

УДК 664.6/7

И.П. Березовикова, П.Е. Влощинский**ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ МИКРОНИЗАЦИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕЛЬНОЗЕРНОВЫХ ПРОДУКТОВ**

Цельнозерновые продукты – важнейшие источники незаменимых нутриентов. Для повышения потребления цельнозерновых продуктов необходима разработка их рецептур и технологий. Изучено влияние режимов микронизации и плющения зерна пшеницы с целью производства цельнозерновых продуктов из него и выбора способа их кулинарной обработки.

Продукты цельнозерновые, зерно пшеницы, микронизация, хлопья микронизированные, степень готовности.

Введение

Цельнозерновые продукты являются важнейшими источниками большинства незаменимых нутриентов: пищевых волокон, антиоксидантов, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, фитоэстрогенов и других компонентов, обладающих превентивными свойствами по отношению к развитию большинства хронических заболеваний [1]. Например, мука из цельного зерна содержит 10,7 % пищевых волокон, 61,8 мкг/100 г селена, 0,5 мг тиамина, 72,8 мг бетаина, 1,9 мг γ -токоферола [2]. Большинство из указанных компонентов находятся в зародыше и отрубях, которые удаляются в процессе рафинирования зерна. Известно, что технологические свойства зерновых продуктов коррелируют с содержанием в них указанных веществ: пищевые волокна повышают время гидротермической обработки, изменяется цвет продукта, в то же время липиды становятся более устойчивыми к окислению благодаря содержанию антиоксидантов. Поэтому перед нутрициологами, исследователями и производителями стоит задача: добиться повышения потребления цельнозерновых продуктов за счет улучшения их органолептических и технологических свойств, сохранения минорных компонентов.

Формы включения цельнозерновых продуктов в рацион питания разнообразны: изделия из цельнозерновой муки (хлеб, основа для пиццы, макаронные изделия), слайсы из цельного взорванного зерна, экструдированные продукты, смеси и батончики типа «Мюсли», продукция на основе зерновых хлопьев (каши и т.д.).

Зерновые хлопья являются уникальным продуктом переработки, так как в отличие от муки могут использоваться практически во всех известных рецептурах кулинарной продукции, а также в составе продуктов на зерновой основе, готовых к употреблению. Полученные при ИК-обработке микронизированные хлопья можно использовать для приготовления супов, салатов, вторых блюд, выпечных изделий. Это прекрасная основа для производства сухих завтраков с добавлением различных компонентов, позволяющая создавать биологически активные продукты, обладающие лечебно-профилактическими свойствами [3–5].

В технологиях зерновых хлопьев в последние годы стала широко применяться микронизация – процесс кратковременного нагрева зерна в ИК-спектре,

существенно изменяющий его технологические, биохимические и потребительские свойства. Все происходящие изменения в зерне в значительной мере определяются массовой долей влаги в исходном сырье, временем экспозиции ИК-облучения, мощностью ламп ИК-облучателя, толщиной хлопьев после плющения зерна, температурой зерна на выходе [6]. В результате использования различных режимов для производства таких хлопьев могут быть получены и различные рекомендации по их использованию в питании. Кулинарную готовность крахмалсодержащих продуктов характеризуют по следующим показателям: накоплению водорастворимых веществ, деструкции крахмала, степени поглощения воды (набухаемости) и органолептическим показателям [7].

Цель исследования – определение режимов микронизации зерна пшеницы для производства цельнозерновых продуктов и выбора способа их кулинарной обработки.

Задачи исследования:

- определение содержания водорастворимых веществ;
- определение степени деструкции крахмала;
- определение скорости набухания микронизированных хлопьев в различных режимах (используемых на производстве, с изменением времени микронизации, толщины хлопьев).

Объекты исследования

1. Исходное сырье: зерно пшеницы, КХ «Павленко В.И.», п. Коченево, ГОСТ Р 52554-2006. Характеристика зерна: класс 3, тип – мягкая, стекловидность – не менее 60 %, натура – в среднем 750 г/л.
2. Зерно микронизированное без плющения (20 с, температура на выходе 130–150 °С).
3. Зерно микронизированное (МК1) с последующим плющением (20 с, температура на выходе 130–150 °С, толщина хлопьев 0,9–1,1 мм).
4. Зерно микронизированное (МК2) с последующим плющением (40 с, температура на выходе 130–150 °С, толщина хлопьев 0,9–1,1 мм).
5. Зерно микронизированное (МК3) с последующим плющением (70 с, температура на выходе 130–150 °С, толщина хлопьев 2,0–2,1 мм).
6. Зерно микронизированное (МК4) с последующим плющением (90 с, температура на выходе 130–150 °С, толщина хлопьев 2,0–2,1 мм).

