

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ИЗ РАЗНЫХ ВИДОВ МУКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЗАКВАСКЕ НА ОСНОВЕ ШТАММА *Lactobacillus acidophilus* A-146

Невская Е.В., канд. техн. наук; Цыганова Т.Б., д-р техн. наук

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва

**Аннотация.** Одной из самых важных и актуальных задач государства является сохранение здоровья и увеличения продолжительности жизни людей. В России хлеб является традиционным, широко распространенным и доступным продуктом питания. Если раньше потребители отдавали предпочтение, в основном, привлекательному внешнему виду продукции и вкусовым качествам, то сегодня – ее полезным для здоровья свойствам. В настоящее время в мире большое внимание уделяется обогащению хлеба пищевыми ингредиентами, которые придают изделиям лечебные и профилактические свойства и повышают их пищевую ценность.

Одним из способов повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий, а также улучшение их органолептических характеристик является внесение в рецептуру теста разнообразных видов муки из зерна ржи и крупяных культур.

Ржаная мука содержит больше витаминов и минеральных веществ по сравнению с пшеничной мукой. Она богата кальцием, который необходим для нормальной работы нервной системы и для поддержания крепости костной ткани, также содержит такие минеральные вещества как: калий - который улучшает работу сердечно-сосудистой системы, железо и магний, способствующие нормальному кроветворению.

Продукты переработки крупяных культур содержат эссенциальные макро- и микронутриенты, такие как незаменимые аминокислоты, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, минеральные вещества - калий, фосфор, магний, кальций, железо и др.

Особое внимание уделяется таким зерновым культурам, как ячмень, овес, гречиха (таблица 1). Гречневая мука характеризуется высоким содержанием белка, железа, витамина В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР. В состав ячменной муки входят бета-глюкан растворимое пищевое вещество (растворимая клетчатка). Клиническими испытаниями доказано, что бета-глюкан способствует понижению холестерина, а также замедляет повышение уровня сахара в крови. По сравнению с пшеничной мукой высшего сорта в ячменной муке содержится больше калия на 30%, кальция – на 61%, магния – на 31%. Овсяная мука отличается пониженным содержанием крахмала. В овсяной муке находится повышенное содержание микро- и макроэлементов, особенно калия, магния, железа. В состав овса также входит бета-глюкан [1,2,3,4,5].

Использование нетрадиционных видов сырья для производства хлебобулочных изделий функционального, специализированного назначения оказывает отрицательное влияние на их микробиологическую устойчивость.

Для обеспечения микробиологической безопасности хлебобулочных изделий с ржаной обдирной, ячменной, гречневой и овсяной мукой целесообразно использовать функциональные полуфабрикаты – закваски на основе штаммов хлебопекарных микроорганизмов с антагонистическими свойствами по отношению к посторонней микрофлоре. Наибольший интерес для исследований представляет ацидофильная закваска на основе наиболее антагонистически активного штамма МКБ - *L. acidophilus* A-146 [6,7,8,9].

Таблица 1

Пищевая ценность муки ржаной обдирной и муки крупяных культур в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта

Наименование сырья	Мука пшеничная высший сорт	Мука ржаная обдирная	Мука гречневая	Мука овсяная	Мука ячменная
Белок, г	10,3	8,9	9,4	8,3	9,3
Калий, мг	122	350	130	147	158
Кальций, мг	18	34	42	37	29
Магний, мг	16	60	15	21	21
Фосфор, мг	86	189	69	74	74
Железо, мг	1,2	3,5	1,75	1,16	2,11
B <sub>1</sub>	0,17	0,35	0,4	0,18	0,12
B <sub>2</sub>	0,04	0,13	0,18	0,04	0,04
РР	1,2	1,0	0,65	0,25	0,75

В ФГБНУ НИИ хлебопекарной промышленности изучено влияния питательных смесей из разных видов муки (ржаной обдирной, ячменной, гречневой и овсяной муки) на биотехнологические свойства ацидофильной закваски.

