой.

Антиоксидантная активность хлебобулочных изделий изменялась в зависимости от способа производства. При внесении добавок из растительного сырья в опару антиоксидантная активность была самой низкой, и по сравнению с безопасным способом была ниже в среднем на 15 %, что может быть связано с активностью воды в опаре, влияющей на активизацию ферментов, и контактом с воздухом. Внесение добавок в тесто вместе с созревшей опарой привело к повышению антиоксидантной активности в среднем на 5 %, но

они не достигли значений, характерных для изделий безопасного способа производства. Наибольшей антиоксидантной активностью обладали хлебобулочные изделия, полученные безопасным способом. От используемого способа производства антиоксидантная активность хлебобулочных изделий расположилась следующим образом: безопасный > опарный 2 > опарный 1.

Выпечка при более высоких температурах привела к уменьшению значений антиоксидантной активности, причем более значительно в корке. И если антиоксидантная активность мякиша уменьшилась в среднем на 5 %, то корки – на 7 %. Изменения антиоксидантной активности хлебобулочных изделий в зависимости от используемых добавок из растительного сырья и способа производства, выпеченных при разных температурах, носили аналогичный характер.

Заключение

Качество хлебобулочных изделий формируется в процессе производства и зависит от способа приготовления теста. Для получения хлебобулочных изделий наиболее высокого качества лучше использовать опарный способ с внесением добавок из растительного сырья в тесто вместе с созревшей опарой.

Внесение добавок из растительного сырья в хлебобулочные изделия приводит к повышению их антиоксидантной активности, определенной методом FRAP с орто-фенантролином и Тритоном X-100. Сдобные хлебобулочные изделия обладают большей антиоксидантной активностью, чем улучшенные, как контрольные образцы, так и обогащенные. Разные части хлебобулочных изделий отличаются антиоксидантной активностью: в корке меньше, чем в мякише. Исключение составили хлебобулочные изделия, обогащенные порошком из ягод голубики, у которых корка имеет большую антиоксидантную активность, чем мякиш.

Для повышения антиоксидантной активности обогащенных хлебобулочных изделий лучше использовать безопасный способ производства. Антиоксидантная активность изделий, полученных этим способом, на 10–15 % выше, чем опарным способом.

Выпечка обогащенных хлебобулочных изделий при более высоких температурах приводит к уменьшению их антиоксидантной активности, причем в большей степени в корке. При этом вид добавок из растительного

сырья и способ производства не оказывает существенного значения.

Литература

1. Белявская, И.Г. Определение антиоксидантной емкости хлебобулочных изделий с продуктами переработки овощей / И.Г. Белявская, Н.В. Родичева, В.Я. Черных и др. // *Хлебопродукты*. 2013. – № 11. – С. 52–53.

2. Калманович, С.А. Применение БАД из природного растительного сырья в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения. / С.А. Калманович, Н.Г. Тельнов, Н.Н. Корнен и др. // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 2008. – № 5–6. – С. 113–114.

3. Корячкина, С.Я. Применение фитопрошока лекарственных трав в технологии пшеничного хлеба / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова, А.В. Ковалева // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2011. – № 5(10). – С. 37–42.

4. Глухова, Е.Н. Изучение качества функциональных добавок на основе растительного сырья / Е.Н. Глухова, Т.В. Пилипенко // *Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности*. – 2014. – № 51. – С. 90–94.

5. Нилова, Л.П. Хлебобулочные изделия функционального назначения. Качество и безопасность: монография / Л.П. Нилова. – СПб: Изд-во «ЛЕМА». 2012. – 179 с.

6. S'wieca, M. Effects of gluten-free breads, with varying functional supplements, on the biochemical parameters and antioxidant status of rat serum / M. S'wieca, J. Reguła, J. Suliburska, U. Zlotek, U. Gawlik-Dziki // *Food Chemistry*. – 2015. – V. 182. – P. 268–274.

