

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУКУРУЗЫ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДИЕТИЧЕСКИХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*Алёна ГЕНДОВ-МОШАНУ, Ольга БОИШТЯН, Юрий РУМЕУС*  
**Технический Университет Молдовы**

**Abstract:** This study is devoted to the development of production technology of protein-free bakery products using corn flour, for people suffering from chronic kidney disease and gluten enteropathy.

**Key-words:** corn flour, pectin, protein-free and salt-free bread, quality.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Кукуруза сахарная — единственный культурный представитель рода кукуруза из семейства злаков [11]. Кукуруза является второй по значимости зерновой культурой в мире после пшеницы. Примерно 132 млн. га посевных площадей во всем мире занято под кукурузу, а ежегодный урожай зерна этой важнейшей сельскохозяйственной культуры составляет более 450 млн. тонн, уступая менее чем на 10 % лишь урожаю пшеницы. Крупнейший производитель кукурузы – США (около половины мирового урожая). Также значительные объемы кукурузы выращиваются в Китае, Бразилии, Мексике, Франции, Аргентине, Индии, Индонезии и Италии (рис. 1) [12].

Учитывая, что территория Республики Молдова составляет лишь 0,3 % территории Европы [13], при этом объёмы выращиваемой кукурузы здесь в среднем составляют 1,5 млн. тонн в год, а площади, отдаваемые под посев кукурузы, превышают площади, отдаваемые под посев пшеницы, и составляют в среднем 31,7 % от общей площади пашни [7].

Кукуруза распространилась на территории Молдовы в конце XVII века [9]. Умеренный климатический климат и здешние плодородные земли являются благоприятными факторами для выращивания данного вида злака. Причём, можно смело утверждать, что кукуруза является главной зерновой культурой нашей страны. Согласно данным статистического ежегодника Молдовы за 2009 год площади, отдаваемые под посев кукурузы, превышают в среднем на 8,9 % площади, отдаваемые под посев озимой пшеницы (рис. 2).

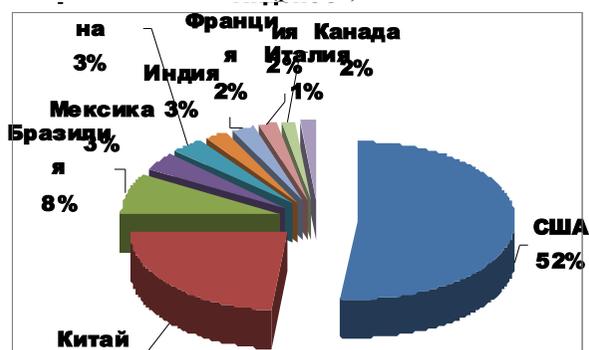


Рисунок 1- Мировые производители кукурузы (2007)

Кроме того, урожайность кукурузы в среднем на 4 центнера/га больше, чем у озимой пшеницы. Ниже представлены данные по урожайности кукурузы и озимой пшеницы в сравнении за период с 2000 по 2008 год (рис.3)

И, как следствие, из того, что основные площади заняты под посев кукурузы и урожайность её выше, чем у озимой пшеницы, объёмы выращиваемой кукурузы в Молдове в среднем на 425 тыс. тонн в год больше объёмов выращиваемой озимой пшеницы (рис. 4).