Проведены исследования влияния различных видов муки на кислотонакопление и микробиологический состав в заквасках. В ходе анализа определены начальные и конечные (через 16-18 ч) значения титруемой кислотности. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

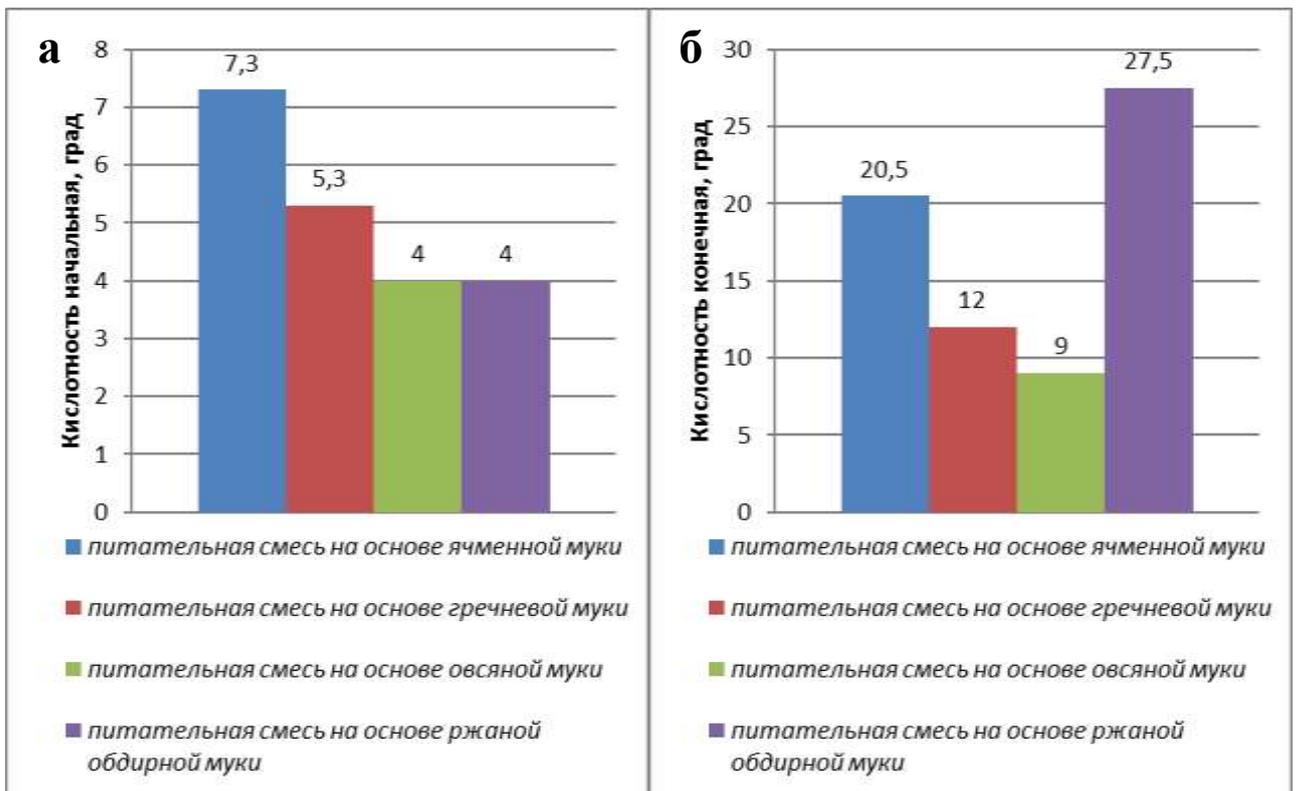


Рис. 1. Результаты определения начальной (а) и конечной (б) кислотности заквасок, приготовленных с использованием питательных смесей из разных видов муки крупяных культур

Из полученных результатов видно, что наименьшая начальная титруемая кислотность наблюдается в заквасках, приготовленных с использованием питательной смеси на основе овсяной (4 град.) и гречневой (5,3 град.) муки. Наибольшее значение начальной титруемой кислотности наблюдается в закваске, приготовленной с использованием питательной смеси из ячменной (7,3 град.) муки.

После выдерживания заквасок, приготовленных с использованием питательных смесей из разных видов муки в течение 16-18 часов при оптимальной температуре (37 °С) наблюдается наибольшая кислотность в закваске с использованием питательной смеси из ячменной муки (20,5) и из ржаной обдирной муки (27,5 град).