7. Батурина, Н.А. Современные тенденции развития рынка хлебобулочных изделий / Н.А. Батурина, У.В. Воропаева // *Научные записки ОрелГИЭТ*, 2012. – № 1(5). – С. 455–460.

8. Бардинова, В.П. Сравнительная характеристика антиоксидантных свойств различных сортов хлеба / В.П. Бардинова, Н.В. Макарова // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2010. – № 5, 6. – С. 15–17.

9. Лапин, А.А. Хлебобулочные изделия для функционального питания и их антиоксидантные свойства / А.А. Лапин, С.А. Яровой, К.К. Полянский // *Бутлеровские сообщения*, 2010. – Т.21. – №9. – С.78–87.

10. Carlsen, M.H. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide / M.H.

Carlsen, B.L. Halvorsen, K. Holte et al. // *Nutrition Journal*. – 2010. – № 9.3. – <http://www.nutritionj.com/content/9/1/3> (дата обращения 15.11.2015).

11. Chlopicka, J. Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads / J. Chlopicka, P. Pasko, Sh. Gorinstei, A. Jedryas, P. Zardrodzki // *LWT – Food Science and Technology*. 2012. – № 46. – С. 548–555.

12. Przygodzka M. Factors influencing acrylamide formation in rye, wheat and spelt Breads / M. Przygodzka, M. K. Piskula, K. Kukurova, Z. Ciesarova, A. Bednarikova, H. Zielinski // *Journal of Cereal Science*. – 2015. – № 65. – P. 96–102.

13. Zielijski, H. Antioxidant properties and sensory quality of traditional rye bread as affected by the incorporation of flour with different extraction rates in the formulation / H. Zielijski, A. Michalska, A. Ceglijska, G. Lamparski // *Eur Food Res Technol*. – 2008 – 226. – P. 671–680.

14. Окуневиц, И.В. Антиоксиданты: эффективность природных и синтетических соединений в комплексной терапии сердечно-сосудистых заболеваний / И.В. Окуневиц, Н.С. Сапронов // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*, 2004. – № 3(3). – С. 2–17.

15. Galkina, O.V. The specific features of free-radical processing and the antioxidant defense in the adult brain / O.V. Galkina // *Neurochemical Journal*. – 2013. – V. 7, is. 2. – P. 89–97.

16. Chawla, S.P. Antioxidant properties of Maillard reaction products obtained by gamma-irradiation of whey proteins / S.P. Chawla, R. Chander, A. Sharma // *Food chemistry*. – 2009. – № 116 (1). – P. 122–128.

17. Lindenmeter, M. Structural and functional characterization of pronil-lizin, a novel protein modification in bread crust melanoidins showing in vitro antioxidative and phase I/II enzyme modulating activity / M. Lindenmeter, V. Faist, T. Hormann // *J. Agric. Food Chem*. 2002. – № 50. – P. 6997–7006.

18. Пономарева, Е.И. Выбор рационального способа внесения муки из отрубей гречишных / Е.И. Пономарева, В.Ю. Кустов, А.В. Одинцова // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2015. – № 1(63). – С. 122–125.

19. Потороко, И.Ю. Применимость метода пробной лабораторной вытечки для исследования качества хлебобулочных изделий,

производимых в условиях собственного производства на предприятиях розничной торговли / И.Ю. Потороко, Н.В. Андросова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2015. – Т. 3, № 1. – С. 62–70.

20. Рогожин, В.В. Практикум по биохимии сельскохозяйственной продукции / В.В.

Рогожин, Т.В. Рогожина. – СПб.: ГИОРД, 2015. – 480 с.

21. Farooq, A. Antioxidant activity of 100 % and 80 % methanol extracts from barley seeds (*Hordeum vulgare* L.): stabilization of sunflower oil. / A. Farooq, H. Abdullah, I. Shahid // *Grasas y aceites*. – 2010. – № 61(3). – P. 237–243.

Нилова Людмила Павловна. Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры экспертизы потребительских товаров, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), nilova_l_p@mail.ru

Поступила в редакцию 10 февраля 2016 г.

