

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И.И. ПОЛЗУНОВА»

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ  
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Тринадцатая научно-практическая конференция  
(19 ноября 2010 года)

*Сборник статей и докладов*

г. Барнаул, 2010 г.

УДК 631, 637, 663, 664, 665

Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Сборник статей и докладов тринадцатой научно-практической конференции (19 ноября 2010 года) / Под ред. Л.В.Анисимовой, Е.А. Кладова; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул, 2010. - 123с

Сборник содержит статьи и доклады, представленные на тринадцатую научно-практическую конференцию «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств»

В статьях и докладах отражены результаты исследований прогрессивных технологий, применяемого оборудования, а также физико-механических, химико-биологических процессов, имеющих место при хранении и переработке пищевого сырья. Освещены вопросы создания новых продуктов питания, новых методов и приборов для оценки качества.

© Кафедра «Технология хранения и переработки зерна»  
Алтайского государственного технического  
университета им. И.И. Ползунова

# **ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА ПЕНТОПАН МОНО НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА МУКИ**

*Л.В. Анисимова, С.В. Якушев,  
Т.С. Марушкина*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Мукомольные предприятия ежегодно сталкиваются с низким содержанием или неудовлетворительным качеством клейковины пшеничной муки, а также с повышенной или, наоборот, сильно заниженной активностью ферментов муки [1]. Одним из способов управления качеством пшеничной муки является применение хлебопекарных улучшителей. На данный момент производителями предлагается широкий ассортиментный ряд улучшителей, в том числе ферментных препаратов, с различным спектром действия.

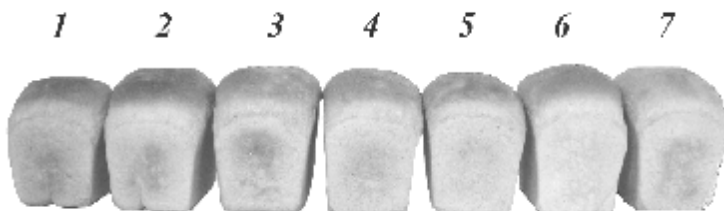
Нами изучено влияние ферментного препарата Пентопан Моно на хлебопекарные свойства пшеничной муки с излишне крепкой клейковиной (содержание сырой клейковины в муке 29,0 %, качество клейковины 30 усл. ед. прибора ИДК, влажность 11,3 %, зольность 0,82 %, белизна 40 ед. прибора РЗ-БПЛ, число падения 331 с). Укрепление клейковины явилось следствием развития процесса созревания при хранении муки, перешедшего в процесс ее перезревания.

Ферментный препарат Пентопан Моно (эндо-ксилаза) получают на основе непатогенного штамма *Humicola insolens*. Применяют для расслабления чрезмерно крепкой клейковины, увеличения ее гидрофильности, предотвращения укрепления теста.

Для проведения исследования были приготовлены смеси муки и Пентопана Моно при следующей дозировке ферментного препарата: 0,5; 1,0; 1,5 ;2,0; 2,5 и 3,0 г на 100 кг муки. Тесто для пробной выпечки хлеба готовили безопарным способом. Выпечку проводили в лабораторной печи с увлажнением пекарной камеры, при температуре от 220 до 230 °С. Из каждого образца муки было выпечено по два вида хлеба: подовый и формовой. Анализ хлеба проводили через 16 часов после выпечки. В полученных образцах оценивали физико-химические (таблица 1) и органолептические показатели качества. Внешний вид хлеба представлен на рисунке 1.

Таблица 1 – Влияние ферментного препарата Пентопан Моно на физико-химические показатели качества хлеба

Содержание ферментного препарата, г/100 кг муки	Форма хлеба	Показатель качества хлеба					
		Объем, см <sup>3</sup>	Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	Формоустойчивость	Влажность, %	Кислотность, град.	Пористость, %
0,0	Формовой	400	2,0	-	41,2	4,0	66,1
	Подовый	-	-	0,60	-		-
0,5	Формовой	520	2,5	-	41,0	3,8	66,7
	Подовый	-	-	0,50	-		-
1,0	Формовой	540	2,7	-	40,4	3,8	67,5
	Подовый	-	-	0,48	-		-
1,5	Формовой	540	2,6	-	40,8	3,8	65,4
	Подовый	-	-	0,45	-		-
2,0	Формовой	560	2,7	-	41,2	3,8	65,7
	Подовый	-	-	0,45	-		-
2,5	Формовой	600	2,9	-	40,3	3,6	67,9
	Подовый	-	-	0,45	-		-
3,0	Формовой	580	2,9	-	40,0	3,6	64,8
	Подовый	-	-	0,42	-		-



- 1 – контрольный образец;
- 2 – хлеб с добавлением 0,5 г фермента на 100 кг муки;
- 3 – хлеб с добавлением 1,0 г фермента на 100 кг муки;
- 4 – хлеб с добавлением 1,5 г фермента на 100 кг муки;
- 5 – хлеб с добавлением 2,0 г фермента на 100 кг муки;
- 6 – хлеб с добавлением 2,5 г фермента на 100 кг муки;
- 7 – хлеб с добавлением 3,0 г фермента на 100 кг муки

Рисунок 1 – Формовой хлеб с добавлением Пентопана Моно

Как видно из приведенных данных, хлеб из исходной муки (контрольный образец) имеет пониженный объем и удельный объем, из-за чего внешний вид хлеба достаточно непригляден. Добавление Пентопана Моно в пшеничную муку влияет на физико-химические показатели качества хлеба, особенно объем и формоустойчивость. При этом органолептические показатели качества практически не изменяются: все образцы хлеба обладали запахом и вкусом, свойственными пшеничному хлебу; мякиш имел белый с желтоватым оттенком цвет и равномерную окраску. Мякиш всех образцов хлеба можно характеризовать как упругий, нелипкий, со средними порами, имеющими стенки нормальной толщины.

При изменении дозировки ферментного препарата с 0,5 до 2,5 г на 100 кг муки возрастают объем и удельный объем формового хлеба. Оба этих показателя достигают наибольшего уровня при внесении 2,5 г Пентопана Моно на 100 кг муки. Увеличение дозировки ферментного препарата до 3,0 г на 100 кг муки на объем и удельный объем хлеба практически не повлияло.

Увеличение объема хлеба можно объяснить тем, что при внесении в муку ферментного препарата клейковина расслабляется. Обладая пентозаназной активностью Пентопан Моно воздействует на нерастворимые высокомолекулярные ксиланы и пентозаны, содержащиеся в пшеничной муке, увеличивая долю низкомолекулярных пентозанов. Это способствует формированию более развитого клейковинного каркаса [2].

Кроме того, улучшению хлебопекарных свойств пшеничной муки способствует повышение содержания декстринов в результате действия ферментов. Небольшое снижение кислотности мякиша связано с выявленным в отдельных опытах уменьшением кислотности муки при внесении в нее ферментного препарата.

Расслабление клейковины муки под воздействием ферментного препарата отрицательно сказывается на качестве подового хлеба: его формоустойчивость снижается.

Таким образом, анализ пробной лабораторной выпечки показал, что хлеб, испеченный из муки с добавлением Пентопана Моно, отличается от контрольного образца только по физико-химическим показателям. При дозировке Пентопана Моно 2,5 г/100 кг муки формовой хлеб имел большие объем и удельный объем, более высокую пористость и меньшую кислотность, чем контрольный образец. Вместе с тем, при внесении в муку ферментного препарата качество подового хлеба не улучшилось. Следовательно, ферментный препарат Пентопан Моно можно рекомендовать для улучшения физико-химических показателей формового хлеба из муки с излишне крепкой клейковиной в дозировке 2,5 г на 100 кг муки.

### Список литературы

1. Нет предела совершенству [Электронный ресурс] // Продукты и прибыль. 2008. №1-2. Режим доступа: <http://www.idbp.ru>
2. Матвеева, И.В. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий: Учебное пособие для вузов по спец. «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий». / И.В.Матвеева, И.Г.Белявская.–2-е изд., доп. и перераб. – М., 2001. – 116 с.