На основании полученных результатов можно предположить, что наибольшая кислотность в закваске, приготовленной с использованием питательной смеси из ржаной муки наблюдается вследствие большего содержания питательных веществ (сахаров, аминного азота и др.), обеспечивающих более интенсивный процесс ферментации и синтез органических кислот.

Для обеспечения стабильности биотехнологических и микробиологических показателей закваски питательная среда должна содержать необходимые для развития микроорганизмов вещества – сахара, азотистые вещества, витамины и другие. Главным источником питательных веществ, энергии для молочнокислых бактерий и дрожжей являются сахара питательной среды. Наряду с са-

харами основным источником питательных веществ для молочнокислых бактерий и дрожжей является аминный азот питательной среды.

Исследовано содержание редуцирующих сахаров и аминного азота в питательных смесях из разных видов муки (рис. 2).

Анализ результатов показал, что в питательных смесях на основе ячменной (5,8% на с.в.) и ржаной (4,8% на с.в.) муки содержание редуцирующих сахаров выше по сравнению с питательными смесями из овсяной (4,2% на с.в.) и гречневой (3,8% на с.в.) муки. Наибольшее содержание аминного азота – 84 мг% – наблюдалось в питательной смеси на основе ржаной муки. В питательной смеси из ячменной муки содержание аминного азота составило 56 мг%. Наименьшие показатели содержания аминного азота наблюдались в питательной смеси на основе овсяной (28 мг%) и гречневой (14 мг%) муки.

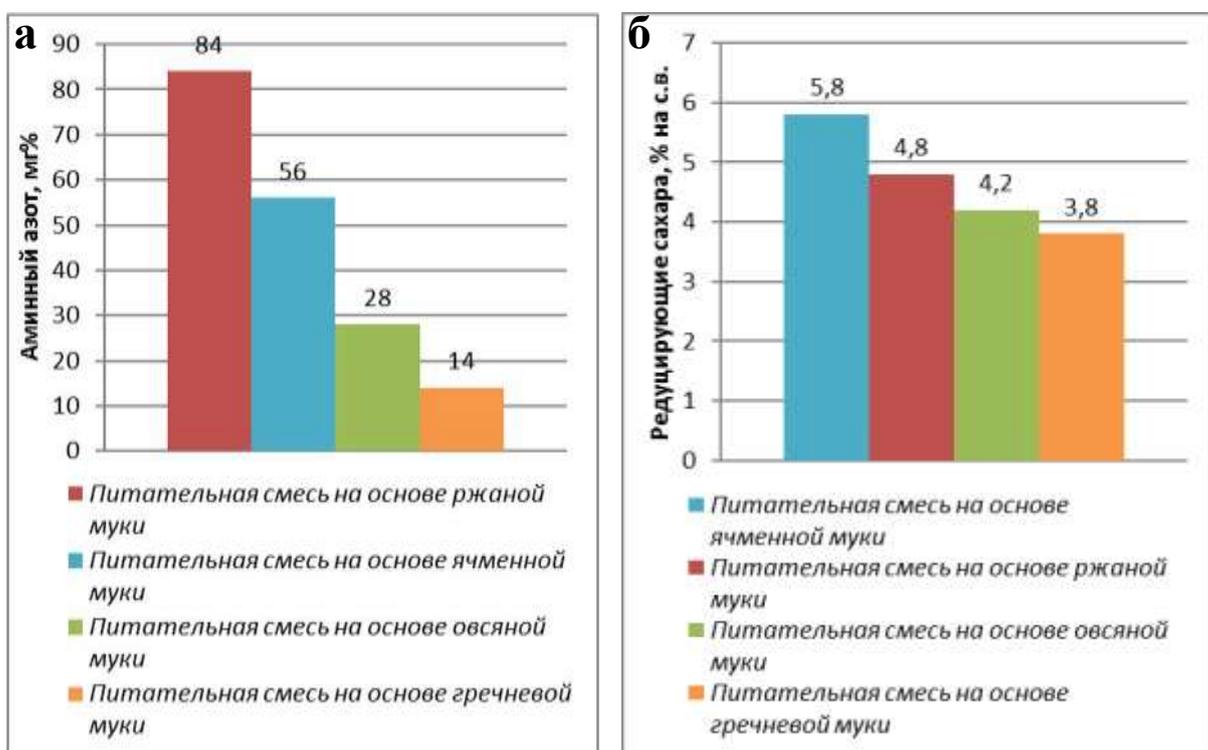


Рис. 2. Содержание редуцирующих сахаров (а) и аминного азота (б) в питательных смесях из разных видов муки

Изучение состава микрофлоры закваски позволяет выявить характерные группы микроорганизмов по их отличительным культуральным и морфологическим свойствам и их количество.