Все образцы подвергались микронизации на линии ОАО «Сибирский агропромышленный дом» (Новосибирская область, г. Краснообск).

Методы исследования

1. Массовая доля сухих веществ (влаги) во всех образцах – арбитражным методом высушивания до постоянной массы при 102 ± 2 °С.

2. Содержание водорастворимых веществ по методу, предложенному С.А. Гениным [7].

3. Степень деструкции крахмала по ГОСТ 29177.

4. Степень набухания хлопьев при температуре 37 °С, гидромодуль (ГМ) 1:4.

5. Массовая доли влаги хлопьев в разное время набухания.

6. Статистическая обработка результатов – пакет программ Statistica 6,0, непараметрические методы.

Результаты исследования

Одним из важных показателей для микронизированных хлопьев является массовая доля сухих веществ, так как она определяет функциональные свойства (например, поглощение влаги), а также хранение продукта (рис. 1).

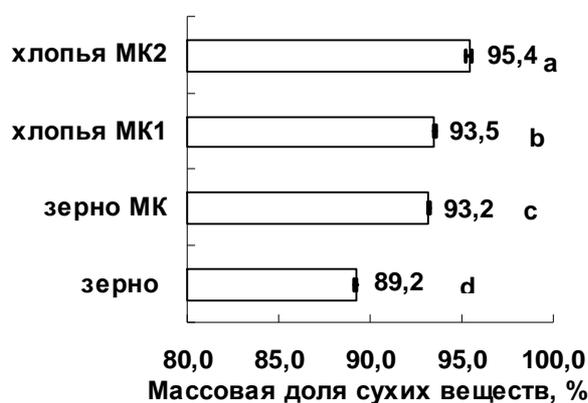


Рис. 1. Изменение массовой доли сухих веществ при ИК-обработке и плющении зерна пшеницы (строчными буквами показаны внутригрупповые различия, $p < 0,05$, тест Манн-Уитни)

Повышение времени микронизации приводило к снижению массовой доли сухих веществ в хлопьях: МК3 (70 с) – $91,7 \pm 0,02$ %; МК4 (90 с) – $92,5 \pm 0,04$ %. Повышение массовой доли влаги в последних образцах связано, по-видимому, с изменением толщины хлопьев: она была увеличена с 0,9–1,1 до 2,0–2,1 мм.

Маркером степени готовности зернового продукта является содержание водорастворимых веществ в нем. На рис. 2 показано содержание водорастворимых веществ в исходном зерне пшеницы и продуктах его переработки – микронизированном зерне и хлопьях.

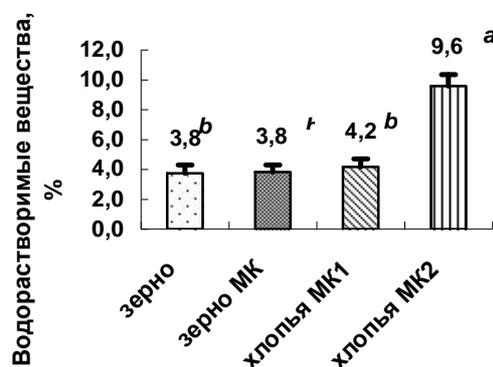


Рис. 2. Изменение содержания водорастворимых веществ при ИК-обработке и плющении зерна пшеницы (строчными буквами показаны внутригрупповые различия, $p < 0,05$, тест Манн-Уитни)

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что 20 с микронизация зерна как с плющением, так и без плющения не влияют на образование водорастворимых веществ, а увеличение времени ИК-облучения до 40 с приводит к их накоплению. Количество водорастворимых веществ в крупах повышается в первую очередь за счет деструкции крахмала [7].

Результаты определения степени деструкции крахмала показаны на рис. 3.

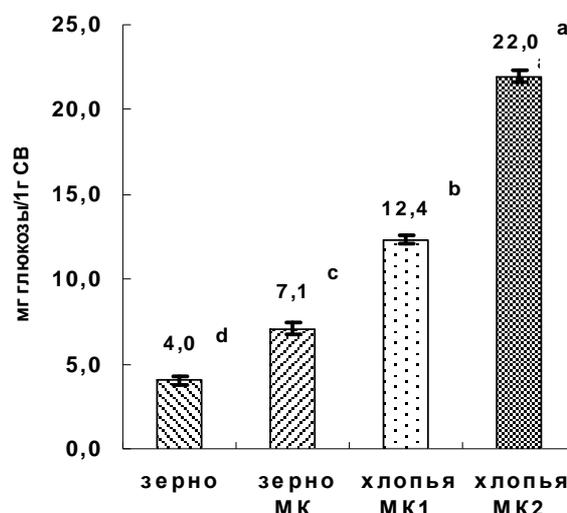


Рис. 3. Изменение степени деструкции крахмала при ИК-обработке и плющении зерна пшеницы (строчными буквами показаны внутригрупповые различия, $p < 0,05$, тест Манн-Уитни)