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОСЯНОЙ МУКИ УЛУЧШЕННОГО КАЧЕСТВА

*А.А. Сидорова*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Просо является важнейшей сельскохозяйственной культурой и возделывается человеком с III тыс. до н. э. Его родиной считается Юго–Восточная Азия. В Китае просо возделывали за много столетий до нашей эры, и оно являлось основной крупяной культурой до той поры, пока широкую распространённость не приобрел рис. В Европе просо было известно на территории современной Швейцарии ещё во времена каменного века. Просо было широко распространено и в других регионах мира – Индии, Малой Азии, Кавказе, Балканах. Как зерновая культура просо имело немаловажное значение и в Древних Греции и Риме [1]. В дальнейшем другие злаковые культуры и картофель заметно потеснили просо среди продуктов питания.

Однако крупа пшено, которую вырабатывают из зерна проса, в ряде стран остается и сегодня популярным пищевым продуктом, благодаря своему химическому составу, высокой пищевой ценности и отличным вкусовым качествам.

Продукты переработки проса являются источником важнейших питательных веществ, витаминов и минералов в рационе человека [2]. Они характеризуются высоким содержанием витаминов группы В и РР, калия, магния, фосфора. Причем калия в пшене содержится больше, чем в других крупах. Вот почему пшенная каша полезна при сердечнососудистых заболеваниях и атеросклерозе. Кроме того, в пшене высоко содержание растительных жиров, которые служат источником незаменимых жирных кислот, и относительно небольшое содержание крахмала.

Несмотря на очевидные достоинства проса, ассортимент вырабатываемой из него продукции крайне невелик и в России ограничивается преимущественно крупой.

На кафедре технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова ведутся исследования, целью которых является разработка технологии просяной муки, которая позволила бы сохранить все полезные качест-

ва зерна проса в конечном продукте, увеличить срок хранения продукции и при этом была бы экономически и технологически обоснованной. Этот эффект предполагается достичь благодаря применению гидротермической обработки (ГТО) зерна или ядра проса при переработке в муку.

Программа исследований предполагает следующие этапы:

- изучение различных способов гидротермической обработки зерна и ядра проса при получении муки;
- определение параметров ГТО, при которых достигается максимальный полезный эффект;
- оценка качества полученной продукции;
- исследование потребительских достоинств просяной муки, в том числе изучение в динамике процессов, развивающихся при ее хранении, с определением срока хранения продукта без потери качества;
- изучение возможности использования просяной муки при производстве продуктов питания, в том числе в составе композитных смесей с мукой из других видов сырья.

К настоящему времени исследованы два способа гидротермической обработки зерна проса, включающие его увлажнение (при атмосферном давлении и под вакуумом), последующее отволаживание и сушку. При этом определены режимы и параметры, при которых получаются оптимальные выход и качество продукции. Разработана технология просяной муки, принципиальная блок-схема которой приведена на рисунке 1.

В рамках изучения возможности использования просяной муки в составе композитных мучных смесей проведено исследование хлебопекарных свойств смесей из пшеничной и просяной муки. Отмечен ряд положительных тенденций, главной из которых является эффект укрепления слабой пшеничной клейковины, что при добавлении просяной муки в определенном количестве приводит к улучшению качества хлеба [3].

В таблице 1 представлены данные по качеству хлеба, выпеченного из смесей просяной муки из зерна, прошедшего ГТО с увлажнением под вакуумом, отволаживанием и сушкой, и пшеничной муки (содержание сырой клейковины 26 %, качество – 75 ед. ИДК).



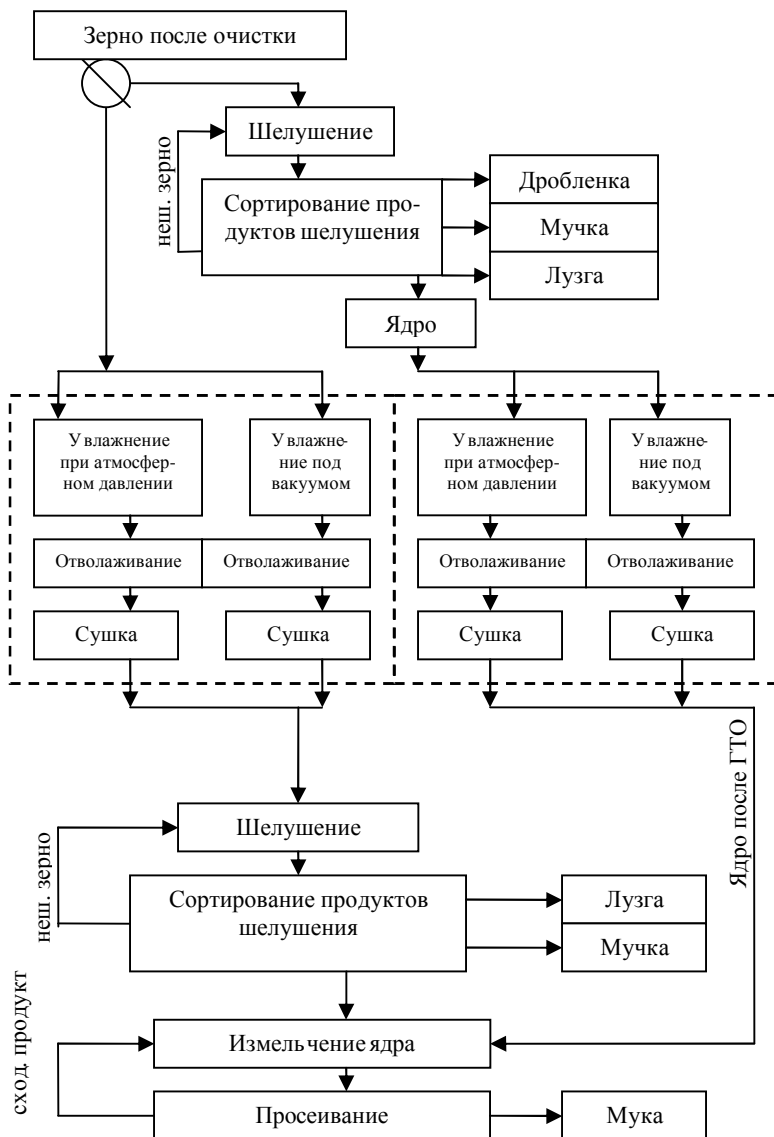


Рисунок 1 – Принципиальная схема получения просяной муки

Таблица 1 – Влияние содержания просяной муки, полученной из зерна с ГТО (увлажнение под вакуумом), в смеси с пшеничной мукой на качество хлеба

Содержание просяной муки в смеси, %	Форма хлеба	Показатель качества хлеба					Вкус, цвет, запах
		Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	Формоустойчивость	Пористость, %	Влажность, %	Кислотность, град	
0	Формовой	2,4	-	69,5	36,2	1,6	Вкус, запах – свойственные пшеничному хлебу, цвет мякиша белый
	Подовый	-	0,50	-	39,0		
5	Формовой	2,4	-	69,7	36,4	1,8	ощущаются легкий запах и вкус пшенной каши, цвет мякиша белый, с желтоватым оттенком
	Подовый	-	0,50	-	39,1		
10	Формовой	2,5	-	69,5	38,2	2,0	ощущаются легкий запах и вкус пшенной каши, цвет мякиша светложелтый
	Подовый	-	0,51	-	39,6		
15	Формовой	3,0	-	71,3	39,5	2,0	ощущаются легкий запах и вкус пшенной каши, цвет мякиша светложелтый
	Подовый	-	0,51	-	37,4		
20	Формовой	2,5	-	69,7	39,4	2,1	ощущаются легкий запах и вкус пшенной каши, цвет мякиша светложелтый
	Подовый	-	0,50	-	36,7		
25	Формовой	2,5	-	65,7	37,5	2,2	ощущаются легкий запах и вкус пшенной каши, цвет мякиша светложелтый
	Подовый	-	0,48	-	35,8		
30	Формовой	2,4	-	64,8	37,6	2,1	ощущаются легкий запах и вкус пшенной каши, цвет мякиша светложелтый
	Подовый	-	0,46	-	36,0		

Увеличение доли просяной муки в смеси приводит к усилению аромата и привкуса пшенной каши в хлебе. Корки становятся более темными, а их поверхность – не такой гладкой. Цвет мякиша приобретает светложелтый оттенок. Кислотность хлеба по мере увеличения

доли просяной муки в смеси несколько возрастает, но в целом остается невысокой.