Исследована микрофлора закваски с использованием питательной смеси из ячменной и из ржаной обдирной муки, так как данные закваски показали наиболее интенсивное кислотонакопление. В качестве среды использовали суло-агар с добавлением мела, культивирование проводили при температуре 37°C, время культивирования составляло 72 ч. Количество молочнокислых бактерий в 1 г показано в таблице 2.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что в закваске, приготовленной с использованием питательной смеси из ржаной муки общее количество молочнокислых бактерий на 30% больше, чем в закваске, приготовленной с

использованием питательной смеси из ячменной муки. Из этого следует, что высокое содержание молочнокислых бактерий говорит о повышенных антагонистических свойствах закваски, приготовленной на ржаной обдирной муке в отношении возбудителей микробной порчи хлеба.

Таблица 2

Исследование количества молочнокислых бактерий в ацидофильной закваске, приготовленной с использованием питательной смеси из разных видов муки

Закваска, приготовленная на основе	Кол-во опытов	Разведения				КОЕ/г
		$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^8$	
ячменной муки	1	газон	300	44	3	$3,1 \times 10^8$
	2	газон	230	36	2	
	среднее	газон	265	40	2,5	
ржаной обдирной муки	1	газон	газон	49	4	$4,1 \times 10^8$
	2	газон	газон	43	3	
	среднее	газон	газон	46	3,5	

Проведены исследования по изучению микробиологической устойчивости ацидофильных заквасок на основе различных видов муки. Их хранили в холодильнике при температуре 4-6°C в течение 30 суток.

Закваски, приготовленные с использованием питательной смеси из ржаной обдирной и из ячменной муки, обладают большей микробиологической устойчивостью (более 30 суток в холодильной камере), чем закваски, приготовленные с использованием питательных смесей из овсяной и гречневой муки (не более 7 суток). Можно предположить, что микробиологическая устойчивость закваски связана с ее высокой кислотностью.

Исследовано влияние ацидофильной закваски, приготовленной с использованием питательной смеси из разных видов муки на микробиологическую чистоту хлеба. Объектами исследования являлись хлебобулочные изделия из смеси ржаной и пшеничной муки с применением ацидофильной закваски, приготовленной с использованием питательных смесей из ржаной обдирной и ячменной муки, так как данные закваски показали наибольшую кислотность и микробиологическую устойчивость.

Для определения развития плесневения выпеченных хлебобулочных изделий органолептическим методом проводили пробную лабораторную выпечку хлеба и термостатировали изделия согласно методике определения плесневения хлеба. Она предусматривает органолептический метод - визуальное выявление видимого роста мицелия плесневых грибов на поверхности изделий. Для этого проводили пробную лабораторную выпечку хлебобулочных изделий. Выпеченный хлеб разрезали пополам, затем целые и разрезанные образцы вкладывали в прозрачные двойные полиэтиленовые пакеты и помещали в термостат с температурой (24±1)°C. Образцы хлеба просматривали, не вынимая

из пакетов, на 3, 4, 5 и т.д. сутки до появления роста видимого мицелия плесневых грибов. После появления видимого роста плесеней делают заключение о сроках плесневения изделий с точностью до суток.

Видимый мицелий плесневых грибов в образцах хлеба на ячменной ацидофильной закваске выявлен на 7 сутки, в образцах со ржаной ацидофильной закваской – на 8 сутки. Установлено, что плесневение хлеба, приготовленного на ржаной ацидофильной закваске, замедлилось на 14% по сравнению с образцом на ячменной ацидофильной закваске.

По результатам исследований можно сделать вывод, что для приготовления ржаной ацидофильной закваски целесообразно использовать питательную смесь из ржаной обдирной муки и воды (1:1,5). Данная питательная смесь показала наилучшие значения содержания редуцирующих сахаров и аминного азота и обеспечила наиболее интенсивное кислотонакопление в ацидофильной закваске - 27,5 град. и ее микробиологическую устойчивость - более 30 суток.

