

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

АЛМАТИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА
INTERNATIONAL ACADEMY OF REFRIGERATION



climalife®

Danfoss



МАЙКАША
MYCOM

TRAMAX
LIMITED

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«КАЗАХСТАН-ХОЛОД 2018»

VIII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
«KAZAKHSTAN-REFRIGERATION 2018»

Сборник докладов конференции
15-16 марта 2018 г.
Proceedings of the Conference
March 15-16, 2018

Алматы, 2018

УДК 621.56/59(063)
ББК 31.392
К14

Сборник докладов подготовлен под редакцией
доктора технических наук, академика **Кулажанова Т.К.**

Редакционная коллегия:

Цой А.П., Бараненко А.В., Шалбаев К.К.,
Шлейкин А.Г., Андреева В.И. (ответ.секретарь)

К14 Казахстан-Холод 2018: Сб. докл.межд.науч.-техн.конф. (15-16
марта 2018 г.) = Kazakhstan-Refrigeration 2018: Proceedings of the Conference
(March 15-16, 2018). – Алматы: АТУ, 2018. – 255 с., русский, английский.

ISBN 978-601-263-425-9

В докладах представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, практических внедрений, проведенных в Казахстане, Дании, Бельгии, Германии, России, Японии, Узбекистане и Украине по следующим направлениям: холодильные машины и установки, системы кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения, экология в холодильной промышленности, холодильная и пищевая технология. Сборник рассчитан на специалистов и ученых, работающих в областях холодильной, пищевой, химической, нефтеперерабатывающей промышленности, а также на специалистов по системам кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения жилых, коммерческих зданий и спортивных комплексов.

The proceedings present the results of theoretical and experimental studies, practical implementations in Kazakhstan, Denmark, Belgium, Germany, Russia, Japan, Uzbekistan and Ukraine in the following areas: refrigeration machines and installations, air conditioning and life support systems, refrigeration ecology, refrigeration and food technology. These proceedings are devoted to professionals and scientists working in the fields of refrigeration, food, chemical, oil refining industries, as well as to specialists of air conditioning systems and life-support of residential, commercial buildings and sports complexes.

УДК 621.56/59(063)
ББК 31.392

ISBN 978-601-263-425-9

© АТУ, 2018

CRYO PROCESSING AS A WAY TO REDUCE THE GLYCEMIC INDEX OF POTATO PRODUCTS

КРИООБРАБОТКА КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ГЛИКЕМИЧЕСКОГО ИНДЕКСА КАРТОФЕЛЕ ПРОДУКТОВ

Dotsenko N.V. ¹ , PhD, associate professor Podoroga V.I. ² , master	Доценко Н.В. ¹ , к.т.н., доцент Подорога В.И. ² магистр
1 - Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, 65039, Odessa, Kanatnaja str. 112 2 - ООО "PF GROUP", Ukraine, 65026, Odessa, Deribasovskaja str. 21	1 – Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, 65039, г.Одесса, ул.Канатная, 112 2 – ООО «ПХ ГРУП», Украина, 65026, г. Одесса, ул. Дерибасовская, 21

Abstract

Recently, the consumption of potato products has decreased because of its high caloric value, which does not correlate with the products of healthy nutrition. The article presents the research of a method for low-temperature processing of potato products to reduce their glycemic index, and accordingly the caloric content of the product. On the basis of the studies carried out, it can be concluded that freezing potatoes in liquid nitrogen vapor at a temperature of -900C for 60s and subsequent grinding and cooking allowed to reduce its glycemic index by 12 units. Due to the increase in the stability of starch to the action of digestive enzymes, and the mass fraction of sugars after amylase hydrolysis decreased in 2-2,7 times. The technology allows to avoid preliminary blanching, changes the ratio in the starch structure in favor of amylase by 52-63%, thereby increasing the stability of starch by enzymatic disintegration in the gastrointestinal tract, which makes it possible to use such potatoes in preventive and curative nutrition.