Важным показателем качества формового хлеба является пористость мякиша. Пористость образцов с добавлением от 5 до 15 % просяной муки взамен пшеничной возрастает по сравнению с контрольным образцом хлеба из пшеничной муки, достигает максимума при добавлении 15 % просяной муки, а затем снижается. Аналогичная зависимость наблюдается и для показателя удельного объема хлеба. При добавлении в мучную смесь 15 % просяной муки получается образец с лучшим внешним видом: наиболее высокий, ровный, с красивым рисунком пор мякиша.

Для характеристики подового хлеба используется показатель формоустойчивости – отношения высоты булочки к ее среднему диаметру. При анализе подового хлеба показатель формоустойчивости был максимальным для образца с содержанием просяной муки 15 %. Этот образец отличался правильной формой, не имел подрывов и трещин. При замене в смеси от 20 до 30 % пшеничной муки на просяную показатель формоустойчивости снижается, ухудшается внешний вид хлеба.

Таким образом, можно заключить, что качество образцов хлеба с добавлением от 5 до 15 % просяной муки взамен пшеничной муки лучше почти по всем показателям, что позволяет рекомендовать данные дозировки просяной муки в смеси с пшеничной мукой указанного качества (количеством и качеством клейковины) для производства хлеба.

В 2010 году был проведен эксперимент по хранению просяной муки, выработанной различными способами. Качество муки оценивалось с периодичностью в две недели, и был экспериментально определен срок хранения просяной муки. Предполагается повторить исследование в расширенном варианте с увеличением числа видов просяной муки.

Кроме того, планируется разработать и исследовать дополнительный вариант гидротермической обработки зерна проса и провести исследование макаронных свойств смесей из пшеничной и просяной муки, а также изучить возможность применения этих смесей для производства мучных кондитерских изделий.

Полученные на сегодняшний день результаты удовлетворяют целям исследования, подтверждают выводы предыдущих экспериментов и являются базой для дальнейшего изучения свойств проса и продуктов его переработки.

## Список литературы

1. Просо [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Просо>.
2. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
3. Анисимова, Л.В. Исследование хлебопекарных свойств смеси из пшеничной и просяной муки / Л.В. Анисимова, А.С. Давыдович, А.А. Сидорова // Ползуновский альманах. 2009. №3. Том 2. С. 99-101.

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПОМОЛ ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДСИСТЕМЫ МАЯТНИКОВОГО ТИПА

*В.Л. Злочевский, А.П. Борисов, Л.И. Кострова,  
Э.П. Могучева*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Совершенствование технологии измельчения зерна осуществляется на основе лабораторного оборудования, обеспечивающее организацию лабораторных помолов. Зарубежные фирмы уделяют особое внимание лабораторным помолам и выпускают соответствующее оборудование с развитыми измельчающими и сепарационными системами. Наиболее полно соответствует технологическому производственному процессу помол на лабораторной мельнице МЛУ-202 Бюлера.

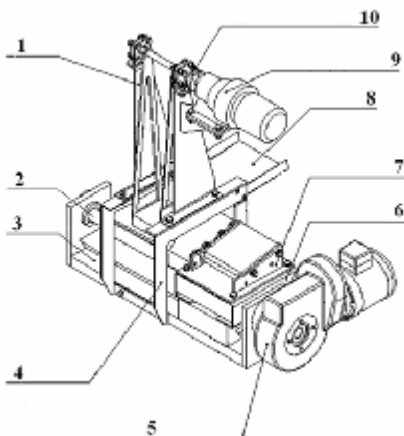
Исходя из вышесказанного, на кафедре МАПП АлтГТУ была разработана установка [1, 2], которая позволяет осуществлять первичное разрушение зерновки по бороздке с максимальным вскрытием эндосперма и минимальным измельчением оболочки.

На данном этапе исследований нами предполагается использование такого подхода для создания машины как предсистемы (рисунок 1) перед первыми тремя драными системами в существующей технологии переработки зерна в муку.

При данном способе разрушения почти сохраняется целостность оболочки, обеспечивается разворачивание зерновки по бороздке и мак-

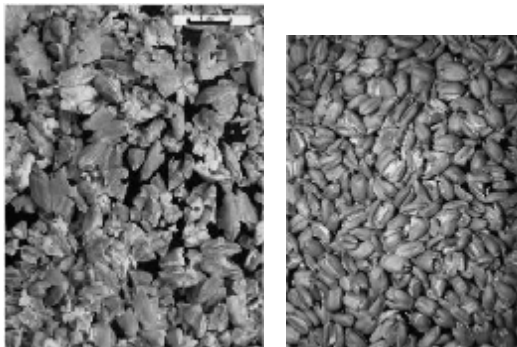
симально раскрывается поверхность эндосперма. Положительная роль маятникового измельчителя проявляется и в том, что происходит значительное выделение зародыша (рисунок 2) без нарушения его целостности.

Исследование режимов работы маятникового измельчителя перед драными системами были проведены на кафедре МАПП АлтГТУ с определением технологических свойств зерна на базе ГНУ АНИИСХ г. Барнаула. Для организации драного процесса были использованы лабораторные мельницы «Квадрумат-Юниор» и МЛУ-202 Бюлера.



1 – стойка; 2 – винт; 3 – основание винтовой передачи; 4 – основание крепления маятника; 5 – мотор-редуктор для перемещения деки; 6 – основание крепежа деки; 7 – основание регулирования деки; 8 – основание маятника; 9 – мотор-редуктор для поднятия маятника; 10 – муфта ЭТИ О18-1А

Рисунок 1 – Общий вид маятникового измельчителя



а б

а – на входе 0,7 мм, на выходе 0,3 мм;

б – на входе 1,2 мм, на выходе 0,5 мм

Рисунок 2 – Зерно, полученное после прохождения через маятниковый измельчитель с различными характеристиками клиновидного пространства

Проводились два параллельных опыта. В одном зерно пшеницы измельчали на лабораторных мельницах с разными навесками, а во втором пшеницу дополнительно измельчали на предсистеме перед подачей на лабораторные мельницы.

Для размола подготавливали четыре навески по 100 г каждая для проведения эксперимента на «Квадрумат-Юниор»- к зерну добавляли расчетное количество воды с целью доведения до определенной влажности (12,63%, 13,09%, 13,37%, 14,15%, 14,6%, 15,12%, 15,69%, 15,97%, 16,42%) и четыре навески по 500 г каждая для проведения эксперимента на МЛУ-202 Бюлера - к зерну добавляли расчетное количество воды с целью доведения до влажности 14,5%. Затем зерно отволаживали в течение 24 часов.

При определении влажности зернового материала посредством инфракрасного Фурье-спектрометра ИнфраЛЮМ ФТ-10 выяснилось, что технологическая влажность составляла 14-15%.

Анализ полученных результатов показывает, что выход муки и отрубей при размоле зерна пшеницы на лабораторной мельнице «Квадрумат-Юниор» в значительной степени зависел от влажности, как с использованием маятникового измельчителя, так и без него (рисунок 3). В то же время выход муки при размоле зерна пшеницы с использованием маятникового измельчителя был выше при всех изученных параметрах влажности по сравнению с традиционным способом.

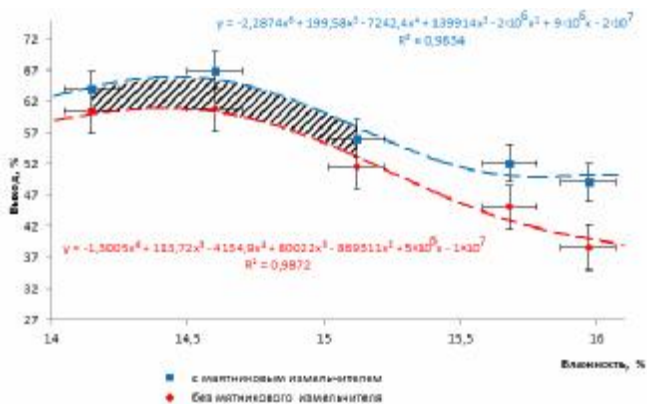


Рисунок 3 – Влияние влажности зерна пшеницы на выход муки при размоле зерна пшеницы с использованием маятникового измельчителя и лабораторной мельницы «Квадрумат-Юниор» и безмаятникового измельчителя

Максимальный выход муки при обоих способах измельчения был получен при влажности зерна 14,6%, а при более высокой влажности происходит резкое снижение выхода муки и увеличение выхода отрубей, как в первом, так и во втором варианте.

