

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ

**Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Макарова О.В., канд. техн. наук, доцент,  
Котузаки Е.Н., ассистент, Быстрика И.В., магистр  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

*В статье приведены результаты исследований технологических свойств безглютеновых видов муки, обосновано рациональное соотношение муки и крахмала картофельного, как рецептурной составляющей мучных изделий, и доказана целесообразность его использования при производстве бисквитных полуфабрикатов специального назначения.*

*In article results of researches of technological properties of gluten-free types of flour, justified rational ratio of flour and starch of potato, as prescription component of flour products, and prove the expediency of its use in the production of sponges semi-finished products of special purpose.*

Ключевые слова: нетрадиционные виды муки, бисквитные полуфабрикаты, углеводно-амилазный комплекс, водосвязывающая способность.

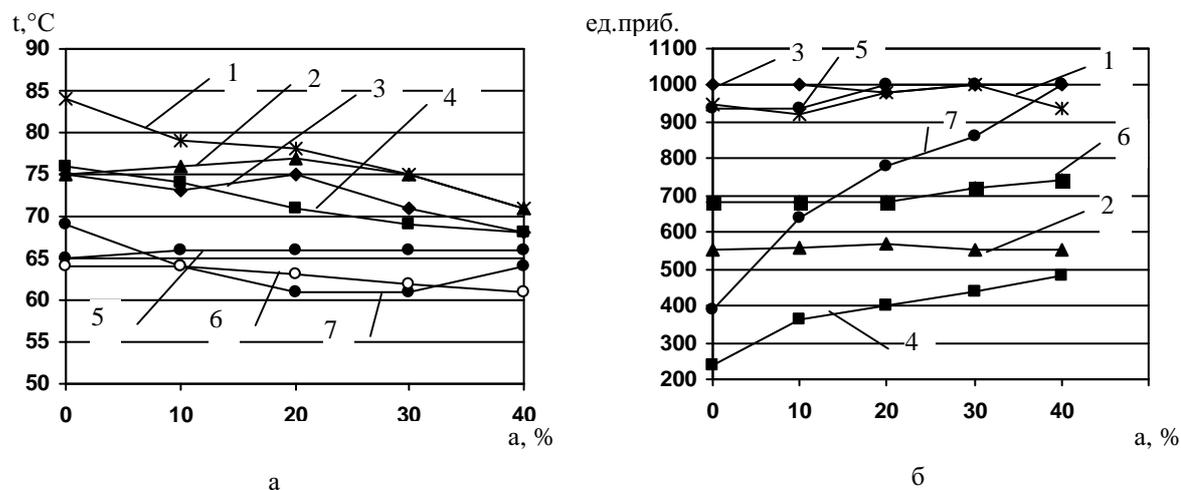
Одним из перспективных направлений при производстве мучных кондитерских изделий функциональной направленности является использование нетрадиционных видов муки, которые, как известно, обладают уникальными диетическими свойствами. Включение в ежедневный рацион питания продуктов функциональной направленности и специального назначения позволяет устранить негативные факторы, связанные со многими заболеваниями, в том числе и такими как целиакия. Это болезнь генетической природы, при которой имеется дефицит ферментов, расщепляющих один из компонентов белка клейковины злаков до аминокислот, из-за чего в организме накапливаются продукты его неполного гидролиза. Основой лечения целиакии является строгое соблюдение аглютеновой диеты, которая предусматривает полное исключение из рациона питания традиционных мучных продуктов. Поэтому особенно актуальным является разработка новых видов мучных изделий, в том числе бисквитных полуфабрикатов, на основе безглютеновых видов муки (гречневой, рисовой, просяной) и крахмального сырья, что позволит придать им функциональную направленность и создать продукцию специального назначения с повышенной пищевой ценностью.

Однако безглютеновые виды муки не содержат белков, образующих клейковину. Это представляет основную трудность при создании безглютеновых видов мучных изделий, так как из рецептуры исключается пшеничная мука – основной компонент, необходимый для производства традиционных изделий данной группы. При образовании теста из пшеничной муки белки клейковины, в отличие от белков всех остальных зерновых культур, при набухании образуют тончайшие нити и пленки, связывающие и склеивающие между собой зерна увлажненного крахмала, образуя при этом каркас с пространственной структурой [1]. Особенности фракционного состава белков, строения и температуры клейстеризации крахмала, который является структурообразующим агентом, обуславливают проявление различных технологических свойств данных видов муки. Поэтому для подтверждения возможности и целесообразности использования безглютеновых видов муки при производстве бисквитных полуфабрикатов, разработки рецептур на новые виды бисквитов функционального и специального назначения необходимо было провести исследования для их определения. Кроме того, большинством рецептур на бисквиты предусмотрено внесение крахмала для снижения количества клейковины в тесте, чтобы предотвратить его затягивание. Поэтому стал вопрос о целесообразности использования крахмальной составляющей при производстве бисквитных полуфабрикатов на основе безглютеновых видов муки, которые не содержат клейковинных белков.