Аннотация

В последнее время употребление картофелепродуктов сократилось из-за их высокой калорийности, что не соотносится с продуктами здорового питания. В статье приведены исследования способа низкотемпературной обработки продуктов из картофеля с целью снижения их гликемического индекса, а соответственно и калорийности продукта. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что замораживание картофеля в парах жидкого азота при температуре -900C в течении 60с и последующего его измельчения и варки позволило снизить его гликемический индекс на 12 ед. за счет увеличения устойчивости крахмала к действию пищеварительных ферментов, а также уменьшилась массовая доля сахаров после гидролиза амилазой в 2-2,7 раза. Исследования могут использоваться в производстве быстрозамороженных продуктов из картофеля недлительного хранения (до 2мес.). Технология позволяет отказаться от предварительного бланширования, изменить соотношения в структуре крахмала в пользу амилазы на 52-63%, тем самым повысить устойчивость крахмала ферментативному распаду в желудочно-кишечном тракте, что дает возможность использования такого картофеля в профилактическом и лечебном питании.

Одной из основных сельскохозяйственных культур, составляющих значительную часть рациона питания людей во многих странах мира, является картофель. Это растение, как куль-

тура умеренного климата, имеет широкий ареал произрастания и является одним из наиболее экономически выгодных продуктов земледелия.

Широкому распространению картофеля способствовали его вкусовые и питательные свойства. В последнее время употребление картофелепродуктов сократилось из-за их высокой калорийности, что не соотносится с продуктами здорового питания. Если сравнить калорийность и белковый состав картофеля, риса и пшеницы, то наибольшее число калорий содержится именно в картофеле. Однако, диетологи рекомендуют не исключать этот продукт из рациона, а ограничить частоту его потребления. Картофель содержит белок, близкий по составу животному белку, а минеральные вещества представлены солями магния, кальция, железа, фосфора, йода. Кроме того, в картофеле содержится калий (до 20% суточной нормы) — минерал, способный снизить влияние натрия на кровяное давление. Хорошее воздействие оказывают на организм человека разнообразные витамины: С, В₁, В₂, В₆, РР, фолиевая кислота, пектиновые вещества и органические кислоты, которые содержатся в картофеле.

Таким образом, несмотря на высокую энергетическую ценность картофеля, он не содержит жиров, холестерина, а белок и клетчатка, содержащиеся в нем, обеспечат пролонгированное чувство сытости. Его употребление может обеспечить жизнедеятельность и трудоспособность людей даже в том случае, если кроме него употреблять очень незначительное количество других продуктов.

Умеренное потребление картофеля снижает давление, риск сердечных заболеваний и инсульта среди людей с избыточным весом и гипертонией. В рацион больных сердечно-сосудистыми и почечными заболеваниями врачи-диетологи часто вводят несоленый печеный картофель, польза которого обусловлена большим содержанием калия.

Однако, картофель неслучайно классифицируют как продукт с высоким гликемическим индексом (ГИ): он оказывает большее влияние на уровень сахара в крови, потому что содержит углеводы, способные быстро расщепляться в желудочно-кишечном тракте, в отличие от продуктов с низким ГИ (например, бобы или некрахмальные овощи). При этом важную роль играет способ кулинарной обработки продукта. Так, гликемический индекс жареного картофеля составляет – 85-90ед., картофельного пюре без жира – 70ед., а целого отварного картофеля – 65ед.[1]

Для диетического питания такие показатели, как гликемический индекс и устойчивость крахмала, имеют большое значение. Поэтому способы, позволяющие снизить этот показатель в процессе производства продуктов на основе картофеля, являются весьма актуальными.

Большая часть углеводосодержащих продуктов, которые входят в рацион современного человека, содержат крахмальные вещества. Растительные продукты, содержащие крахмал, можно условно разделить на четыре группы: злаки, бобовые, клубневые и фрукты..[2]

Для того чтобы крахмал, который входит в состав этих продуктов, поглощался стенками кишечника и поступал в кровь, он предварительно должен превращаться в глюкозу. Расщепление его осуществляется благодаря ферментам, в частности амилазы. Переваривание крахмалов начинается в ротовой полости с помощью слюны и продолжается в тонком кишечнике после их прохождения через желудок.

Об уровне всасывания глюкозы и, соответственно, об уровне усвояемости крахмала свидетельствует величина гликемии. Гликемический индекс отражает величину повышения гликемии после переваривания определенного продукта. Многочисленные опыты показали, что при равном содержании углеводов в различных продуктах уровень гликемии после их употребления существенно различается.