Это можно объяснить тем, что увлажнение зерна до определенного предела (до 14,6%) оказывает расклинивающее действие на зерно и его составные части без заметной потери эндоспермом хрупких свойств, что благоприятствует тонкому диспергированию и получению большего количества муки. Повышение влажности зерна более 14,6 % переводит его в более пластичное состояние, в результате чего ухудшается измельчение продуктов и вымол оболочек, так как наряду с дроблением наблюдается частичное их сплющивание. Все это приводит к тому, что выход муки начинает снижаться [3].

Общий прирост выхода муки при размоле зерна пшеницы с использованием маятникового измельчителя по сравнению с традиционным способом также зависел от влажности и составлял от 3,40% до 10,45%. Максимальный выход муки отмечен в интервале влажности от 16% до 16,5%, а минимальный выход муки – в интервале влажности от 14% до 15%.

В ходе исследований на лабораторной мельнице МЛУ-202 Бюлера был проведен сравнительный анализ выхода продуктов размола

(муки и отрубей), как общего, так и по системам, а также их качества при различных способах измельчения зерна (рисунок 4).

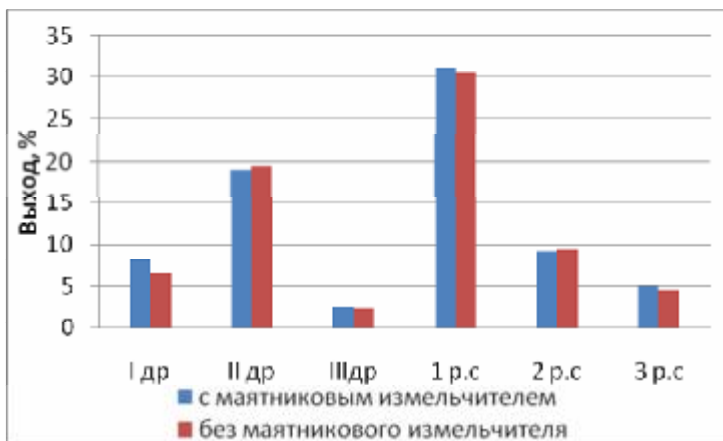


Рисунок 4 – Распределение выхода муки по драным и размольным системами с использованием маятникового измельчителя и лабораторной мельницы МЛУ-202 Бюлера и безмаятникового измельчителя

Как видно из рисунка 4 в обоих случаях измельчения наблюдается одинаковая тенденция: максимальный выход муки на драных системах наблюдается на II драной системе, а на размольных – на первой системе; содержание белка в муке увеличивается от I драной системы к III системе, от первой размольной системы - к третьей; зольность муки так же увеличивается от I драной системы к III системе, от первой размольной системы - к третьей. При этом общий выход муки, полученной с использованием маятникового измельчителя, составлял 74,5 %, а муки, полученной традиционным способом – 72,2 %. Приrost выхода составил 2,3 %.

Также были проведены исследования по выявлению качества получаемой муки как с предсистемой, так и без нее.

Зольность продуктов, полученных с помощью предсистемы и лабораторной мельницы «Квадрумат-Юниор» выше, чем при традиционном измельчении, но не выходит за рамки муки первого сорта. Содержание белка и клейковины в муке, полученной с использованием маятникового измельчителя, повышается по сравнению с мукой, полу-



ченной традиционным способом. Белизна и качество клейковины муки при обоих способах измельчения остаются неизменными. В отрубях, полученных при размоле зерна с использованием маятникового измельчителя, содержание крахмала меньше, чем в отрубях, полученных традиционным способом.

Исследования, проведенные на МЛЮ-202 Бюлера показали, что средневзвешанная зольность муки увеличилась на 0,044%, а средневзвешанное содержание белка в муке увеличилось на 0,8% при использовании маятникового измельчителя. Средневзвешенное содержание клейковины в муке при использовании маятникового измельчителя увеличилось на 0,9%, но при этом качество клейковины при обоих способах измельчения составило 60 единиц прибора ИДК. Тесто из муки, полученной как с использованием маятникового измельчителя, так и без него, обладает большой устойчивостью при замесе. Результаты исследований показали, что качество хлеба, выпеченного из муки, полученной с использованием маятникового измельчителя, не отличается от хлеба из муки, полученной традиционным способом. Это доказывает, что качество муки, полученной с использованием маятникового измельчителя, несмотря на повышение выхода муки не ухудшается.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что включение в типовую технологическую схему маятникового измельчителя, как предсистемы перед первой драной системой, позволяет значительно повысить технологическую эффективность размола зерна. Кроме повышения выхода муки, повышается ее качество по таким важным показателям, как содержание белка и клейковины. Снижается содержание крахмала в отрубях, т.е. улучшается процесс вымола оболочек. Несмотря на некоторое повышение зольности муки и ослабление клейковины, уровень ее качества по этим показателям остается в пределах требований ГОСТа.

Определено, что технологическая влажность зерна пшеницы при его размоле как с использованием маятникового измельчителя, так и без него, имеет одинаковое значение.

### Список литературы

1. Пат. № 2263544 Российская Федерация, МПК В02С 19/16 Способ формирования зерновых продуктов размола / Злочевский Валерий Львович, Злочевский Алексей Валерьевич.; заявл. 16.02.2004; опубл. 10.11.2005.

2. Пат. № 2338593 Российская Федерация Способ определения энергозатрат в процессе формирования продуктов размола /Злочевский Валерий Львович, Никитин Валерий Михайлович опубли. 25.12.2006.

3. Наумов, И.А. Совершенствование кондиционирования и измельчения пшеницы и ржи / И.А. Наумов - М., Колос, 1975. - 176 с.

## **ОБ ОЦЕНКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЕЛУШЕНИЯ КРУПЯНОГО ЗЕРНА**

***С.Н. Брасалин***

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Как известно, целью процесса шелушения зерна при производстве крупы является удаление с зерновок их оболочек (пленок) при сохранении целостности ядра этих зерновок. В научной и учебной литературе [1,2,3,4] для оценки технологической эффективности шелушения зерна рекомендуется использовать три показателя: коэффициент шелушения зерна  $K_{ш}$ , коэффициент целостности ядра  $K_{ц.я.}$  и обобщенный коэффициент технологической эффективности  $E_{эф.}$ .

По [1,2,3,4] коэффициент шелушения  $K_{ш}$  характеризует количественную сторону процесса шелушения, так как показывает долю зерна, которую удалось ошелушить в ходе процесса (в процентах):

$$K_{ш} = \frac{H_1 - H_2}{H_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $H_1$  - содержание неошелушенных зерен в продукте до шелушения, %;

$H_2$  - содержание неошелушенных зерен в продукте после шелушения, %.

Коэффициент целостности ядра  $K_{ц.я.}$  по [1,2,3,4] характеризует качественную сторону процесса шелушения, так как показывает долю целых ошелушенных зерен, то есть долю целых ядер, в массе продуктов разрушения ядра, образовавшихся после шелушения (в долях единицы):

$$K_{ц.я.} = \frac{K_2 - K_1}{(K_2 - K_1) + (d_2 - d_1) + (m_2 - m_1)}, \quad (2)$$

где  $K_1, K_2$  - количество целых ошелушенных зерен в продукте, соответственно, до шелушения и после шелушения, %;

$d_1, d_2$  - количество дробленых зерен в продукте, соответственно, до шелушения и после шелушения, %;

$m_1, m_2$  - количество мучки в продукте, соответственно, до шелушения и после шелушения, %.

Очевидно, что оценивать технологический эффект шелушения только коэффициентом  $K_{ш}$  или только коэффициентом  $K_{ц.я.}$  нельзя, так как в одном случае - при высоком значении  $K_{ш}$  - можно получить полное разочарование от процесса шелушения из-за того, что все зерно будет переведено в мучку или дробленое ядро, а в другом случае - при высоком коэффициенте  $K_{ц.я.}$  - количество ошелушенных зерен может оказаться очень малым, то есть процесс шелушения может практически не происходить.

