

УДК 664.7

ВЛИЯНИЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА КИСЛОТНОСТЬ И ВЛАЖНОСТЬ КРУП

Ю.А. Шалагина

Мукомольно-крупяная промышленность входит в число наиболее социально значимых отраслей агропромышленного комплекса. Изменения технологических свойств, в частности, объема зерна и его насыпной плотности имеет большое значение при производстве и упаковке готового продукта. В данной статье рассмотрено влияние СВЧ обработки на кислотность и влажность зерна.

Ключевые слова: быстрорастваривающиеся крупы, СВЧ.

Мукомольно-крупяная промышленность входит в число наиболее социально значимых отраслей агропромышленного комплекса. Вырабатываемые из муки хлеб, хлебобулочные, макаронные, крупяные и кондитерские изделия необходимы всем в любом возрасте. Именно поэтому основным критерием продовольственной безопасности страны является стабильное обеспечение потребления продуктов переработки зерна. Пятуую часть повседневного рациона россиян составляют именно продукты хлебной группы.

Целью данного исследования является выявить закономерность влияния СВЧ обработки на кислотность и влажность круп на примере гречневой крупы.

Для достижения данной цели необходимо изучить биохимический состав крупы, провести лабораторные исследования, проанализировать полученные результаты.

Данное исследование является частью исследования по разработке технологии производства быстрорастваривающихся круп с применением СВЧ обработки.

Для определения качества зерна большое значение имеет его кислотность. Кислотность определяют по болтушке: водной, спиртовой или эфирной вытяжкам из размолотого зерна.

Кислотность обусловлена наличием в зерне кислореагирующих веществ. К этой группе можно отнести аминокислоты, белки, жирные кислоты, органические и неорганические кислоты. В зерне содержатся такие органические кислоты, как яблочная, щавелевая, молочная, аконитовая и др. При добавлении к взвеси или раствору щелочи кислота связывается с ней.

Нормальное здоровое зерно обычно имеет низкую кислотность (от 1 до 3°), для гречневой крупы кислотность равна 2,5...6°, рисовой – 1...2,5°, 2,5...8° для овяных круп [19]. При неблагоприятных же условиях хранения (прораствание, самосогревание) либо при очень длительном хранении ки-

слотность возрастает. Таким образом, кислотность является показателем свежести зерна. Она возрастает также и при хранении муки, крупы и комбикормов, тем более, если были нарушены условия хранения.

Кислотность выражают в градусах. Один градус кислотности равен одному миллилитру нормальной щелочи (гидроксида натрия), идущей на нейтрализацию кислоты в 100 г размолотого зерна при титровании.

Влажность крупы влияет на ее питательную ценность и является определяющим фактором при хранении. Для разных видов крупы предельно допустимая влажность колеблется от 12 до 17 %. При этом продукция, предназначенная для длительного хранения или отгрузки в отдаленные районы, должна иметь влаги на 1–1,5% меньше, чем используемая для текущего потребления. Так, влажность гречневой крупы предназначенной для длительного хранения, должна быть не более 13 %, а для текущего потребления – до 14 % [20].

Объектами исследования являются основные показатели качества крупы – влажность и кислотность, предметом – крупа гречневая первого сорта.

Методы эксперимента – приведены ниже.

Определение кислотности крупы

Кислотность крупы характеризовали по двум показателям: титруемая кислотность и активная кислотность. Титруемую кислотность в кондитерском производстве принято выражать в условных единицах – градусах. За градус кислотности принимают количество кубических сантиметров 1 н раствора едкого натрия, необходимое для нейтрализации кислот и кислых солей в 100 г объекта исследования. Кислотность определяют методом титрования. Для этого навеску измельченной крупы массой 5 г отвешивали с точностью 0,01 г и количественно переносили в мерную колбу на 100 см³. Затем приливали 50 см³ дистиллированной воды с температурой 60–70 °С, перемешивали и доводили объем до метки. Полученный раствор охлаждают до температуры 18–20 °С, прибавляли 2–3 капли 1 % раствора фенолфталеина и титровали 0,1 н раствором гидроксида натрия до бледно-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 минуты. Кислотность (К) в градусах вычисляют по формуле:

$$K = 10 \frac{V}{m},$$

где V – объем 0,1 н раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование, см³;

m – масса навески крупы, г.