Целью данной работы является определение технологических свойств безглютеновых видов муки, обоснование рационального соотношения данных видов муки и крахмала картофельного в рецептурах бисквитных полуфабрикатов. Для проведения исследований использовали пшеничную муку (ПМ), гречневую муку (ГМ), муку из гречневой крупы термически необработанной (ГТНО), просяную муку (ПрМ), муку из крошки просяных хлопьев (ПрХМ), рисовую муку (РМ) и муку из крошки рисовых хлопьев (РХМ). За основу была принята стандартная рецептура на «Бисквит основной», где взамен пшеничной вносили безглютеновые виды муки, а для определения рационального соотношения их и картофельного крахмала массовая доля его составляла (0, 10, 20, 30 и 40) % от массы муки.

По биологической ценности белки гречихи приближаются к белку сухого молока (92,3) % и куриного яйца (81,4 – 99,3) %. Жиры гречихи (2,5 – 4) % имеют высокое содержание незаменимых для человека линолевой и линоленовой кислот, а также витамина Е, который имеет антиоксидантные свойства. Наличие в гречневом белке легкорастворимых фракций (альбуминовой и глобулиновой) определяет его высокую усвояемость. Всего белок гречихи насчитывает 18 аминокислот, среди которых цистин и цистеин способствуют очистке организма от шлаков и радиоактивных веществ, а гистидин обеспечивает нормализацию процесса роста у детей. Гречиха – богатый источник железа, калия, кальция, фосфора, фтора, йода, цинка, кобальта, молибдена. Рис – основной продукт питания многих народов мира. Рисовая крупа содержит мало клетчатки, хорошо усваивается человеческим организмом и является диетическим продуктом. Рисовая мука является источником растительного белка, полноценного по аминокислотному составу, содержит натрий, калий, магний, фосфор, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР. Для проса характерны высокие вкусовые качества и пищевая ценность. Это одна из наиболее полезных круп, которая содержит больше белка, чем в рисе и ячмене; больше фосфора чем в мясе, больше фолиевой кислоты, чем в пшенице и кукурузе, больше витаминов группы В, чем в других злаковых культурах. Вещества, которые входят в состав проса, связывают ионы тяжелых металлов и выводят из организма токсины, поэтому просяные хлопья особенно рекомендуется жителям городов и мест с неблагоприятной экологией. Отличительной особенностью данных видов муки является то, что они относятся к крахмалсодержащему сырью, у которого отсутствует клейковина.

Свойства крахмала разных зернозерновых культур существенно различаются. Это объясняется как формой и размером крахмальных зерен, так и их структурными особенностями. Так размер крахмальных зерен (в микрометрах) составляет: пшеницы – 25-35, риса – 3-8, проса – 12, гречихи – 3-12 [2,3]. В крахмальном зерне в значительных пределах колеблется содержание амилозы и амилопектина, благодаря гидрофильным свойствам которых крахмальные зерна очень гигроскопичны. Это отражается на сорбционных свойствах крахмала, его набухаемости, температуре клейстеризации, вязкости крахмального клейстера, что таким образом предопределяет его влияние на свойства готового изделия. Температуру клейстеризации крахмала безглютеновых видов муки (рис. 1а) и максимальную вязкость водно-мучных суспензий (рис. 1б) в зависимости от массовой доли картофельного крахмала в мучной смеси определяли с помощью амилографа Брабендера.



1-РМ, 2-ПрМ, 3-ГТНО, 4-ГМ, 5-РХМ, 6-ПМ, 7-ПрХМ

**Рис.1 – Влияние массовой доли картофельного крахмала на температуру клейстеризации крахмала (а) и максимальную вязкость водно-мучных суспензий безглютеновых видов муки (б)**

Процесс клейстеризации крахмальных зерен идет поэтапно:

— при 55-70 °С зерна увеличиваются в объеме в несколько раз, теряют оптическую анизотропность, но еще сохраняют слоистое строение; в центре крахмального зерна образуется полость; взвесь зерен в воде превращается в клейстер – малоцентрированный золь амилозы, в котором распределены набухшие зерна;

— при нагревании выше 70 °С в присутствии значительного количества воды крахмальные зерна увеличиваются в объеме в десятки раз, слоистая структура исчезает, значительно повышается вязкость системы. На этой стадии увеличивается количество растворимой амилозы; раствор ее частично остается в зерне, а частично диффундирует в окружающую среду.