В связи с указанными обстоятельствами вводится обобщенный показатель - коэффициент технологической эффективности  $E_{эф.}$  [1,2,3,4]:

$$E_{эф.} = K_{ш} \cdot K_{ц.я.} \quad (3)$$

Принято считать, что коэффициент технологической эффективности шелушения  $E_{эф.}$  имеет физический смысл - количество целых ошелушенных зерен (то есть количество целых ядер), оставшихся целыми в результате процесса шелушения зерна. С точки зрения физического смысла коэффициент  $E_{эф.}$  может измеряться либо в физических единицах, например, кг или кг/ч, либо в относительных единицах, вы-

ражающих количественную долю, то есть в процентах или долях единицы.

Коэффициент  $E_{эф.}$ , как видим из приведенной формулы (3), включает две оценки: количественную  $K_{и}$  и качественную  $K_{ц.я.}$ . И та (формула 1), и другая (формула 2) оценки являются относительными величинами. Но одну из них ( $K_{и}$ ), как видим, рекомендуется выражать в процентах [1,2,3,4], а другую ( $K_{ц.я.}$ ) – в долях единицы [1,2,3,4]. Сделано это, очевидно, для того, чтобы получить размерность обобщенного коэффициента эффективности  $E_{эф.}$  в процентах.

Но размерность коэффициента  $E_{эф.}$  в процентах можно получить и, выразив, наоборот,  $K_{ц.я.}$  в процентах, а  $K_{и}$  - в долях единицы. Запрета или каких-либо ограничений этому ни со стороны физического смысла, ни с математической стороны нет.

Более того, исходя из логики и смысла коэффициента шелушения  $K_{и}$  и коэффициента целостности ядра  $K_{ц.я.}$ , эти коэффициенты должны выражаться в одинаковых единицах (физических или относительных). Если рассматривать в относительных единицах, то это должны быть, либо проценты, либо доли единицы. Но тогда в формуле (3) возникает неувязка: если коэффициент  $K_{и}$  выражается в процентах и коэффициент  $K_{ц.я.}$  выражается в процентах, то размерность коэффициента технологической эффективности  $E_{эф.}$  - процент во второй степени ( $\%^2$ ). Такая же ситуация возникает и при выражении коэффициентов  $K_{и}$  и  $K_{ц.я.}$  в физических единицах. Это обстоятельство свидетельствует о математической некорректности формулы (3), точнее о некорректной математической форме записи критерия  $E_{эф.}$ .

Для устранения этой некорректности формулу (3) следует записать в ином виде, а именно:

$$E_{эф.} = \sqrt{K_{и} \cdot K_{ц.я.}} \quad (4)$$

Выражение коэффициента технологической эффективности в виде формулы (4) имеет смысл еще и с другой позиции. Предположим, оценка количественной стороны процесса  $K_{и}$  равна 0,8 (или 80%) и

оценка качественной стороны процесса  $K_{ц.я.}$  равна 0,8 (или 80%). В этой ситуации, на наш взгляд, логично было бы считать, что и общая оценка эффективности процесса  $E_{эф.}$  равна 0,8 (или 80%). Но в соответствии с формулой (3)  $E_{эф.}$  будет равен только 0,64 (или 64%), что, очевидно, является заниженной оценкой. То есть формула (3) является некорректной еще и с позиции объективности оценки. Формула (4) устраняет и эту некорректность формулы (3).

Таким образом, показатель технологической эффективности шелушения зерна при производстве крупы в виде формулы (4) является более корректным и объективным, чем известный критерий по формуле (3).

### **Список литературы**

1. Егоров, Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.М. Максимчук. – М.: Колос, 1984. – 376 с.
2. Мельников, Е.М. Обогащение промежуточных продуктов на крупозаводах. – М: Колос, 1974. – 112 с.
3. Бутковский, В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интерграф сервис, 1999. – 472 с.
4. Чеботарев, О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 688 с.

## **О ФИЗИЧЕСКОМ СМЫСЛЕ ОДНОГО ИЗВЕСТНОГО КРИТЕРИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЕЛУШЕНИЯ ПЛЕНЧАТЫХ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР**

***С.Н. Брасалин***

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

В отраслевой научно-технической и справочной литературе

[1,2,3,4] в качестве оценки технологической эффективности шелушения зерна плёнчатых культур рекомендуется использовать коэффициент технологической эффективности  $E$ , представляющий собой произведение коэффициента шелушения  $K_{ш}$  и коэффициента целостности ядра  $K_{ц.я.}$ :

$$E = K_{ш} \cdot K_{ц.я.} \quad (1)$$

Коэффициент шелушения  $K_{ш}$  характеризует количественную сторону процесса шелушения (по [1]):

$$K_{ш} = \frac{H_1 - H_2}{H_1} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где  $H_1$  – содержание нешелушенных зерен в продукте перед шелушением, %;

$H_2$  – содержание нешелушенных зерен в продукте после шелушения, %.

Коэффициент целостности ядра  $K_{ц.я.}$  характеризует качественную сторону процесса шелушения (по [1])

$$K_{ц.я.} = \frac{(K_2 - K_1)}{(K_2 - K_1) + (D_2 - D_1) + (M_2 - M_1)}, \quad (3)$$

где  $K_1, K_2$  – содержание целых ядер в продукте, соответственно, перед шелушением и после шелушения, %;

$D_1, D_2$  – содержание дробленых (колотых) ядер в продукте, соответственно, перед шелушением и после шелушения, %;

$M_1, M_2$  – содержание мучки в продукте перед шелушением и после шелушения соответственно, %.

В одной из моих работ показана некорректность применения формулы (1) в качестве оценки технологической эффективности шелушения, как с позиции математической формы записи, так и с позиции объективности оценки.

Однако формула (1) вызывает сомнения в её корректности и в качестве критерия для оценки технологической эффективности шелушения с позиции физического смысла, заключенного в ней. Попробуем разобраться.

Из формулы (2) видим, что коэффициент шелушения  $K_{ш}$  характеризует количество нешелушенных зёрен ( $H_1 - H_2$ ), переставших быть нешелушенными после прохождения через шелушитель, в процентах от количества нешелушенных зёрен  $H_1$ , бывших в продукте перед шелушением.

А что характеризует коэффициент целостности ядра  $K_{ц.я.}$  в соответствии с формулой (3)?

В знаменателе этой формулы - сумма продуктов фактически образовавшихся из тех самых ( $H_1-H_2$ ) зёрен, переставших быть неошелушенными после прохождения через шелушитель; причем сумма не всех образовавшихся продуктов, а только продуктов, являющихся 'ядровым материалом крупяного зерна, то есть сумма целых ядер, колотых ядер и мелко раздробленных ядер (мучка). В числителе формулы (3) стоит количество целого ядра, фактически получившегося из тех ( $H_1-H_2$ ) зёрен, переставших быть неошелушенными после прохождения через шелушитель. Отметим, что лузга в формуле (3) не учитывается никак.

Следовательно, коэффициент целостности ядра  $K_{ц.я.}$  по формуле (3) показывает соотношение между фактически полученным количеством целого ядра и фактически полученным количеством всех 'ядровых материалов.

Прежде, чем перейти к дальнейшим рассуждениям для упрощения формы записи и лучшего понимания содержания формул, будем считать, что в исходном зерне, подлежащем шелушению, отсутствуют целые ошелушенные зёрна (целые ядра), дробленые ошелушенные ядра и мучка, то есть  $K_1=0$ ,  $D_1=0$  и  $M_1=0$ . В соответствии с таким допущением формула (3) коэффициента целостности ядра  $K_{ц.я.}$  запишется в более простом виде

$$K_{ц.я.} = \frac{K_2}{K_2 + D_2 + M_2} . \quad (4)$$

Теперь внимательно посмотрим на критерий  $E$  по формуле (1). Этот критерий имеет размерность «процент», так как  $K_{ш}$  измеряется в процентах, а  $K_{ц.я.}$  — в долях единицы (безразмерный).