Углеводный комплекс зерна претерпевает изменения даже при минимальном времени ИК-облучения, без плющения – степень деструкции крахмала по отношению к исходному увеличилась в 1,8 раза. Сочетание 20 с микронизации и плющения повышает степень деструкции в 3,1 раза, а 40 с ИК-облучения и плющения – в 5,5 раза по сравнению с исходной.

Учитывая накопление водорастворимых веществ и степень деструкции крахмала, можно сделать вывод о том, что зерно, микронизированное в течение 20 с, а также хлопья из него для кулинарного ис-

пользования должны быть подвергнуты гидротермической обработке (варке).

Органолептические показатели соответствуют полученным нами результатам физико-химических исследований. В образцах, для производства которых был использован первый режим микронизации (20 с), ощущался вкус и запах сырого зерна. Второй режим микронизации привел к появлению в хлопьях легкого орехового вкусового оттенка. Поэтому необходимо было установить, возможно ли использование таких хлопьев в составе продуктов, не требующих варки (типа «Мюсли»), или для них требуется какой-то вид гидротермической обработки. Критерием режимов микронизации для производства зерновых продуктов, готовых к употреблению, является массовая доля влаги в них после набухания и степень набухания (рис. 4).

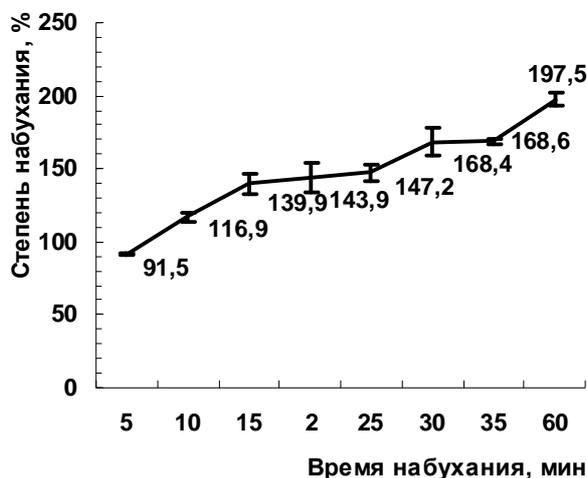


Рис. 4. Степень набухания пшеничных хлопьев МК2

Полученные результаты по степени набухания полностью соответствуют приведенным выше результатам. Получена положительная корреляция между степенью деструкции и степенью набухания во всех временных точках, исключая 5 мин, $r = 0,573...0,819$. Таким образом, чем выше степень деструкции в зерне, тем выше степень набухания, что является одним из факторов готовности.

Нами определена массовая доля влаги в хлопьях в каждой точке наблюдения. Это необходимо для сравнения с показателем для готовых каш разной консистенции. Например, массовая доля влаги в рассыпчатых кашах составляет 60–78 %, для вязких — от 79 до 83 % [8]. Пшеничные хлопья 40 с микронизации достигали уровня 60 % (рассыпчатой каши) на 15-й минуте набухания. Максимум набухания приходится на 60-ю минуту. Таким образом, указанный режим может быть пригоден для технологий быстрого приготовления кулинарной продукции из микронизированных пшеничных хлопьев (например, заваривание).

Для определения возможности включения хлопьев в продукцию, не требующую варки, нами исследована степень деструкции пшеничных хлопьев с режимом микронизации 70 с (МК3) и 90 с (МК4). Степень деструкции крахмала в образце МК3 возросла по сравнению с исходным в зерне в

9,1 раза и составила $36,7 \pm 0,36$ мг глюкозы / 1 г СВ, а для образца МК4 — до $47,7 \pm 0,36$ мг глюкозы / 1 г СВ, или в 11,9 раза больше исходного. Анализируя полученные результаты, можно говорить о том, что увеличение времени микронизации повышает степень деструкции крахмала и не зависит от толщины хлопьев. По этой причине следующим критерием для обоснования режимов микронизации в производстве зерновых продуктов, готовых к употреблению, является массовая доля влаги после набухания и степень набухания (рис. 5).