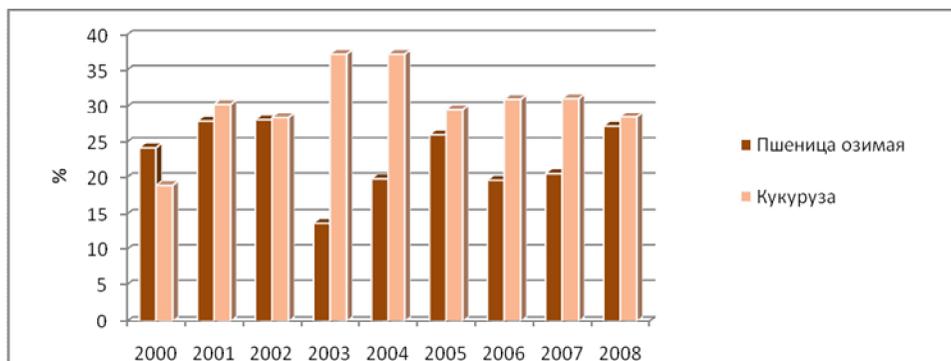


Рисунок 2 - Структура посевных площадей зерновых в хозяйствах всех категорий

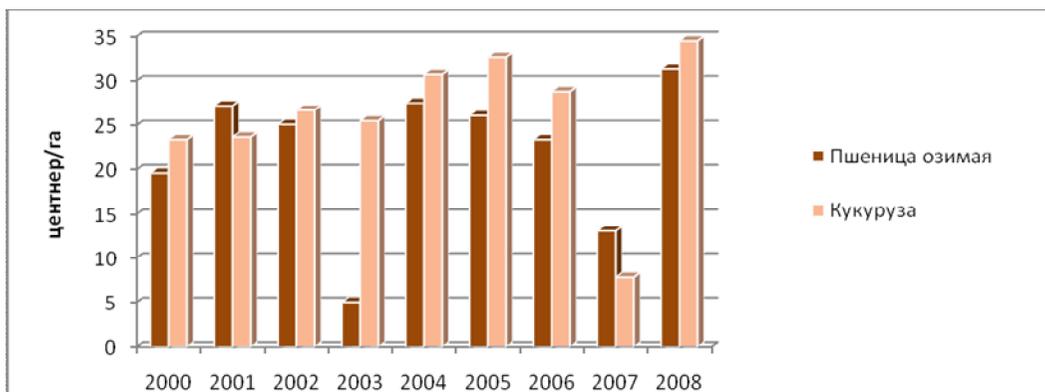


Рисунок 3 - Урожайность основных сельскохозяйственных культур

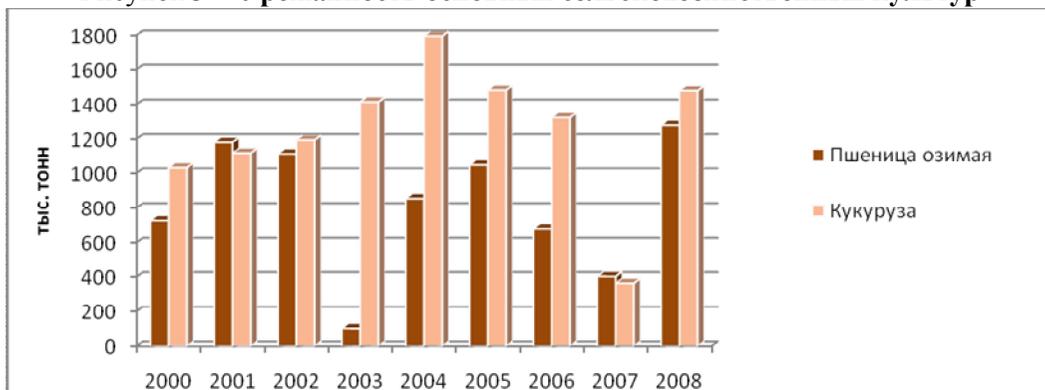


Рисунок 4 - Производство основных сельскохозяйственных культур

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение технологии для производства хлебобулочных изделий на основе кукурузной муки в Молдове должно быть привлекательным для местных производителей, благодаря наличию богатой сырьевой базы.

Так же внедрение технологии для выработки хлебобулочных изделий на основе кукурузной муки позволило бы расширить ассортимент хлебной продукции на рынке Молдовы.