Принято считать, что критерий технологической эффективности шелушения  $E$  по формуле (1) имеет физический смысл, заключающийся в том, что он показывает (в процентах) количество целых ядер, полученных в результате шелушения зерна. Однако здесь возникает вопрос: «Показывает количество целых ядер в процентах от чего, от какой величины?».

Если критерий  $E$  показывает количество целого ядра, полученного в результате шелушения, в процентах от количества всего 'ядрового материала, образовавшегося в результате шелушения зерна, то это есть коэффициент целостности ядра  $K_{ц.я.}$ , и, следовательно, произведение  $K_{ш}$  на  $K_{ц.я.}$ , входящее в критерий  $E$  по формуле (1) не соответствует указанному физическому смыслу этого критерия.

Может быть критерий  $E$  показывает количество целого ядра, полученного в результате шелушения, в процентах от количества неоше-

лушенных зёрен ( $N_1 - N_2$ ), переставших быть неошелушенными в результате шелушения? Сейчас увидим, что это не так!

Указанный смысл критерия в символьной форме с учетом принятых здесь обозначений имеет выражение

$$\left[ \frac{K_2}{(N_1 - N_2)} \cdot 100 \right] \quad (5)$$

Попробуем преобразовать формулу (1) и найти в ней выражение (5). Для этого еще раз запишем формулу (1) и раскроем в ней коэффициенты  $K_{ш}$  и  $K_{ц.я}$

$$E = K_{ш} \cdot K_{ц.я} = \frac{(N_1 - N_2)}{N_1} \cdot 100 \cdot \frac{K_2}{K_2 + D_2 + M_2} \quad (6)$$

Умножим правую и левую части выражения (6) на выражение  $\frac{(N_1 - N_2)}{(N_1 - N_2)}$ :

$$\begin{aligned} E &= \frac{(N_1 - N_2)}{N_1} \cdot 100 \cdot \frac{K_2}{(K_2 + D_2 + M_2)} \cdot \frac{(N_1 - N_2)}{(N_1 - N_2)} = \\ &= \left[ \frac{K_2}{(N_1 - N_2)} \cdot 100 \right] \cdot \frac{(N_1 - N_2)^2}{N_1 (K_2 + D_2 + M_2)} \end{aligned} \quad (7)$$

Как видим, здесь в прямоугольных скобках - искомое символьное выражение (5). Но одновременно с этим видим, что в формуле (7) наряду с искомым выражением (5), присутствует дополнительный относительно громоздкий сомножитель, который можно рассматривать как поправочный коэффициент к выражению в прямоугольных скобках. Путем математических преобразований можно изменить лишь математический вид этого сомножителя - коэффициента, но избавиться от него без корректировки физического смысла, заложенного в коэффициентах  $K_{ш}$  или  $K_{ц.я}$ , не удастся. Причина этого обстоятельства кроется в том, что из величин, входящих в формулу (7), без привлечения дополнительных показателей невозможно построить уравнение материального баланса продуктов, участвующих в процессе шелушения (вспомним: выше мы отметили, что в формуле (3) никак не учитывается лузга). Таким образом, наличие дополнительного сомножителя (поправочного коэффициента) в формуле (7) свидетельствует о несоответствии критерия  $E$  по формуле (1) его проверяемому физическому смыслу.

Но может быть критерий  $E$  показывает количество целого ядра, полученного в результате шелушения, в процентах от количества неошелушенных зёрен  $N_1$ , содержащихся в продукте перед его шелушением?



Указанный смысл критерия в символьной форме с учетом принятых здесь обозначений имеет выражение

$$\left[ \frac{K_2}{K_1} \cdot 100 \right] \quad (8)$$

Чтобы выявить в формуле (1) выражение (8) посмотрим на формулу (6) и перепишем её в следующем виде

$$E = \left[ \frac{K_2}{K_1} \cdot 100 \right] \cdot \frac{(H_1 - K_2)}{K_2 + D_2 + M_2} \quad (9)$$

В выражении (9) в прямоугольных скобках выделено искомое выражение (8). Как видим, здесь ситуация аналогична предыдущему случаю: имеется дополнительный сомножитель, являющийся поправочным коэффициентом к выражению в прямоугольных скобках. Устранить дополнительный сомножитель из формулы (9) невозможно по той же причине, что и в предыдущем случае. Поэтому следует признать, что критерий  $E$  по формуле (1) не соответствует и последнему варианту трактовки его физического смысла.

Таким образом, из сказанного следует, что критерий технологической эффективности шелушения  $E$  по формуле (1) не имеет четкого физического смысла и поэтому не может являться базой для объективной оценки результатов шелушения пленчатых крупяных культур

### Список литературы

1. Егоров, Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.М. Максимчук. – М.: Колос, 1984. – 376 с.
2. Мельников, Е.М. Обогащение промежуточных продуктов на крупозаводах. – М: Колос, 1974. – 112 с.
3. Бутковский, В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интерграф сервис, 1999. – 472 с.
4. Чеботарев, О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 688 с.

# ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА МЯСНЫХ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

*М.А. Вайтанис*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Российские потребители традиционно отдавали предпочтение свежим продуктам с рынка или огорода. Поэтому, до недавнего времени полуфабрикаты воспринимались как продукция второстепенная, не играющая заметной роли в домашней кулинарии. Тем не менее, с течением времени и развитием общества произошло значительное ускорение темпов жизни, что повлекло за собой существенный пересмотр отношения потребителей к продуктам уже приготовленным или замороженным полуфабрикатам.

Интерес потребителей к всевозможным замороженным изделиям наиболее ярко проявился в 2001 году: именно с этого времени в России наметилась тенденция к росту доходов населения, а вместе с тем отсутствие времени на приготовление пищи в домашних условиях. Действительно, поговорка «время-деньги» стала лейтмотивом поколения XX-XXI веков, поскольку работа отнимает у людей большую часть времени. И, неудивительно, что «заморозка» хотя и является одним из молодых на рынках России, но тем не менее показывает высокие темпы роста продаж.

Мировой рынок замороженных полуфабрикатов насыщен и уже практически не растет, поскольку потребление мясных полуфабрикатов населением европейских стран составляет от 35 до 40 кг на человека в год [1].

В то же время, в России среднедушевое потребление мясных полуфабрикатов составляет от 8 до 9 кг. В США почти 70 % товара на продовольственном рынке составляют замороженные продукты, а в России их доля пока равна 17 %, так что российскому рынку есть куда развиваться.

Мясные полуфабрикаты, к которым относятся котлеты, шницели, фрикадельки, хинкали, манты, чебуреки являются вторыми по популярности видами продукции послепельменей.

И можно предположить, что в ближайшее время ожидается дальнейший рост ассортимента, как за счет появления новых марок, так и

за счет введения на рынок новых оригинальных продуктов. Несомненно, развитию «заморозки» способствует целый ряд факторов. С одной стороны, это ускоряющийся ритм жизни, диктующий необходимость экономить время на приготовление пищи, стимулирует спрос на продукты быстрого приготовления. С другой стороны развитие рынка происходит с позиций предложения, поскольку благодаря улучшению технологий производства повышается как качество, так и разнообразие продуктов. Помимо этого, развитие розницы, в том числе и так называемых «новых форматов» - супер- и гипермаркетов, дискаунтеров, обеспечивает как требуемые условия хранения продукции, так и ее доступность для покупателя, что также положительно сказывается на динамике продаж полуфабрикатов данной категории.

По данным компании «Бизнес Аналитика», в первом полугодии 2008 года динамика рынка замороженных полуфабрикатов была более чем скромная. Это вызвано насыщением наиболее емкого сегмента замороженных полуфабрикатов – пельменей, а также близостью к насыщению других крупных сегментов [2].

В целом, рынок полуфабрикатов имеет тенденцию к росту в среднем от 10 % до 15 % в годовом исчислении и, несмотря на кризисные явления, сохранит положительную динамику в период от 2009 до 2011 года.

Динамика объемов производства мясных полуфабрикатов за период от 2000 до 2008 года представлена на рисунке 1.