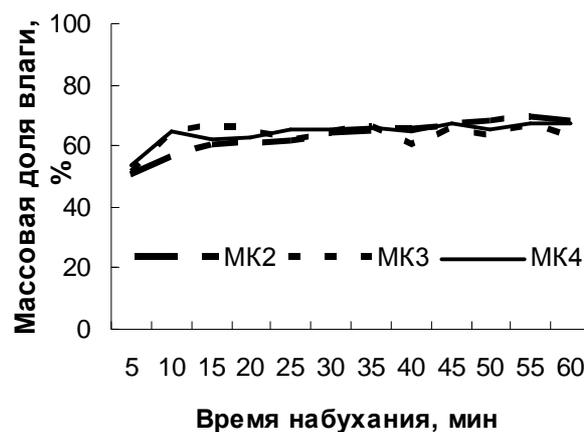


Рис. 5. Изменение массовой доли влаги пшеничных хлопьев с разным временем микронизации в зависимости от времени набухания

В связи с тем, что через 10 мин набухания хлопья достигали массовой доли влаги, характерной для рассыпчатой каши, показана степень набухания для этого времени. Повышение времени микронизации с 70 до 90 с не привело к изменению показателя (табл. 1). По сравнению с начальным контактом с водой — 5 мин — в образцах МК3 и МК4 наблюдалось повышение набухаемости в 1,9 раза.

Таблица 1

Степень набухания микронизированных хлопьев при режиме облучения 70 и 90 с (10 мин, 37 °С, ГМ 1:4) (M±SD)

Наименование хлопьев	Режим микронизации	
	70 с	90 с
Пшеничные	$169,4 \pm 5,2$	$172,3 \pm 10,9$

Исходя из объективных данных проведенного исследования свойств цельного зерна пшеницы, подвергнутого ИК-облучению (микронизации), можно сделать следующие выводы.

1. Микронизированное зерно без плющения и хлопья, приготовленные из него, целесообразно подвергать варке.

2. Хлопья пшеничные (толщина 0,9–1,1 мм, исходная массовая доля влаги зерна 11 %, микронизация — 7 ламп, температура на выходе 130–150 °С, время облучения 40 с) могут быть использованы для технологий быстрого приготовления кулинарной

продукции из микронизированных пшеничных хлопьев (например, заваривание).

3. Хлопья пшеничные (толщина 2,0–2,1 мм, исходная массовая доля влаги зерна 11 %, микронизация – 7 ламп, температура на выходе 130–150 °С, время облучения 70 с) могут быть использованы в рецептурах и технологиях зерновых продуктов, не требующих варки.

4. Микронизация в течение 90 с нецелесообразна, так как органолептические показатели и набухаемость не отличаются от хлопьев, подвергнутых ИК-облучению в течение 70 с.

Таким образом, полученные нами результаты могут служить основанием для разработки разнообразных рецептур и технологий продукции из цельного зерна пшеницы и повышения потребления цельнозерновых продуктов населением.

Список литературы

1. Slavin J.L., Martini M.C., Jacobs D.R. et al. Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1999. – V. 70 (suppl). – P. 459S–463S.
2. <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata/> USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 23 (2010).
3. Панфилова, И.А. Разработка технологии быстрорастворимой крупы и хлопьев из цельного зерна пшеницы профилактического назначения с использованием ИК-обработки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1998.
4. Зверев, С.В. Функциональные зернопродукты / С.В. Зверев, Н.С. Зверева. – М.: ДеЛи принт, 2006.
5. Резниченко, И.Ю. Выбор сырья для мюсли-батончика / И.Ю. Резниченко, В.М. Позняковский, И.А. Драгунова // *Пищевая промышленность.* – 2007. – № 2. – С. 68–69.
6. Sharma, G.K. Micronization // *Science Spectrum.* – 2009. – № 3. – P. 169–171.
7. Генин, С.А. Крупяные концентраты, не требующие варки / под ред. С.А. Генина. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 168 с.
8. Ковалев, Н.И. Органолептическая оценка готовой пищи. – М.: Экономика, 1968.

НОУ ВПО Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»,
630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26.
Тел./факс: (383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su

SUMMARY

I.P. Berezovikova, P.E. Vloshchinsky

The Basis for the Regimes of micronization of wholegrains wheat production

Whole grain products is an important source of essential nutrients. To increase the consumption of wholegrain foods it is necessary to develop their formulations and technologies. The influence of the modes of micronization and crushing of wheat for the production of whole grains, and the selection of the method of their culinary treatment is studied.

Whole-grain products, grain, wheat, micronization, micronized flakes, readiness.

Siberian University of Consumer Cooperation
26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia
Phone/Fax: +7(383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su