Определение влажности

Выделяют навеску массой 30 г и размалывают. Крупность размола контролируют по проходу сита 08, который для гороха шелушенного должен быть не менее 50 %, для овсяной крупы 60 %, для всех остальных круп не менее 75 %. Измельченную крупу помещают в банку с притертой пробкой,

хорошо перемешивают и из разных мест отбирают совочком две навески по $5 \pm 0,05$ г в две чистые просушенные и предварительно взвешенные бюксы. Взвешивание проводят на технических весах с точностью до 0,01 г. Бюксы в открытом виде помещают в специальные гнезда сушильного шкафа СЭШ – 3 (или СЭШ – 3м) нагретого до температуры 140 °С. Причем в гнездо ставят крышку, а на крышку бюксу. Свободные гнезда сушильного шкафа закрывают заглушками. После установки бюксов контактный термометр переключают на температуру 130 °С. Обычно после установки бюксов температура падает ниже 130 °С. Как только сигнальная лампа на шкафу отключится, (температура достигла 130 °С) засекают время и сушат 40 минут. По истечении экспозиции высушивания, бюксы с измельченной крупой извлекают из шкафа тигельными щипцами, закрывают крышками и ставят в эксикатор до полного охлаждения, примерно на 20 мин. Охлажденные бюксы с измельченной крупой взвешивают с точностью до 0,01 г и ставят в эксикатор до конца подсчетов. Влажность крупы в процентах вычисляют по формуле:

$$X = 100 \frac{D_1 - D_2}{D_1},$$

где D_1 – масса навески размолотой крупы до высушивания, г;

D_2 – масса навески размолотого зерна после высушивания, г;

X – влажность крупы, %.

Ход эксперимента

Основными параметрами СВЧ обработки является величина энергетической облученности продукта (мощность лучистого потока) и время облучения.

Как правило, с ростом мощности лучистого потока, подаваемого на зерновое сырье, степень модификаций в обрабатываемом сырье возрастает. С повышением мощности облучения появляется риск обгорания поверхности из-за неоднородности распределения температурного поля при интенсивной СВЧ обработке.

Увлажнение крупы водой при температуре 18–20 °С в количестве 1,5–2,0 % от общей массы крупы, перемешивание крупы в течение 60 мин до достижения влажности крупы 28–30 % обусловлено тем, что данный технологический прием позволяет увеличить количество свободной влаги в капиллярах приповерхностных оболочек и центральных слоях зерновок крупы, создать оптимальные условия для поглощения и пропускания СВЧ излучения крупой при термообработке, увеличить удельную поверхность парообразования в капиллярно-пористой структуре крупы при СВЧ-термообработке, снизить удельные энергозатраты на парообразование при СВЧ-термообработке крупы.

Термообработка увлажненной крупы СВЧ излучением в течение 5 мин при 50 % мощности при периодическом перемешивании позволяет снизить

конечную температуру обрабатываемой крупы, минимизировать перепад температур на поверхности и в центре каждой зерновки крупы, провести однородную СВЧ-обработку всего объема крупы, позволяет управлять развитием полей градиента температуры и влажности, с удержанием влаги в обрабатываемой крупе.

Выдерживание крупы в течение от 3-х до 6-ти мин при постоянном перемешивании в СВЧ поле обусловлено тем, что за это время, которое при заданном диапазоне температур необходимо для образования устойчивой структуры, состоящей из высококачественных декстринов, клетчатки и гемицеллюлозы во всем объеме углеводсодержащей части крупы, что позволяет создать структуру пищевых волокон крупы с наибольшей сорбционной емкостью. Если данный технологический прием осуществляется за время меньше 3 мин, то образование высококачественных декстринов во всем объеме углеводсодержащей части крупы не наблюдается. Если данный технологический прием осуществляется за время больше 6 мин, то наблюдается резкое снижение витаминов группы В и резкое снижение сорбционной емкости (по данным исследования А.А. Андреевой).