Степень усвояемости углеводосодержащей пищи связана с тем, что часть крахмала не поддается расщеплению.

Зерна крахмала состоят из двух молекулярных соединений: амилозы и амилопектина. Они могут дополняться небольшим количеством неуглеводных компонентов (белков, липидов и др.).[2-5]

Физико-химическая природа крахмалосодержащих продуктов и их влияние на организм человека определяются, в основном, количественным соотношением между амилозой и амилопектином, которые присутствуют в этих продуктах.

Крахмал картофеля, например, содержит 17-22% амилозы, а в крахмале бобовых (чечевицы, фасоли и нута) ее гораздо больше - от 33 до 66%.[6,7]

Было исследовано, что чем ниже содержание амилозы в продукте, тем легче гидролизуется крахмал под действием пищеварительных ферментов и большая его часть превращается в глюкозу, что значительно повышает уровень глюкозы в крови.

Целью проведенной работы было исследование влияния низких температур на картофель для снижения его гликемического индекса и повышение выхода устойчивого крахмала.

Объектом исследований был выбран картофель, как один из основных продуктов с высоким содержанием крахмала в питании населения Украины. В среднем картофель содержит 18-25% сухих веществ, из которых 13-20% составляет крахмал. [2,8] Он содержится в виде крахмальных зерен размером от 1 до 100 мкм, которые неравномерно распределяются в плодах. Химический состав картофеля зависит от сорта, условий выращивания, сроков хранения и др.

Опыты проводили с клубнями картофеля сорта Славянка. В сыром картофеле, который служила контрольным образцом, определили общее содержание крахмала (в пересчете на сухое вещество) [9,10] - 18,3% и фракционный состав крахмала: амилозы - 19,5% и амилопектина - 80,5% (в пересчете на крахмал). Кроме крахмала образцы содержали 1% клетчатки; 1,3% белков; 1,5% сахаров; 1% минеральных веществ, следы жиров.

Производство замороженных продуктов питания из картофеля имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным его потреблением в свежем виде и способствует решению многих социальных и экономических задач. Организация массового производства этих изделий позволяет более полно удовлетворять возрастающие потребности населения и общественного питания в пищевых продуктах, готовых к употреблению, и полуфабрикатах; ликвидировать перебои в торговле этим продуктом и создать резервы в виде продуктов длительного хранения,

Наиболее распространенный способ получения замороженного картофеля предусматривает, что отсортированные, очищенные и промытые клубни подают на резку, после чего их бланшируют в течение 5-10 мин, в зависимости от размера нарезки, при температуре 75-90°C. Как правило, в традиционных технологиях проводят дополнительную обработку картофеля химическими растворами для желатинизации крахмала и стандартизации цвета.

В качестве альтернативы бланшированию было предложено использовать действие низких температур. Сверхнизкие температуры получают посредством кипения хладагентов, в качестве которого использовали жидкий азот. Популярность этого вещества объясняется его нетоксичностью, низкой температурой кипения и бактерицидными свойствами.

Из-за интенсивного отвода тепла может наблюдаться растрескивание продукции, что происходило при погружении нарезанного картофеля толщиной 1-0,5см в жидкий азот. Чтобы этого не происходило, использовали замораживание образцов в парах жидкого азота с температурой -70...-90 °C в течение 30с, 60с и 90с.

Благодаря сверхбыстрому замораживанию в нарезанном полуфабрикате без использования предыдущих обработок существенных органолептических изменений не обнаружено. После замораживания полуфабрикат измельчали и определяли фракционное содержание крахмала. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Влияние различных видов обработки на крахмал картофеля

Условия обработки	Продолжительность процесса температурной обработки	Массовая доля крахмала (в пересчете на сухое вещество, %)	Массовая доля амилозы (в пересчете на крахмал, %)	Массовая доля амилопектина (в пересчете на крахмал, %)
1. Контроль (сырье без обработки)	-	18,3	19,5	80,5
3. Бланширование при 75 °С	12 мин	11,2	9,3	90,7
4. Бланширование при 90 °С	5 мин	10,7	8,9	91,1
5. Замораживание при -70 °С	90 с	16,7	23,3	76,7
6. Замораживание при -90 °С	30 с	17,3	21,2	78,8
7. Замораживание при -90 °С	60 с	17,0	21,5	78,5