DOI: 10.14529/food160107

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE QUALITY AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ENRICHED BAKERY PRODUCTS

L.P. Nilova

Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg

The paper studies the effect of the method of preparing wheat dough and baking temperature regimes on the quality and antioxidant activity of enriched bakery products with different recipes. Blueberry fruit powders of 3% and cedar nut flour of 6 % served as enriched additives in improved bakery products; pomace from red ash berry and sea-buckthorn of 5% in sweet dough bakery products. The control factors were similar bakery recipe without additives. The dough was prepared with non-sponge dough method by mixing all raw materials and with sponge dough method of two variants: with introduction of the powders in the sponge and dough. Bakery products of 100 g of weight were baked at two temperatures: 200 °C for 25 minutes and 220 °C for 20 minutes. Quality of bakery products was controlled by organoleptic and physico-chemical parameters. Antioxidant activity was measured by FRAP method with ortho-phenanthroline and Triton X-100. It is found out that the quality and antioxidant activity of enriched bread varies from the method of preparation of dough. The highest quality was observed in the enriched bakery products when introducing powder into the dough together with the sponge but they had the lowest antioxidant activity. The highest antioxidant activity of all was observed in the enriched bakery products developed with non-sponge dough method. Baking temperature regime had no effect on the quality of baked goods but changed their antioxidant activity. At increasing baking temperature the antioxidant activity of bakery products was decreasing and to a greater extent in the crust. Various components of bakery products vary in antioxidant activity, the differences between the values of the crumb and crust depend on the type of the powders.

Keywords: bakery products, blueberry powder, sea buckthorn, and red ash berry, cedar flour, quality, antioxidant activity, method of production, pastries.