Стоит подчеркнуть, что введение кукурузной муки в хлеб и другие хлебные изделия позволяет их определить в ранг диетических продуктов для больных, страдающих от хронической почечной недостаточности и аглютиновой энтеропатии.

**Хроническая почечная недостаточность (ХПН)** — это симптомокомплекс, обусловленный необратимым нарушением экскреторной функции почек. Кроме того, ХПН может быть вызвана и другими почечными заболеваниями [4].

Диетотерапия при хронической почечной недостаточности является важнейшим и обязательным компонентом комплексного лечения и заключается в соблюдении высокой энергетической ценности низкобелковой диеты, в которую входят лишь полноценные белки. Основным источником незаменимых аминокислот является яичный белок, а мясные и рыбные продукты исключены, так как они способствуют ацидозу [5].

**Аглютиновая энтеропатия** — связана с непереносимостью глютена — глиадиновой и глютеинового фракций белка пшеницы, ячменя, ржи, овса.

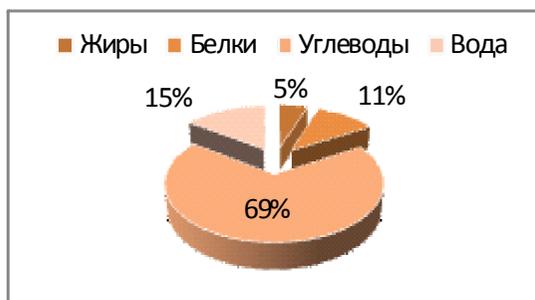


Рисунок 5. Пищевая ценность кукурузы

Основным методом лечения аглютеновой энтеропатии является назначение аглютеновой (лишенной глютена) диеты, сущностью которой является исключение продуктов из пшеницы, ржи, овса и ячменя (хлебобулочные, макаронные и мучные кондитерские изделия). Основу рациона составляют продукты животного происхождения (мясо, рыба, творог, яйца), картофель, рис [1].

По химическому составу кукурузное зерно больше чем наполовину состоит из крахмала. Оставшаяся часть представлена белками, липидами, моно-, ди- и трисахаридами, минеральными веществами и витаминами в количестве менее 20 %. Энергетическая ценность кукурузы – 86 ккал (360 кДж) [2]. Причём белки кукурузы в основном представлены растворимыми в воде альбуминами и глобулинами, а фракции глиадин и глютеин – основных белков, составляющих клейковину пшеничной муки – в кукурузной муке отсутствуют. Именно поэтому кукурузную муку целесообразно было бы использовать для получения аглютеновых хлебопродуктов.

Также использование кукурузы и выработанной из неё кукурузной муки в безбелковой диете вдвойне полезно. Магний, который в огромном количестве содержится в кукурузе, отлично восполняет дефицит этого элемента во время болезней, связанных со старением организма. Кукуруза обладает антистрессовым свойством, так как содержит большое количество витаминов группы В, влияющих на работу нервной системы, мышц, сердца и выработку красных клеток крови. Содержит также главный антиоксидант – витамин Е, который предотвращает склероз [10].

Включение кукурузы в ежедневное меню уменьшает риск заболеваний сердца и защищает от рака. Содержащиеся в кукурузе углеводы обеспечивают организм энергией, не вызывая жировых отложений.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За основу для проведения пробных лабораторных выпечек была взята рецептура на хлеб безбелковый бессолевой ГОСТ 25832-83. Согласно данной рецептуре в состав изделия входит следующее сырьё: крахмал кукурузный, мука ржаная обойная (заменённая впоследствии на кукурузную муку), дрожжи прессованные, сахар, масло растительное, натрий двууглекислый, патока крахмальная, пектин пищевой [6].

Для повышения пищевой ценности и улучшения вкусовых качеств хлеба была исследована возможность внесения различных добавок – семечек подсолнуха и кунжута.