Постоянное перемешивание необходимо для устранения слипаемости, а также предотвращения водообразования и агломерации крупы.

Окончательное охлаждение крупы до 18–20 °С в течение 3–5 мин необходимо для того, чтобы остановить процессы в крупе, т.е. осуществить «консервирование» и получить продукт быстрого приготовления с заданными функциональными свойствами.

Исследование влияния СВЧ воздействия на технологические свойства круп проводилось на примере перловой крупы. Основной целью было рассмотреть влияние СВЧ обработки на продолжительность варки.

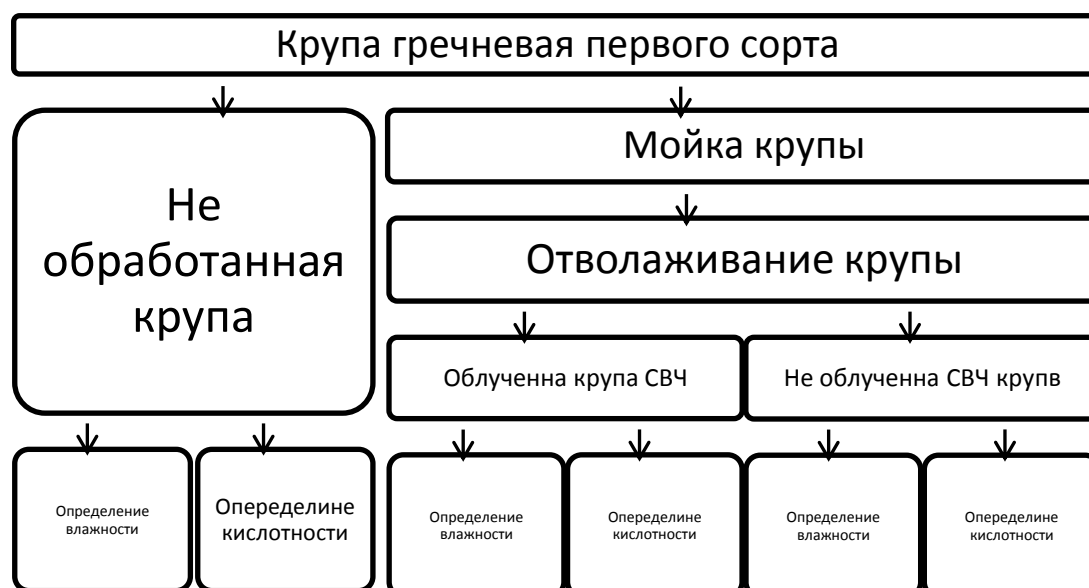


Рис. 1. Ход эксперимента

Пробы массой по 300 г из перебранной и очищенной гречневой крупы тщательно промывали в проточной воде. Затем пробы подвергали СВЧ облучению в стеклянной таре с закрытой крышкой. При воздействии СВЧ поля зерна крупы нагреваются, и происходит изменения в составе и структуре зерна. Изменения в объеме обусловлены тем, что клеточная стенка достаточно толстая, а при нагреве происходит набухание крахмала и увеличение его в объеме.

В ходе эксперимента были получены следующие данные, представленные в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Изменение градуса кислотности крупы при СВЧ облучении

Мощность, кВт Продолжительность обработки, мин	Кислотность крупы						
	0	200	400	500	600	800	1000
0	5,90	5,90	5,90	5,90	5,90	5,90	5,90
2	5,90	5,10	4,20	4,20	4,30	4,20	4,00
4	5,90	5,10	4,10	4,40	4,40	4,10	4,00
5	5,90	4,80	4,40	4,60	3,60	3,90	3,70
6	5,90	4,80	3,60	4,32	3,90	5,00	5,20
8	5,90	4,40	4,00	4,30	4,20	6,00	6,60
10	5,90	4,40	4,00	4,00	4,00	6,40	6,90