References

1. Belyavskaya I.G., Rodicheva N.V., Chernykh V.Ya. et al. [Identification of Antioxidant Capacity of Bakery Products with Products of Processing of Vegetables]. *Khleboprodukty* [Bakery Products], 2013, no. 11, pp. 52–53. (in Russ.)
2. Kalmanovich S.A., Tel'nov N.G., Kornen N.N. et al. [Use of Biologically Active Supplement from Natural Vegetable Raw Materials in Production of Functional Bakery Products]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [News of the Higher Educational Institutions. Food Technology], 2008, no. 5–6, pp. 113–114. (in Russ.)
3. Koryachkina S.Ya., Kuznetsova E.A., Kovaleva A.V. [Use of Phytopowder of Medicinal Herbs in Technology of Wheat Bread]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and Merchandising of Innovative Food Products], 2011, no. 5(10), pp. 37–42. (in Russ.)
4. Glukhova E.N., Pilipenko T.V. Izuchenie kachestva funktsional'nykh dobavok na osnove rastitel'nogo syr'ya. *Problemy ekonomiki i upravleniya v torgovle i promyshlennosti* [Problems of Economics and Management in Commerce and Industry], 2014, no. 51, pp. 90–94.
5. Nilova L.P. *Khlebobulochnye izdeliya funktsional'nogo naznacheniya. Kachestvo i bezopasnost'* [Functional Bakery Products. Quality and Safety]. St. Petersburg, LEMA Publ., 2012. 179 p.
6. S'wieca M., Reguła J., Suliburska J., Złotek U., Gawlik-Dziki U. Effects of gluten-free breads, with varying functional supplements, on the biochemical parameters and antioxidant status of rat serum. *Food Chemistry*, 2015, vol. 182, pp. 268–274. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.03.014
7. Baturina N.A., Voropaeva U.V. Sovremennye tendentsii razvitiya rynka khlebobulochnykh izdeliy. *Nauchnye zapiski OrelGIET* [Proceedings of Orel State University of Economic and Trade], 2012, no. 1(5), pp. 455–460.
8. Bardinova V.P., Makarova N.V. [Comparative Characteristic of Antioxidant Properties of Various Bread Types]. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [News of the Universities. Food Technology], 2010, no. 5, 6, pp. 15–17. (in Russ.)
9. Lapin A.A., Yarovoy S.A., Polyanskiy K.K. Khlebobulochnye izdeliya dlya funktsional'nogo pitaniya i ikh antioksi-dantnye svoystva. *Butlerovskie soobshcheniya* [Butlerov Communications], 2010, vol. 21, no. 9, pp. 78–87.
10. Carlsen M.H., Halvorsen B.L., Holte K. et al. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutrition Journal*, 2010, no. 9.3. Available at: <http://www.nutritionj.com/content/9/1/3> (accessed 15.11.2015).
11. Chlopicka J., Pasko P., Gorinstei Sh., Jedryas A., Zadrodzki P. Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sen-sory evaluation of pseudocereal breads. *LWT – Food Science and Technology*, 2012, no. 46, pp. 548–555.
12. Przygodzka M., Piskula M.K., Kukurova K., Ciesarova Z., Bednarikova A., Zielinski H. Factors influencing acrylamide formation in rye, wheat and spelt Breads. *Journal of Cereal Science*, 2015, no. 65, pp. 96–102.
13. Zielijski H., Michalska A., Ceglijska A., Lamparski G. Antioxidant properties and sensory quality of traditional rye bread as affected by the incorporation of flour with different extraction rates in the formulation. *Eur Food Res Technol*, 2008, vol. 226, pp. 671–680. DOI: 10.1007/s00217-007-0576-1
14. Okunevich I.V., Sapronov N.S. [Antioxidants: Effectiveness of Natural and Synthetic Connections in Complex Therapy of Cardiovascular Diseases]. *Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoy terapii* [Reviews of Clinical Pharmacology and Drug Therapy], 2004, no. 3(3), pp. 2–17. (in Russ.)
15. Galkina O.V. The specific features of free-radical processing and the antioxidant defense in the adult brain. *Neurochemical Journal*, 2013, vol. 7, iss. 2, pp. 89–97. DOI: 10.1134/S1819712413020025
16. Chawla S.P., Chander R., Sharma A. Antioxidant properties of Maillard reaction products obtained by gamma-irradiation of whey proteins. *Food chemistry*, 2009, no. 116 (1), pp. 122–128.
17. Lindenmeter M., Faist V., Hormann T. Structural and functional characterization of pronillizin, a novel protein modification in bread crust melanoidins showing in vitro antioxidative and phase I/II enzyme modulating activity. *J. Agric. Food Chem*, 2002, no. 50, pp. 6997–7006. DOI: 10.1021/jf020618n
18. Ponomareva E.I., Kustov V.Yu., Odintsova A.V. [Choice of Rational Way of Introduction of Flour from Buckwheat Mill Offals]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technology], 2015, no. 1(63), pp. 122–125. (in Russ.)
19. Potoroko I.Yu., Androsova N.V. Using the method of the test laboratory bakery for the study of the baking quality of bakery products produced in the terms of its own production in retail. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2015, vol. 3, no. 1, pp. 62–70. (in Russ.)

20. Rogozhin V.V., Rogozhina T.V. *Praktikum po biokhimii sel'skokhozyaystvennoy produkcii* [Workshop on Biochemistry of Agricultural Production]. St. Petersburg, GIORД Publ., 2015. 480 p.

21. Faroog A., Abdullah H., Shahid I. Antioxidant activity of 100 % and 80 % methanol extracts from barley seeds (*Hordeum vulgare* L.): stabilization of sunflower oil. *Grasas y aceites*, 2010, no. 61(3), pp. 237–243. DOI: 10.3989/gya.087409

Ludmila Pavlovna Nilova. Candidate of Science (Engineering), associate professor, Department of Expertise of Consumer Good, Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, nilova_1_p@mail.ru

Received 10 February 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Нилова, Л.П. Влияние технологических факторов на качество и антиоксидантную активность обогащенных хлебобулочных изделий / Л.П. Нилова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 1. – С. 55–63. DOI: 10.14529/food16007

FOR CITATION

Nilova L.P. Influence of Technological Factors on the Quality and Antioxidant Activity of Enriched Bakery Products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 55–63. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160107