Были проведены следующие варианты пробных выпечек:

1. Выпечка контрольного образца согласно выбранной рецептуре;

2. Выпечка пробы с использованием кукурузной муки (8,6 %) при продолжительности брожения 180 минут;
3. Выпечка пробы с использованием кукурузной муки (8,6 %) и добавлением семечек подсолнуха и кунжута при продолжительности брожения 180 минут;
4. Выпечка пробы с использованием кукурузной муки (8,6 %) при продолжительности брожения 60 минут;
5. Выпечка пробы с использованием кукурузной муки (8,6 %) и добавлением семечек подсолнуха и кунжута при продолжительности брожения 60 минут;
6. Выпечка пробы с использованием кукурузной муки (8,6 %) и исключением пищевой соды при продолжительности брожения 60 минут.

Качество выпеченного хлеба определялось не ранее чем через 4 часа и не позже чем через 24 часа после выпечки. При этом определяли массу, объём, а также влажность, щёлочность, кислотность и пористость. Кроме того, провели органолептическую оценку качества хлеба [8].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате оценки качества полуфабрикатов были сделаны выводы, что для получения хлеба нормального объёма, с хорошо развитой равномерной пористостью влажность теста должна составлять  $38,0 \pm 0,5$  %, по консистенции тесто должно быть слабым, липким, мажущимся, не поддающимся формовке. Невысокая влажность теста при его слишком вязкой консистенции можно объяснить тем, что по рецептуре в состав изделия входит большое количество растительного масла и патоки. Судя по всему, именно эти ингредиенты и являются причиной разжижения теста.

Для органолептической оценки качества полученных проб хлеба была проведена дегустация. Оценке подлежали следующие органолептические показатели качества: форма изделия, поверхность и цвет корки, вкус, аромат, хруст, цвет, равномерность окрашивания и пористость мякиша, эластичность мякиша, крошковатость. Оценка осуществлялась на основе десятибалльной системы. Максимальное количество баллов 110.

В результате органолептической оценки качества полученных проб хлеба наибольшее количество баллов (102) получила проба хлеба №5. Данное изделие имеет большой объём, корка гладкая, с небольшими трещинами по периметру, цвет жёлто-коричневый, поверхность украшена кунжутом и семечками подсолнуха, что придаёт изделию лучший эстетичный вид, пористость хорошо развита, равномерная, с большими пузырьками воздуха по всему объёму, цвет мякиша серовато-жёлтый, видны семечки, эластичность мякиша хорошая, не крошащийся, вкус приятный с небольшим привкусом семечек подсолнуха, аромат специфический с запахом кунжута.

В результате 1 е 2 ф 3 к 4 м 5 з 6 показателей качества выработанных проб были получены следующие результаты.

Масса готовых изделий –  $250 \pm 25$  г; объём хлеба –  $365 \pm 95$  см<sup>3</sup>. Поэтому, на наш взгляд, наиболее объективными и точными показателями качества полученных проб хлеба являются удельный объём и пористость (рис. 6 и 7).

Согласно опытным данным наибольшим удельным объёмом и наилучшей пористостью обладают пробы №4 и №5, напротив худшие показатели у проб №2 и №3. Щёлочность выработанных проб соответствует норме. Также немаловажным фактором при приготовлении хлеба является продолжительность брожения. Было установлено, что для получения хлеба нормального объёма, с хорошо развитой пористостью оптимальная продолжительность брожения 60 минут.