Таблица 2

Изменение влажности крупы при СВЧ облучении

Мощность, кВт Продолжительность обработки, мин	Влажность крупы, %						
	0	200	400	500	600	800	1000
0	24	22,00	23,00	24,00	24,00	24,00	24,00
2	24,00	22,15	16,32	22,40	22,00	21,45	21,20
4	24,00	21,68	15,40	10,80	10,45	7,27	8,23
5	24,00	19,25	14,37	6,77	6,80	6,70	6,75
6	24,00	18,65	13,38	6,60	5,87	5,87	5,78
8	24,00	18,12	12,39	5,75	5,75	5,63	4,65
10	24,00	18,65	11,39	5,65	4,70	4,65	2,92

Для наглядного анализа данных были построены графики изменения кислотности и влажности при обработке.

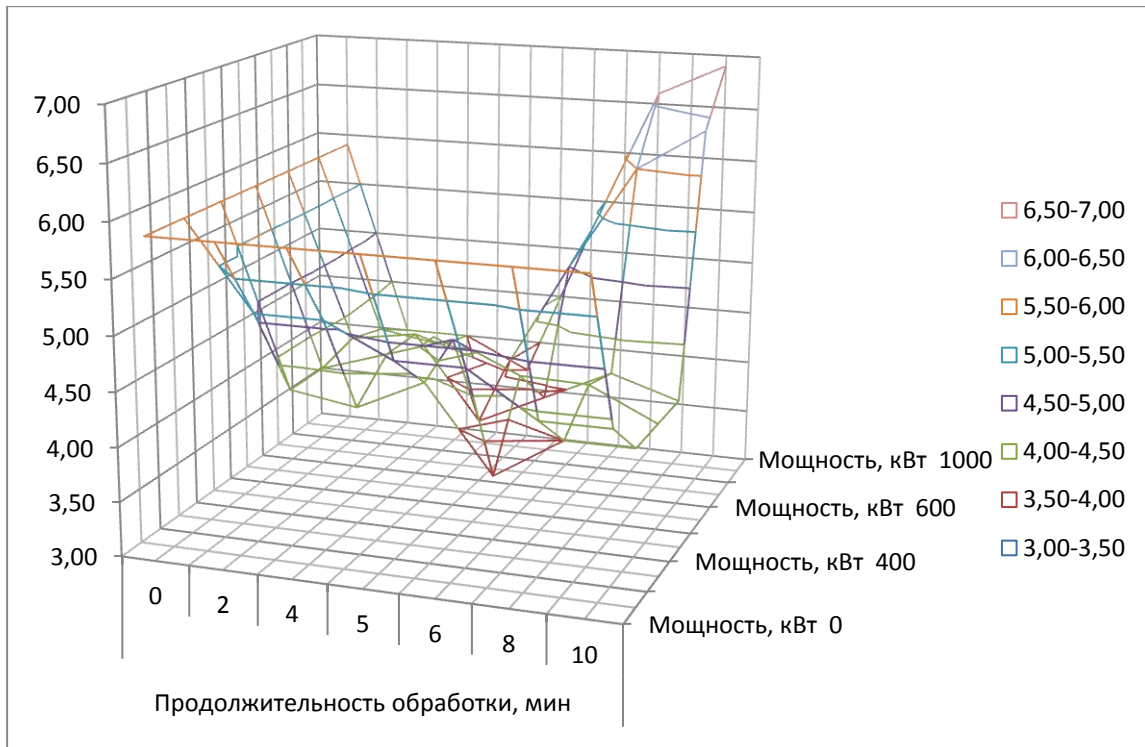


Рис. 2. Изменение градуса кислотности крупы при СВЧ облучении

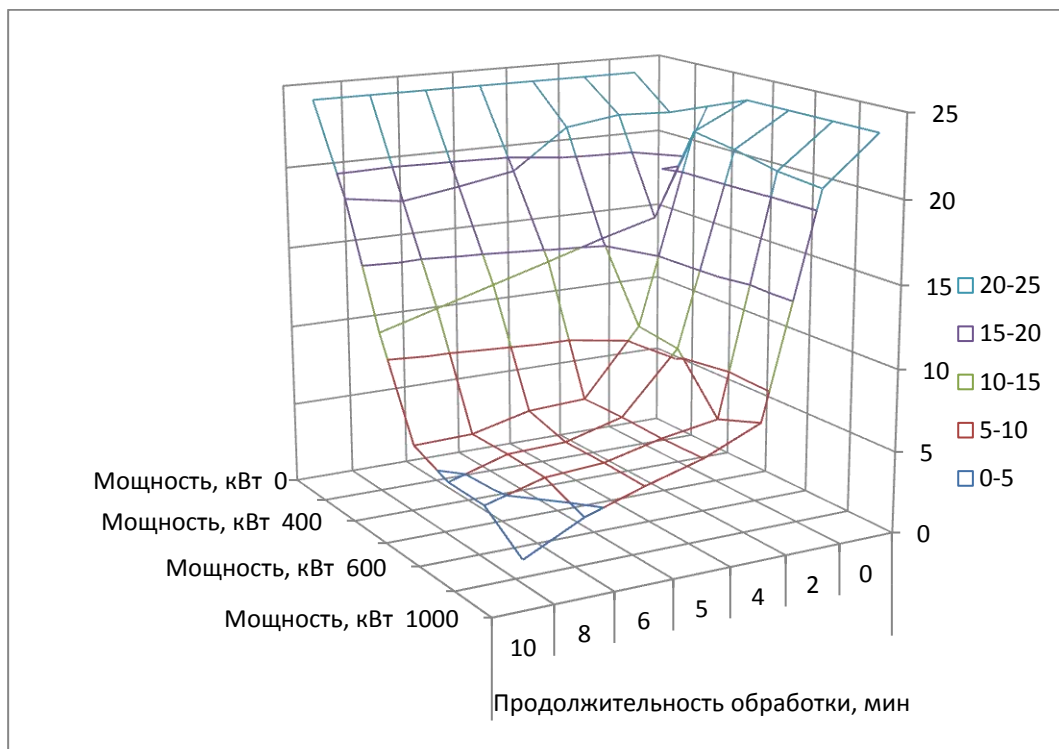


Рис. 3. Изменение влажности крупы при СВЧ облучении

Как видно из таблиц и рисунков влажность крупы резко снижается при обработке СВЧ полем. Причем, чем выше мощность потока и продолжительность обработки, тем ниже влажность крупы, с точки зрения длитель-

ного хранения, оптимальными будут режимы обработки мощность СВЧ поля более 400 Вт, и длительность более 4 минут. Но при облучении мощностью более 600 Вт и длительностью более 6 минут происходит сгорание крупы в поле СВЧ.

Кислотность обусловлена наличием в зерне кислореагирующих веществ. К этой группе можно отнести аминокислоты, белки, жирные кислоты, органические и неорганические кислоты. В зерне содержатся такие органические кислоты, как яблочная, щавелевая, молочная, аконитовая и др.

При воздействии температуры белки денатурируют, жиры окисляются, а при облучении от 800 Вт свыше 6 минут происходит активное дымообразование, перегрев и сгорание продукта. Происходит гидролиз крахмала, все эти факторы влияют на кислотность облучаемого сырья.

Максимальный эффект сохранения внешнего вида и влажности крупы наблюдается при мощности 500 Вт и времени от 4 до 6 минут. Обработанная крупа имеет влажность до 10 %, что будет способствовать ее более длительному хранению, кислотность данной крупы также не высокая.