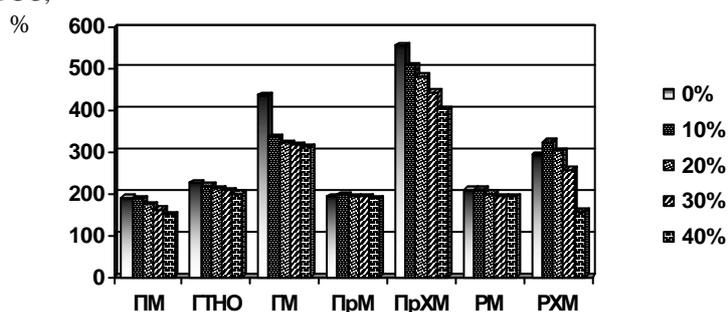
При длительном нагревании с избытком воды крахмальные пузырьки лопаются, и вязкость клейстера снижается [4].

Анализ цифровой расшифровки амилограмм показывает, что РМ имеет наибольшую температуру клейстеризации (рис. 1а) – 84 °С по сравнению с другими видами муки. Кроме того, в рисовом крахмале содержится большое количество амилопектина, что обуславливает повышенную набухаемость, гигроскопичность и высокую вязкость его водно-мучной суспензии (рис 1б). Температура клейстеризации крахмала ПрМ, ГТНО и ГМ изменяется незначительно и составляет 75 °С для ПрМ и ГТНО и 76 °С для ГМ. Повышение температуры клейстеризации крахмала безглютеновых видов муки, по сравнению с пшеничным, вероятно, свидетельствует о необходимости корректирования температуры и продолжительности выпечки бисквитных полуфабрикатов на этих видах муки.

Максимальная вязкость клейстера муки из ГМ ниже, чем у ГТНО (рис 1б), что, очевидно, связано с частичным гидролизом крахмала после влаготермической обработки гречневой крупы при получении ГМ и снижением молекулярной массы крахмальных молекул при одновременной инактивации амилолитических ферментов в результате воздействия высоких температур [5]. Повышенная вязкость клейстера ПрХМ по сравнению с ПрМ, вероятно, объясняется тем, что при получении хлопьев происходит более полная клейстеризация крахмальных гранул вследствие большего количества воды, участвующей во влаготермической обработке, и более длительного, по сравнению с принятым при производстве крупы, теплового воздействия на зерно, что приводит к образованию более вязкого клейстера. Повышение вязкости клейстера муки с увеличением массовой доли крахмала картофельного у образцов ПрХМ, ПрМ, ПМ и ГМ, возможно, объясняется более высокой, по сравнению с этими образцами муки вязкостью крахмала картофельного – 800 ед. приб [6].

Интенсивность набухания гидроколлоидов, формирование бисквитного теста, процессы, происходящие при выпечке и, как следствие, качество бисквитных полуфабрикатов и изменение его свойств при хранении во многом определяется водосвязывающей способностью (ВСС) используемой муки. Сравнение способности пшеничной муки и безглютеновых видов муки поглощать и удерживать влагу проводили по их ВСС [5].

ВСС,



**Рис. 2 – Влияние массовой доли крахмала картофельного на водосвязывающую способность пшеничной и безглютеновых видов муки**

но-химических свойств крахмала и белков, что приводит к денатурации белков, частичной клейстеризации крахмала, а также образованию декстринов и других низкомолекулярных продуктов гидролиза крахмала, что, возможно, и обуславливает повышенную ВСС у ПрХМ и РХМ, по сравнению с одноименными видами муки. Высокая ВСС ГМ – 437 % (превышает этот показатель у ПМ на 246 %), возможно, обусловлена наличием большего количества пентазанов в ГМ, водорастворимая часть которых способна легко набухать, поглощая при этом в 10...15 раз больше воды, чем составляет их масса [8]. Не очень высокий показатель водосвязывающей способности ГТНО, по сравнению с ГМ, вероятно объясняется тем, что нативный крахмал связывает меньшее количество воды, чем поврежденный в результате предварительной обработки при получении муки из гречихи, предусматривающей влаготермическую обработку. Для всех образцов сохранялась тенденция уменьшения ВСС с увеличением массовой доли крахмала картофельного, что возможно вызвано снижением доли белка в смесях, который, являясь высокомолекулярным гидрофильным соединением, связывает и удерживает значительное количество воды – в 2-2,5 раза больше своей массы [9]. Сыграла роль и температура воды, при которой готовились суспензии образцов муки при проведении определений, так как в воде до (40–45) °С, крахмал набухает ограничено, а зерна сохраняют первоначальную структуру.