В качестве альтернативной питательной смеси для приготовления ацидофильной закваски для хлебобулочных изделий с применением ржаной муки либо разработки новых видов хлебобулочных изделий можно использовать смесь из ячменной муки и воды, которая также обеспечивает интенсивное кислотонакопление в ацидофильной закваске - 20,5 град. и ее микробиологическую устойчивость - более 30 суток.

## Литература

1. Невская Е.В., Шлеленко Л.А., Смирнов С.О., Тюрина О.Е., Урубков С.А. Основные аспекты и перспективы использования продуктов переработки крупяных культур при выработке хлебобулочных изделий специального и функционального назначения // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. II Всерос. научн.-практ. конф. молодых ученых и аспирантов (7 – 25 апреля 2014 г., г. Краснодар). – Краснодар, 2014. – С.79-84.
2. Невская Е.В., Шлеленко Л.А., Смирнов С.О., Тюрина О.Е., Урубков С.А. Разработка рецептур и технологий хлебобулочных изделий специализированного и функционального назначения на основе продуктов переработки крупяных культур // Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал. – 2014. – №3(180). –С. 36-38.
3. Невская Е.В., Тюрина О.Е., Смирнов С.О., Шлеленко Л.А. Перспективы использования продуктов глубокой переработки крупяных культур в технологии хлебобулочных изделий функционального и специализированного назначения // В книге: Питание и здоровье Тезисы Ежегодного международного форума. -2014. -С. 68.
4. Невская Е.В., Шлеленко Л.А., Тюрина О.Е., Смирнов С.О. Разработка хлебобулочных изделий специализированного и функционального назначения с использованием продуктов переработки крупяных культур// В

- сборнике: Хлебопекарное производство-2014. Материалы докладов Международной конференции. -2014. -С. 15-21.
5. Невская Е.В., Шлеленко Л.А., Тюрина О.Е., Смирнов С.О., Урубков С.А. Использование продуктов переработки крупяных культур в хлебобулочных изделиях функционального и специализированного назначения// Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд: Международный научный сборник Открытое приложение к информационному сборнику "Теория и практика длительного хранения". Федеральное государственное бюджетное учреждение Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва. – М., 2015. -С. 230-238.
  6. Невская Е.В., Быковченко Т.В., Головачева О.В. Научное обоснование выбора штамма молочнокислых бактерий для приготовления закваски с высокими антоганистическими свойствами к возбудителям микробной порчи хлеба //Сборник статей международной исследовательской организации «Cognitio» по материалам VI международной научно-практической конференции: «Актуальные проблемы науки XXI века» 3 часть, г. Москва: сборник со статьями (уровень стандарта, академический уровень). – С-П.: Международная исследовательская организация «Cognitio», 2016. – С.80-85.
  7. Невская Е.В., Шлеленко Л.А., Цыганова Т.Б., Головачева О.В. Исследование возможности использования закваски на основе штамма *Lactobacillus acidophilus* A-146 для приготовления хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки // Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції: «Наука в епоху дисбалансів», м. Київ: збірник статей (рівень стандарту, академічний рівень). – К.: Центр наукових публікацій, 2016. – С 92-95.
  8. Богатырева Т.Г. Оптимизация аминокислотного и витаминного состава питательного субстрата ячменно-молочной закваски/ И.П. Толмачева, Т.Г. Богатырева, Т.В. Быковченко, С.О. Смирнов // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд : междунар. сб. науч. ст. Вып. IV/ ФГБУ НИИПХ Росрезерва ; под общ. ред. С. Е. Уланина. – М. : Галлея-Принт, 2015. -Прил. к информ. сб. «Теория и практика длительного хранения». -С.30-35.
  9. Богатырева Т.Г. Сравнительный анализ заквасок из нетрадиционного вида сырья/ И.П. Толмачева, Т.Г. Богатырева, С.О. Смирнов // II Международная научно-техническая конференция (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство»: сборник материалов, 4 декабря 2015 г. / Воронеж. гос. ун-т инж. технол., ВГУИТ, 2015. – С.441-445.