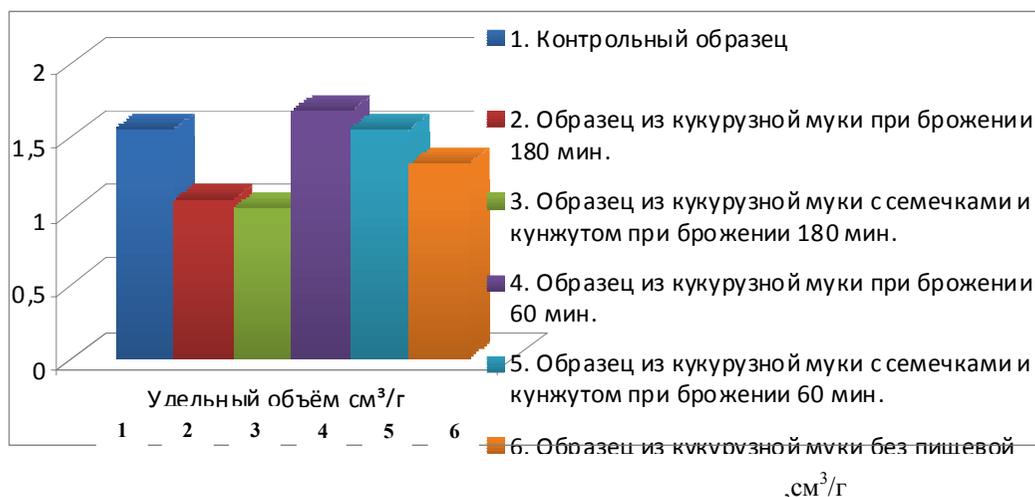


Рисунок 6 - Удельный объём полученных проб хлеба

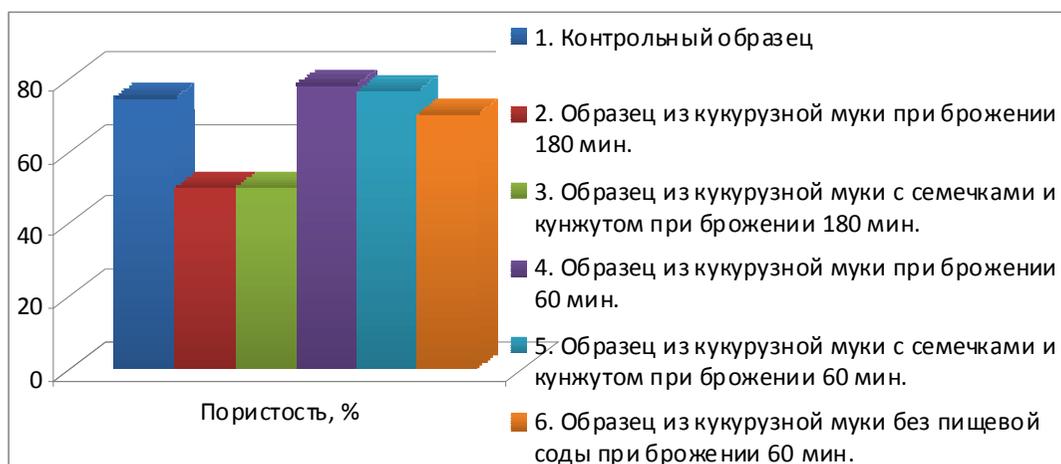


Рисунок 7 Пористость полученных проб хлеба

Необходимо отметить, что проба хлеба, при выпечке которой была сделана попытка заменить пищевую соду прессованными дрожжами, обладает немного заниженными как физико-химическими, так и органолептическими показателями качества. В сравнении с контрольным образцом удельный объём данной пробы ниже на 0,24 см³/г, пористость ниже на 4,5 %, окраска корки бледно-коричневая, цвет мякиша светло-серый.

Основной компонент теста для выпечки безбелкового хлеба – чистый кукурузный крахмал – полисахарид, мономером которого является глюкоза.

Пшеничная мука также содержит крахмал, который при замесе теста подвергается гидролизу под действием ферментов  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз, содержащихся в этой муке. В результате гидролиза полимерные молекулы крахмала распадаются на декстрины с меньшей молекулярной массой и мальтозу. Чистый же кукурузный

крахмал данных ферментов не содержит, поэтому дрожжевым клеткам приходится адаптироваться к негативной среде, вырабатывать собственные ферменты для гидролиза крахмала и только затем начинается процесс брожения.