Бланширование – сложный многостадийный процесс, в результате которого стенки растительной клетки (целлюлозная основа) сохраняются, а во внутриклеточном пространстве происходят процессы клейстеризации крахмала и денатурации белка. Поэтому возникает необходимость в разработке технологии, которая бы позволила сохранить энзимрезистентный крахмал [11,12] при переработке картофеля на производстве, который не усваивается непосредственно человеком, но при этом является сильным пребиотиком, пищей для симбиотических бактерий толстого кишечника. Устойчивый крахмал ускоряет прохождение пищи через желудочный тракт.

При нагревании с водой структура крахмала меняется. Микропористое строение крахмальных зерен обуславливает их высокую сорбционную способность. Благодаря гидрофильным свойствам макромолекул амилозы и амилопектина крахмальные гранулы очень гигроскопичны, особенно картофельного крахмала. При контакте водорастворимых полисахаридов с водой молекулы воды сначала проникают с образованием водородных связей в наименее организованные участки цепи макромолекул. Такая начальная гидратация ослабляет межмакромолекулярные связи в плотных слоях и способствует проникновению воды и гидролизу крахмала [13,14].

В случае технологической обработки горячей водой крахмальные гранулы подвергаются необратимому процессу клейстеризации – разрушение аморфно-кристаллической структуры крахмальных гранул.

В процессе набухания и клейстеризации часть полисахаридов растворяется и остается в полости зерна, а часть макромолекул переходят в раствор. Набухание сопровождается гидратацией макромолекул амилозы и амилопектина, ослаблением и разрушением водородных связей между ними. В воде при температуре до 45°С крахмал набухает ограниченно, а с повышением температуры крахмальные гранулы поглощают больше воды, увеличиваются объем зерен и вязкость суспензии. При этом структура зерен разрушается и более растворимая часть крахмала – амилоза переходит в раствор. Определение содержания амилозы (11,2 и 10,7%) в бланшированных образцах при 70 и 90°С соответственно подтверждает ее переход в раствор.

Гранулы крахмала при нагревании с избытком воды подвержены желатинизации, которая происходит определенных температурных режимах. Этот фазовый переход является не равновесным процессом, который связан с диффузией молекул воды внутри гранул, их гидратацией, набуханием, поглощением теплоты и потерей кристалличности. Амилоза образует в горячей воде гидратированные мицеллы, но со временем ретроградирует. Ретроградация

происходит вследствие тенденции амилозных макромолекул образовывать малорастворимые агрегаты при участии водородных связей. На скорость ретроградации крахмала влияют: его концентрация, температура среды, наличие сахаров и солей. В работе исследовалось только влияние низких температур на этот процесс и скорости замораживания. Кристаллизация происходила с большой скоростью, при этом деструктивные изменения были существеннее при температуре замораживания -70°C в течении 90 с, чем при -90°C в течении 30 с и 60 с.

Амилопектин набухает в воде и дает стойкие вязкие коллоидные растворы; он препятствует ретроградации амилозы в растворах крахмала. Кристаллизация амилопектина приводит к увеличению жесткости желатинизированных гранул. Данные, относительно влияния моно- и дисахаридов на процесс ретроградации крахмала, приведенные в литературе, достаточно спорны и требуют отдельных исследований на разных видах крахмала.

Нагрев в водной среде может повышать гликемический индекс (ГИ) продукта. Например, морковь в сыром виде имеет ГИ 20, а после варки ее гликемический индекс поднимается до 50 вследствие клейстеризации крахмала, содержащегося в ней [1].

При высокой скорости замораживания картофельных образцов не успевают произойти структурные разрушения клеток в растительной ткани, что способствует максимальному сохранению химического состава замороженных продуктов. Полученные данные по фракционному составу соотношения амилозы (21,2 и 23,3%) и амилопектина (78,8 и 76,7 %) после обработки низкими температурами свидетельствуют о существенных изменениях в структуре крахмала. Можно утверждать, что низкотемпературная обработка картофеля и последующее его размораживание приводит к ретроградации крахмала, при которой увеличивается содержание амилозы, а это в свою очередь снижает гликемический индекс продукта. Ретроградация зависит от температуры замораживания, продолжительности ее воздействия, способа и продолжительности размораживания.