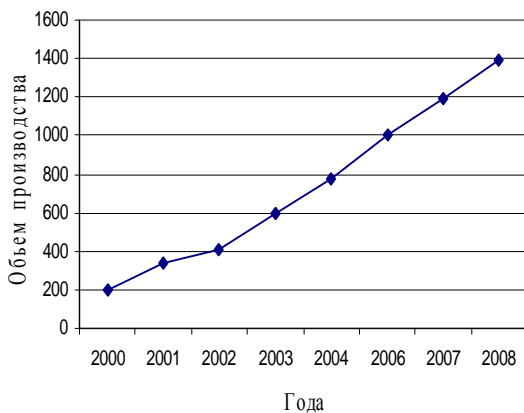


Рисунок 1 – Динамика объемов производства мясных полуфабрикатов за период от 2000 до 2008 года

Анализ данных рисунка 1 свидетельствует о значительном росте объемов производства мясных полуфабрикатов, поскольку объем выпуска в 2008 году вырос по отношению к 2000 году в семь раз [2].

Росту сегмента способствует увеличение численности городского населения, а также его занятость, увеличение количества работающих женщин. Поэтому при ускорении ритма жизни происходит увеличение потребления полуфабрикатов. Рост уровня доходов также способствует в свою очередь увеличению потребительского спроса на рынке замороженной продукции. На втором месте находится такой фактор, как вкус и качество продукта и на третьем – широкий ассортимент продукции [1].

Доля потребления основных видов замороженных полуфабрикатов за I квартал 2009 года представлена на рисунке 2.

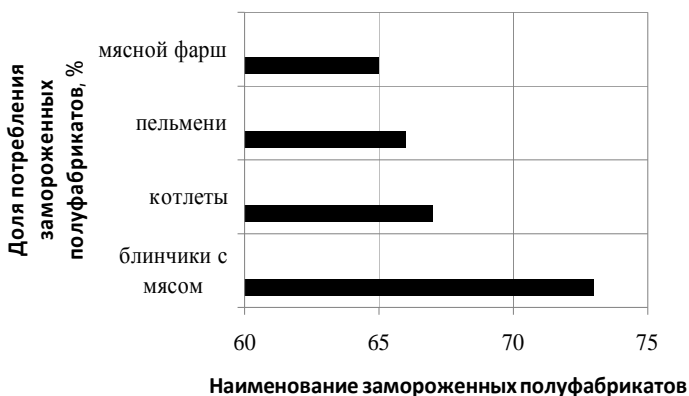


Рисунок 2 – Доли потребления основных видов замороженных полуфабрикатов за I квартал 2009 года

Рынок замороженных мясных полуфабрикатов имеет очень четкую региональную специфику. Предпочтения потребителей могут кардинально отличаться даже в соседних регионах.

Ведущие позиции по производству замороженных мясных полуфабрикатов занимают: ЗАО «МЛМ-Фуд» (Москва),

ОАО «Продукты питания» (Калининград), ООО «Сибирский Гурман» (Новосибирск), ОАО «Талосто» (Санкт-Петербург),

ООО «Равиоли» (Санкт-Петербург).

Сибирский потребитель в большей степени ориентирован в покупках мясных полуфабрикатов на местные марки, чья продукция как

ему «кажется» считается более безопасной и свежей. На прилавках магазинов в большом количестве представлены полуфабрикаты относительно мелких производителей, кроме того, многие розничные торговые сети начинают производить собственные линейки полуфабрикатов.

На рисунке 3 представлено распределение полуфабрикатов по торговым маркам.

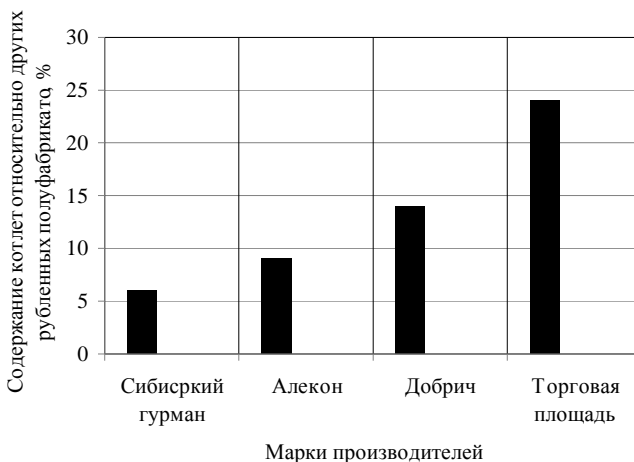


Рисунок 3 – Распределение видов полуфабрикатов по торговым маркам

Удобство в приготовлении, разнообразие ассортимента и относительно невысокая цена гарантируют замороженным полуфабрикатам из теста стабильный спрос на российском рынке.

### Список литературы

1. Кузьмичева, М. Б. Российский рынок мясных полуфабрикатов в условиях кризиса / М. Б. Кузьмичева // Мясная индустрия. 2009. № 5. С. 8-9.
2. Кузнецова, Н. А. Рынок рубленых полуфабрикатов / Н. А. Кузнецова // Новости торговли. 2008. № 12. С. 43-44.

# ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

*Д.Н. Катусов*

*САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Н.И. ВАВИЛОВА*

Консервированием называют специальную обработку пищевых продуктов для предотвращения их порчи при длительном хранении.

В настоящее время существует множество разнообразных способов консервирования продуктов, таких как тепловая пастеризация и стерилизация; применение электрического тока высокой частоты, ионизирующего либо ультрафиолетового излучения, использование антибиотиков (бактерицидных веществ, продуцируемых живой клеткой) и антисептиков, то есть веществ, ядовитых для микроорганизмов (например, бензоата натрия, озона, перекиси водорода, сорбиновой кислоты и её производных), и т.п.

Однако любой способ консервирования продуктов, как правило, ухудшает их качество и потребительские свойства, а порой и делает их непригодными для питания, ядовитыми для организма, как, например, в случае использования антисептиков. Лучшим способом консервирования следует признать тот, при котором возможно более длительное хранение продукта при незначительных изменениях его качественных свойств. Этим требованиям отвечает обработка продуктов сверхвысоким давлением. Этот способ уничтожает большинство бактерий и ферментов, вызывающие распад и гниение, сохраняя при этом питательные вещества, в том числе и все витамины. Это, по мнению североирландских, немецких и американских ученых, поможет навсегда покончить с химическими консервантами.

Давление, о котором идет речь, действительно впечатляет – до 12 тонн на один квадратный сантиметр. Суть обработки заключается в том, что продукты питания помещаются в специальную камеру высокого давления, полностью окруженную водой, затем подается давление. Продукты при этом не раздавливаются, а полностью сохраняют свою форму потому, что вокруг и внутри них создается абсолютно равномерное давление. Впервые использовать высокое давление для обработки продуктов предложил Vert Nite еще в 1899 г.; однако, более

детально данный метод стал объектом исследований лишь в течение последних 25 лет.

При обработке давлением уничтожаются многие патогенные микроорганизмы, что продлевает срок годности продуктов, в то время как цвет, вкус и содержание витаминов в них не изменяются. Губительный эффект высокого давления на вегетативные формы микроорганизмов обусловлен разрушением клеточных мембран и инактивацией ключевых ферментов, необходимых для их жизнедеятельности. Однако, некоторые штаммы *микроорганизмов* относительно устойчивы к действию высокого давления, в то время как остальные штаммы достаточно чувствительны.

На восприимчивость микроорганизмов к высокому давлению влияют многие факторы, и, прежде всего, это вид микроорганизма, форма (вегетативная или споры), фаза деления и пищевой продукт, на котором они находятся. Непроросшие бактериальные споры чрезвычайно устойчивы к действию высокого давления и могут выживать при давлении свыше 1000 МПа при комнатной температуре более 1 часа. Относительно низкое давление (ниже 300 МПа) запускает процесс прорастания спор. Для борьбы со спорами может быть использована двухстадийная (циклическая) обработка давлением. Первый этап низкого давления инициирует прорастание спор. Второй этап под высоким давлением убивает проросшие споры. Для достаточно полного уничтожения спор требуется много времени, что ограничивает применение данного метода. Перспективным методом промышленной обработки продуктов, является одновременное использование тепла и давления. Первоначальная температура, используемая при обработке продуктов, обычно достигает 90-100°C. При повышении давления вследствие адиабатного нагревания температура продукта увеличивается до 3-9°C на каждые 100 МПа, в зависимости от продукта. При такой обработке вкус и пищевая ценность продуктов страдают меньше, чем при традиционном автоклавировании.