Мальтоза сбраживается в мучных полуфабрикатах после глюкозы, фруктозы и сахарозы. При наличии мальтозы в среде брожения клетка секретирует фермент мальтопермеазу, который осуществляет транспорт мальтозы внутрь клетки, и фермент мальтазу, расщепляющий мальтозу на две молекулы глюкозы, которые непосредственно сбраживаются дрожжами при участии их зимазного комплекса ферментов.

Ферменты, участвующие в сбраживании мальтозы, формируются только при её наличии в среде и после того как, дрожжевые клетки войдут в контакт с этим дисахаридом, поскольку являются адаптивными.

Адаптация дрожжей со сбраживания глюкозы, фруктозы и сахарозы на сбраживание мальтозы требует определенной продолжительности. Закономерности сбраживания сахаров дрожжевой клеткой отражает динамика скорости газообразования в полуфабрикатах, на основе анализа которой можно регулировать продолжительность их созревания для достижения наилучшего качества хлеба [3].

При выпечке безбелкового хлеба с использованием кукурузной муки без пищевой соды данные моменты не были учтены, продолжительность брожения было решено оставить такой же, как и при выпечке хлеба с пищевой содой, и, как следствие, был получен хлеб с более низкими показателями качества. О недостаточной продолжительности брожения также свидетельствует низкая кислотность теста (1,6 град.). Считаем, что для данной пробы оптимальная продолжительность брожения – 2÷3 часа.

## **ВЫВОДЫ**

В результате данной научно-исследовательской работы было доказано, что кукурузная мука может использоваться в технологии приготовления безбелковых хлебобулочных изделий. Для внедрения в производство наиболее оптимальным вариантом является хлеб с использованием кукурузной муки (8,6 %) и добавлением семечек подсолнуха и кунжута при продолжительности брожения 60 минут, обладающий наилучшими физико-химическими и органолептическими показателями качества. В экономическом анализе было подсчитано, что себестоимость данного хлеба массой 0,2 кг составит 3,88 лей, при этом, розничная цена с учётом добавочной стоимости составит 4,50 лей, что на наш взгляд, является приемлемой ценой для хлеба, который относится к категории диетических продуктов и может применяться в терапевтических целях. Считаем, что возможность использования кукурузной муки в производстве аглютеновых хлебобулочных продуктов может быть очень привлекательна, как для производителей, благодаря наличию богатой сырьевой базы, так и для потребителей, так как кукуруза и получаемая из неё кукурузная мука обладает высокой пищевой ценностью.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Екисенина Н. И. Справочник по диетологии. М. Медицина, 1981.
2. Покровский А. А. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. М. Пищевая промышленность, 1977.
3. Пучкова Л. И., Поландова Р. Д., Матвеева И. В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Санкт-Петербург ГИОРД, 2005.
4. Пыриг Л. А., Мельман Н. Я. Гломерулонефрит. Киев, 1982.

5. Тареев Е. М., Самсонов М. А. Методические рекомендации по диетотерапии больных ХПН. 1979.
6. Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделия. М. Агропромиздат, 1986.
7. Статистический ежегодник Молдовы 2009.
8. Vantea V. Metode și aparatura de apreciere a calității făinurilor de grâu. Chișinău 2002.
9. Băican V. Geografie Moldovei reflectată în documentele cartografice din secolul al XVIII-lea. București. Academia Română, 1996.
10. Интернет статья. Кукуруза, [on line] [www.kukuruza.bonduellerussia.ru](http://www.kukuruza.bonduellerussia.ru);
11. Интернет энциклопедия, [on line] <http://ru.wikipedia.org/wiki/Кукуруза>;
12. Интернет энциклопедия, [on line] [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/biologiya/KUKURUZA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/biologiya/KUKURUZA.html);
13. Республика Молдова. Официальная страница, [on line] <http://www.moldova.d/ru/home/>;