Для определения устойчивого крахмала, который является важным субстратом для микрофлоры кишечника, что предупреждает развитие онкозаболеваний желудочно-кишечного тракта, определяли массовую долю сахаров до гидролиза крахмала амилазой и после него [9]. Результаты представлены на диаграмме (рис. 1).

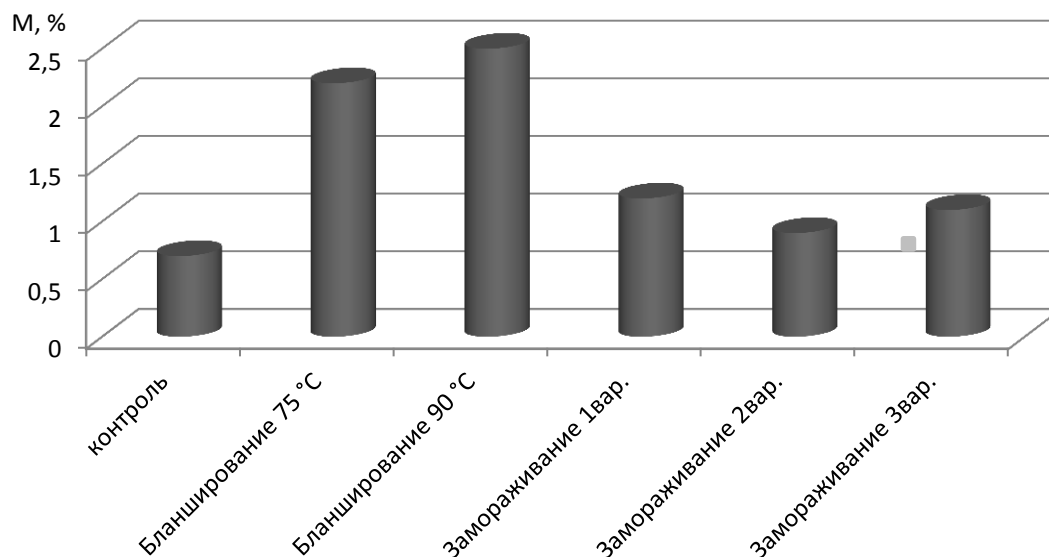


Рис. 1 – Диаграмма соотношения массовой доли сахаров (%) до(контроль) и после гидролиза амилазой при разных температурных обработках

После ферментативного гидролиза картофельного крахмала содержание сахаров в контрольном образце повышается с 0,7% до 3,0%. В бланшированных образцах картофеля от 0,4-0,55 % до 2,1-2,8 %, то есть бланширование при 90°C приводит к значительному росту сахаров, свидетельствует о разрушении крахмальных структур.

Наилучшие результаты по снижению ферментативного распада крахмала полученные при низкотемпературной обработке – содержание сахаров после гидролиза изменилось в 1,3-1,7 раза, в то время как после предварительного бланширования количество сахаров увеличилось 3,1-3,8 раза.

Таким образом, питательные свойства углеводов могут значительно изменяться под действием различных факторов. Любая гидротермическая обработка промышленная или кулинарная приводит к существенным изменениям молекулярной структуры крахмала (изменяется соотношение амилозы и амилопектина), что в свою очередь влияет на процессы пищеварения в организме человека.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что замораживание картофеля в парах жидкого азота при температуре -90°C в течении 60с и последующего его измельчения и варки позволило снизить его гликемический индекс на 12ед. за счет увеличения устойчивости крахмала к действию пищеварительных ферментов, а соответственно уменьшилась массовая доля сахаров после гидролиза амилазой в 2-2,7 раза. Так как количество амилозы при низкотемпературной обработке по данным эксперимента увеличивается, можно предположить, что часть амилопектина при этом воздействии переходит в амилозу (изменяется соотношение этих веществ в крахмале при бланшировании - 90,7 и 9,3%; при замораживании – 78,5 и 21,5%), и она желатинизирует, образуя дополнительные водородные связи. За счет таких преобразований в крахмале амилоза укрепляется и противостоит быстрому разрушению в желудке до простых углеводов, как в случае без замораживания. Поэтому полученный с помощью криообработки картофелепродукт может быть рекомендован для использования в профилактическом и лечебном питании при сбалансированном меню.