Библиографический список

1. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. ГОСТ Р 52349-2005; введ. 01.07.2006.
2. Юдина, С.Б. Технология продуктов функционального питания / С.Б. Юдина. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 280 с.
3. Егоров, Г.А. Технология муки. Технология крупы: учеб. пособие для вузов по специальности 270100 «Технология хранения и переработки зерна» / Г.А. Егоров. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: КолосС, 2005. – 302 с.
4. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года: постановление Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р // Собрание законодательства. – 2012. – № 18 – Ст. 74.
5. Андреева, А.А. Разработка энергосберегающей технологии производства продуктов быстрого приготовления из крупяного крахмалосодержащего сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.А. Андреева. – М.: Моск. гос. ун-т пищевых пр-в (МГУПП), 2010. – 26 с.
6. Отраслевая программа Развитие мукомольно-крупяной промышленности Российской Федерации года: постановление Министерства сельского хозяйства РФ от 23 мая 2014 г. N 166 // Собрание законодательства. – 2014. – Ст. 15.
7. Пат. 2165714 Российская Федерация, МПК А23L1/168. Злаковый продукт быстрого приготовления с добавленными овощами и способ его получения / Эрнст Х. Раймердес; Пьер Дюпар; Освальдо Джеромини; Жан-Жак Дежардан.; заявитель и патентообладатель СОСЬЕТЕ ДЕ ПРОДЮИ НЕСТЛЕ С.А. (СН). – № 2165714; заявл. 22.12.1995; опубл. 27.04.2001. – 4 с.
8. Анисимова, Л.В. Влияние гидротермической обработки зерна на белковый комплекс крупяных продуктов / Л.В. Анисимова // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 158–162.

9. Мелешкина, Л.Е. Изменение углеводного комплекса перловой и гречневой крупы быстрого приготовления в процессе барометрического текстурирования / Л.Е. Мелешкина, В.С. Иунихина, М.А. Вайтанис // Ползунов. вестн. – 2012. – № 2. – С. 117–121.
10. Иунихина, В.С. Крупяные продукты -источник пищевых волокон / В.С. Иунихина // Хлебопродукты. – 2009. – № 5. – С. 44–46.
11. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: Де-Ли принт, 2007. – 276 с.
12. Химия и технология крахмала. Промышленные вопросы / под ред. Р.Л. Уистлера и Э.Ф. Пашаля. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 360 с.
13. Егоров, Г.А. Технологические свойства зерна / Г.А. Егоров. – М.: Агропромиздат, 1985.
14. Попова, Е.П. Микроструктура зерна и семян / Е.П. Попова. – М.: Колос, 1979. – 224 с.
15. Николаева, М.А. Хранение продовольственных товаров: учеб. пособие / М.А. Николаева, Г.Я. Резго. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2010. – 304 с.
16. ГОСТ 5784-60. Крупа ячменная. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 7 с.
17. ГОСТ 6201-68. Горох шлифованный. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 6 с.
18. ГОСТ 6292-93 Крупа рисовая. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 5 с.
19. ГОСТ 26971-86 Зерно, крупа, мука, толокно для продуктов детского питания. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 5 с.
20. ГОСТ 550-74 КРУПА ГРЕЧНЕВАЯ. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 7 с.
21. Патент 2264128 РФ, МПК: А 23 L 1/18, 1/20, А 23 Р 1/14, F 23 В 3/30. Установка для термообработки зернового сырья / Филатов В.В., Филатов А.В., Кирдяшкин В.В., Елькин Н.В., Плаксин Ю.М., Андреева А.А.; заявитель и патентообладатель МГУПП. – № 2004129690/13; заявл. 14.10.04; опубл. 20.11.05, Бюл. № 32. – 8 с.
22. Патент 2372795 РФ, МПК А 23 L 1/18. Установка для термообработки пищевого материала / Андреева А.А., Доронин А.Ф., Елькин Н.В., Елькин И.Н., Кирдяшкин В.В.; заявитель и патентообладатель МГУПП. – № 2008145707/13; заявл. 20.11.08; опубл. 20.11.09, Бюл. № 32. – 8 с.
23. Заявка 2009120326/13 (028062). Способ производства продуктов быстрого приготовления из крахмалосодержащих круп / Филатов В.В., Андреева А.А., Доронин А.Ф., Кирдяшкин В.В.; заявители и патентообладатели: Филатов В.В., Андреева А.А., Доронин А.Ф., Кирдяшкин В.В. – № 2009120326/13 (028062); заявл. 29.05.09; приоритет 04.12.09.

[К содержанию](#)