Полученные данные (рис.2) свидетельствуют, что на ВСС влияет вид муки, условия предварительной обработки культуры, из которой она получена, массовая доля крахмала картофельного [7]. Наибольшая ВСС у ПрХМ – 556 % и повышенная 292 % у РХМ, по сравнению с ПрМ – 193 % и РМ – 209 %, вероятно объясняется физическим состоянием крахмальных зерен, вызванным технологическими особенностями получения хлопьев. Параметры влаготермической обработки и механическое воздействие (плющение) при получении хлопьев обуславливает более глубокие изменения коллоидно-

Проведенные пробные выпечки бисквитных полуфабрикатов на основе безглютеновых видов муки показали, что упёк с увеличением количества крахмала картофельного уменьшался. Это вероятно связано с его высокой влагоудерживающей способностью и говорит о возможности повышения выхода изделий при использовании этих видов муки в результате снижения упека. Значения пористости и удельного объёма при снижении в рецептурном составе крахмала картофельного уменьшались. Это возможно объясняется тем, что при отсутствии в тесте клейковинных белков крахмал может исполнять роль структурообразователя. Выпеченные полуфабрикаты на основе РМ характеризовались пониженной пористостью и удельным объемом бисквитных полуфабрикатов по сравнению с пшеничной и другими безглютеновыми видами муки. Вероятно, это можно объяснить высокой температурой клейстеризации рисового крахмала – 84 °С, по сравнению с другими видами муки, что обуславливает недостаточное его набухание и растворение, и, как следствие, невысокую загущающую способность. Кроме этого, в рисовом крахмале содержится меньше амилозы, гелеобразование которой протекает намного быстрее, чем амилопектина, что отражается на пористости и на удельном объеме бисквитных полуфабрикатов.

Полученные результаты исследований технологических свойств безглютеновых видов муки и влияния крахмальной составляющей, как компонента мучных смесей при производстве бисквитных полуфабрикатов, позволяют:

- скорректировать технологические параметры производства безглютеновых бисквитных полуфабрикатов;
- расширить ассортимент изделий специального назначения;
- разнообразить рацион питания людей больных целиакией.

### Литература

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – СПб.: Профессия, 2005. – 415 с.
2. Казаков Е.Д. Основные сведения о зерне. – М.: Зерновой союз, 1997. – 144 с.
3. Пучкова Л.И., Поляндова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба. – СПб.: Гиорд, 2005. – 557 с.
4. Козьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1976. – 335 с.
5. Хлебопекарные свойства мучных композитных смесей/ Е.Г.Иоргачева., Г.Ф.Пшенишнюк, О.В.Макарова // Зернові продукти і комбікорми. – 2005. – №1. – С. 25-28
6. По материалам сайта [www.sergey-osetrov.narod.ru](http://www.sergey-osetrov.narod.ru)
7. Ройтер И.М., Демчук А.П., Дробот В.И. Новые методы контроля хлебопекарного производства.– Киев.: «Техника», 1977. – 191 с.
8. Родионова Н. А., Капрельянц Л. В., Середницкий П. В., Килимник А. Ю. Гемиллюлозы зерна злаков и ферменты, катализирующие их расщепление // Прикладная биохимия и микробиология. – 1992. – Т. 28. – Вып.5. – С. 645-665.
9. Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 389 . – с.

УДК 616.34-008.337-021.3-06-084

## БЕЗГЛЮТЕНОВЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Гулавский В.Т., канд. техн. наук  
Новоукраинский комбинат хлебопродуктов, г. Новоукраинка

*Целиакия является тяжелым заболеванием, обусловленным наличием глютена в пище, тяжесть которого в значительной степени определяется не только генетическими факторами, но и недостаточностью поджелудочной железы, а также наличием кишечного дисбиоза. Питание больных целиакией должно строиться на безглютеновой основе с использованием препаратов про- и пребиотиков, а также ферментных препаратов поджелудочной железы.*

*Celiakiya it is the severe illness, caused by the presence of gluten in the food, whose gravity is to a considerable degree determined not only by genetic factors, but also insufficiency of the pancreas, et by presence of intestinal disbiosis. The nourishment of the patients of celiakiya must be built on the fru-gluten diets with the use of preparations pro- and prebiotics, and also the fermente preparations of the pancreas.*

Ключевые слова: целиакия, глютен, безглютеновые функциональные продукты питания.