Список литературы

1. Ефимов, А. С., Скробонская, Н. А. Клиническая диabetологии. – М.: Здоровье, 1998. – С. 273–277.
2. Крахмал и крахмалопродукты / Под ред. Н.Г.Гулюка. – М.: Агропромиздат, 1985. – 240 с.
3. Халиков, Р.М., Нимагатуллина, Г.Б. Трансформации макромолекул амилозы и амилопектина при технологической переработке крахмальных гранул растительного сырья в пищевой индустрии// Электронный журнал «NAUKA–RASTUDENT.RU». – 2015. – №.1. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rastudent.ru/nauka/1/>
4. Smith, A.M., Zeeman, S.C., Smith S.M. Starch degradation // Ann. Rev. Plant Biol. – 2005. – V.56. – P.73–93.
5. Машуков, Н., Халиков, Р., Хараев, А. Стабилизация и модификация молекулярных структур. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. – 216 с.
6. Гавриленко, Т.А. Стратегия долгосрочного сохранения генофонда вегетативно размножаемых сельскохозяйственных растений в контролируемых условиях среды/ Гавриленко Т.А., Дунаева С.Е., Трускинов Э.В. и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2007. – Т. 164. – С. 273–283.
7. Edesi, J., Kotkas, K., Mattila, A.M., Haggman, H. Preservation of potato (*Solanum tuberosum*) germplasm by the mean of cryopreservation // Meeting Workgroup 2 COST Action 871, Integration of cryopreservation in genebank strategies. – Germany, 2009. – P. 34.
8. Гудыма, А.И. Изменение углеводного комплекса сахарной кукурузы при замораживании и хранении / Гудыма А.И., Фрампольская Т.В., Кожухова М.А., Павлова Г.Н. // Изв. вузов. Пищ. техн. – Краснодар, 1997. – 8 с.
9. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
10. Хелдт, Г.В. Биохимия растений. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с.
11. Павловская, Н.Е. Влияние ультразвука на крахмал картофеля / Павловская Н.Е., Гагарина И. Н., Горькова И.В. и др. // Пищевая пром-сть. – 2012. – №12. – С. 52–53.
12. James, M. G, Denyer, K., Myers, A. M. Starch synthesis in the cereal endosperm // Current Opinion in Plant Biology. – 2003. – V. 6. – P.215–222.

13. Tester, R.F., Karkalas, J., Qi, X. Starch – composition, fine structure and architecture // J. Cereal Sci. – 2004. – V.39. – P.151–165.
14. Доценко, С.М., Скрипко, О.В., Богданов, Н.Л. и др. Технология эмульсионных продуктов питания специализированного назначения // Пищевая промышленность. – 2014. – №7. – С.37-41.

УДК 664.723.047

STUDY OF THE FEATURES OF DRYING GRAIN IN MICROWAVE FIELD

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СУШКИ ЗЕРНА В МИКРОВОЛНОВОМ ПОЛЕ

Volgusheva N.V. , PhD, Ass. Prof. Boshkova I.L. , Doct. of Tech. Sc, Ass. Prof.	Волгушева Н.В. , к.т.н., доцент Бошкова И.Л. , д.т.н., доцент
Odessa National Academy of Food Technologies, 1/3 Dvoryanska St., Odessa, Ukraine, 65082	Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, 65082, Одесса, Дворянская, 1/3

Abstract

The features of grain drying in a microwave field are investigated. We identified a cascade pressure growth in a container with humid grain when the layer's temperature exceeds 70 °C. The moisturizing effect of the lower layer of grain was established during its drying in MW field under conditions of a leakproof bottom. It is shown that at an initial moisture content in grain of 20 %, after 14 minutes of drying, the moisture content of the upper layer reached 15.5 %, of the middle layer – 14.5%, of the lower layer – 21.6 %.

Аннотация

Исследованы особенности сушки зерна в микроволновом поле. Обнаружен лавинообразный рост давления в емкости с влажным зерном при превышении температуры слоя 70°С. Установлен эффект увлажнения нижнего слоя зерна при его сушке в МВ поле в условиях влагонепроницаемого дна. Показано, что при начальном влагосодержании зерна 20% через 14 мин сушки влагосодержание верхнего слоя составило 15,5%, среднего – 14,5%, и нижнего – 21,6%.

Термообработка материалов растительного происхождения является определяющей для большинства технологических процессов, в частности, сушки, стерилизации и биостимуляции. Энергетический кризис и увеличение спроса на продукцию улучшенного качества вызвали необходимость совершенствования традиционных технологий и развития новых. В этом направлении методы с использованием энергии микроволнового электромагнитного поля (МВ ЭМП) давно зарекомендовали себя как высокоэффективные [1]. Применение микроволнового нагрева признано целесообразным для модернизации ряда технологических схем производств [2–5]. Однако неполнота знаний об эффектах воздействия микроволнового поля на не позволяет переходить на эффективные микроволновые технологии.

Исследование сушки при микроволновом нагреве показывает возможность существенного сокращения затрат энергии [6]. Микроволновой нагрев в режимах сушки демонстрирует существенную интенсификацию процесса [7]. При увеличении выходной мощности магнетрона в 4 раза длительность сушки снижается примерно в 5 раз. Однако в работе не приво-

Авторский алфавитный указатель

- Ашкенова З.Н., Какимова Ж. Х., Утегенова А.О.**
Ферментные биосенсоры для определения хлорогенных пестицидов в молоке
Ashkenova Z.N., Kakimova J.H., Surname Fn.Sn.
Enzyme biosensors for determination of chlorogenic pesticides in milk 7
- Белецкий Э.В., Петренко Е.В.**
Особенности гидравлического расчета совокупности каналов трубопроводов холодильных и климатических систем
Beletskiy E.V., Petrenko O.V.
Features of hydraulic calculation of collectivity of channels of pipelines of refrigerating and climatic systems 10
- Данько В.П.**
Исследование зависимости гидродинамического режима работы теплообменных аппаратов абсорбционных систем жизнеобеспечения от концентрации абсорбента
Danko V.P.
Investigation of the dependence of the hydrodynamic mode of the heat and mass transfer apparatus absorption life support systems on the concentration of the absorbent 14
- Георгиев Е.В.**
Расчет средней температуры материала с учетом теплоотдачи с окружающей средой
Georgiiev E.V.
Calculation of the average temperature of the material with the account of heat treatment with the environment 18
- Фуркало С.В., Данько В.П.**
Анализ причин поломок холодильного оборудования на предприятиях торговли
Furkalo S.V., Danko V.P.
Analysis of the causes of failure of refrigeration equipment in the trade company 21
- Волчок В.А., Волчок Е.В.**
Источники тепловлажностных выделений в воздушную среду консервных предприятий
Volchok V.A., Volchok H.V.
Sources of thermalhumidity receivables in air environment of canning enterprises 24
- Цой А.П., Грановский А.С., Бараненко А.В., Цой Д.А.**
Разработка технико-экономической компьютерной модели системы ночного радиационного охлаждения
Tsoy A.P., Granovskiy A.S., BaranenkoA.V.
Development of the techno-economic computer model of the night radiative cooling system 27
- Доценко Н.В., Подорога В.И.**
Криопереработка как способ снижения гликемического индекса картофеля продуктов
Dotsenko N.V., Podoroga V.I.
Cryo processing as a way to reduce the glycemic index of potato products 32
- Волгушева Н.В., Бошкова И.Л.**
Изучение особенностей сушки зерна в микроволновом поле
Volgusheva N.V., Boshkova I.L.
Study of the features of drying grain in microwave field 38
- Ермоленко М.В., Степанова О.А., Акимов М.М.**
Исследование процесса замораживанияпельменей с растительными добавками
Yermolenko M.V., Stepanova O.A., Akimov M.M.
Investigation of the process of freezing pelmeni with vegetable additives 43