Состав продуктов питания значительно влияет на чувствительность микроорганизмов к давлению. Белки и углеводы могут оказывать защитное действие на бактерии и способствовать более быстрому восстановлению поврежденных клеток.

Большинство микроорганизмов более чувствительны к воздействию высокого давления в кислой среде, и выживаемость поврежденных давлением клеток ниже в кислой среде.

Высокое давление модифицирует белки пищевых продуктов, что дает предпосылку для разработки новых блюд. Однако широкое использование метода сдерживается высокой стоимостью оборудования,

но более высокое качество продуктов при обработке давлением делает этот метод весьма перспективным.

## **ПРОИЗВОДСТВО ПЕСОЧНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ И РИСОВОЙ МУКИ**

*Л.А. Козубаева, С.С. Кузьмина, М.Н. Вишняк*

*ГОУ ВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

В современной промышленности для производства мучных кондитерских изделий в основном используют муку, полученную из зерна пшеницы и ржи. В муке из этого зерна, содержатся белковые вещества, способствующие образованию клейковины [1]. К таким белковым веществам относится глютен, который является нерастворимым в воде комплексом белков с малым содержанием липидов, сахаров и минеральных веществ. Употребление мучных изделий, содержащих глютен, может привести к заболеванию целиакия [2].

Медикаментов для лечения целиакии не существует. Единственный путь для больных целиакией пожизненно соблюдать безглютеновую диету, предусматривающую полное исключение продуктов, содержащих в своем составе пшеницу, рожь, ячмень и овес. В некоторых случаях диета предусматривает дополнительное исключение из рациона больных лактозы и аллергенов [3]. В связи с этим всё большую актуальность приобретает проблема обеспечения населения отечественными безглютеновыми мучными изделиями.

На кафедре "Технология хранения и переработки зерна" Алтайского государственного технического университета имени И.И. Ползунова были разработаны рецептуры песочного полуфабриката из рисовой, гречневой и смеси рисовой и гречневой муки в различном соотношении для питания больных, страдающих целиакией. Для этого выпекали безглютеновый песочный полуфабрикат из рисовой и гречневой муки, а также их смеси в различном соотношении для приготовления пирожных корзиночка.

Приготовление песочного полуфабриката из рисовой и гречневой муки осуществлялось на эмульсии, состоящей из всех рецептурных компонентов кроме муки, которая вносилась при замесе теста. После



выпечки было отмечено, что готовые изделия не удерживали придаваемую форму и легко ломались. Кроме того, песочные полуфабрикаты имели ярко выраженный привкус и запах сливочного масла.

В связи с этим возникла необходимость исследования влияния различного количества сливочного масла на качество готового песочного полуфабриката. Для этого содержание сливочного масла в тесте уменьшали на 20 %, 40 % и 60 %.

Было отмечено, что уменьшение количества сливочного масла на 20 % не привело к улучшению качества песочных полуфабрикатов как из рисовой муки, так и из гречневой. Изделия не удерживали придаваемую форму и легко ломались. В полуфабрикатах сохранялся выраженный привкус и запах жира.

Сокращение жира на 40 % и 60 % способствовало получению изделий правильной формы. Вкус и запах масла в изделиях стал менее выраженным. Однако снижение жира на 60 % привело к уплотнению изделий, что ухудшало органолептическую оценку.

В ходе исследований было выявлено, что влажность изделий увеличивалась с уменьшением дозировки сливочного масла. Это связано с тем, что при снижении содержания сливочного масла увеличивали количество воды на замес теста.

Следует отметить, что влажность всех изделий не превышала значения, регламентируемого требованиями нормативной документации.

Щелочность изделий не изменялась и составила 0,6 градусов.

Таким образом, наилучшими органолептическими и физико-химическими показателями обладали безглютеновые песочные полуфабрикаты из рисовой и гречневой муки, полученные по рецептуре, предусматривающей внесение сливочного масла в количестве 60 % от рецептурного содержания.

На основании проведенных исследований при приготовлении песочных полуфабрикатов из смеси рисовой и гречневой муки сливочное масло вносили в количестве 60 % от рецептурного содержания. Смесь муки составляли на основании процентного соотношения рисовой и гречневой муки, а именно: 20:80; 40:60; 50:50; 60:40; 80:20.

Органолептическая оценка изделий показала, что полуфабрикаты из смеси рисовой и гречневой муки имели правильную форму, придаваемую выемками. С увеличением доли гречневой муки в смеси изделия приобретали более ярко выраженные привкус и запах гречихи. С уменьшением процентного содержания гречневой муки в смеси в изделиях усиливался рисовый привкус и запах.

Физико-химические показатели качества песочного полуфабриката из смеси рисовой и гречневой муки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Значение показателя				
	Соотношение рисовой и гречневой муки в смеси, %				
	20:80	40:60	50:50	60:40	80:20
Влажность, %	3,7	3,7	4,1	4,2	4,3
Щелочность, град	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

В мучных кондитерских изделиях не маловажным является содержание массовой доли сахара и массовой доли жира. Поэтому в работе осуществляли определение этих показателей в песочном полуфабрикате из рисовой, гречневой и смеси рисовой и гречневой муки. Значения этих показателей представлены в таблице 2. Для сравнения результатов исследования проводили определение массовой доли сахара и массовой доли жира в песочном полуфабрикате, приготовленном из пшеничной муки.

Таблица 2

Наименование показателя	Песочный полуфабрикат			
	из пшеничной муки (контроль)	из рисовой муки	из гречневой муки	из смеси рисовой и гречневой муки
Массовая доля сахара, %	22,3	24,5	26,6	25,5
Массовая доля жира, %	16,5	15,8	17,0	16,5

На основании полученных данных можно отметить, что массовая доля сахара в песочных полуфабрикатах из рисовой, гречневой и смеси рисовой и гречневой муки увеличилась. Это можно объяснить тем, что в рисовой и гречневой муке содержится больше сахаров, чем в пшеничной.

Массовая доля жира в песочных полуфабрикатах из рисовой муки снизилась, а из гречневой муки и смеси рисовой и гречневой муки увеличилась, по сравнению с песочным полуфабрикатом из пшенич-

ной муки. Это связано с тем, что в рисовой муке содержится меньше, а в гречневой муке большее количество жиров по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, по результатам органолептических и физико-химических показателей можно сделать вывод о том, наилучшие изделия были получены из смеси рисовой и гречневой муки в соотношении 50:50 и 60:40 с содержанием сливочного масла 60 % от рецептурного количества. Следовательно, возможно производство мучных кондитерских изделий из гречневой, рисовой муки, а также из их смеси, что позволит восполнить недостаток отечественных безглютеновых продуктов.

### **Список литературы**

1. Кузнецова, Л.С. Технология и организация производства кондитерских изделий: учебник для сред. проф. образования / Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006.

2. Греко, Л. Эволюция целиакии / Л. Греко // Жизнь без глютена. 2006. № 3. С. 6-7.

3. Ревнова, М.О. Аллергические заболевания и целиакия: механизмы соприкосновения и различия/ М.О. Ревнова // Жизнь без глютена. 2006. № 3. С. 4-6.

## **ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН ЛЬНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ ХЛЕБОБУ ЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

***С. И. Конева***

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Лён – одна из древнейших сельскохозяйственных культур известных человеку. Его возделывание началось еще в эгейский период. В дальнейшем лен получил распространение в Греции и Риме, где из тканей, выработанных из льняной пряжи, изготовляли одежду, предметы военного снаряжения, постельные принадлежности.

В России лен известен со второго тысячелетия до нашей эры. На протяжении многих веков лён одевал и кормил людей. И если говорят,

что хлеб всему голова, то будет справедливо сказать, что лён – всему душа. Лён был всегда особой культурой на Руси, он кормил, лечил, согревал телесно и душевно. Семена льна имеют высокую пищевую ценность, содержат значительное количество макро- и микроэлементов и концентрируют селен. Содержание магния в 100г семян льна практически в четыре раза превышает содержание данного макроэлемента в таком же количестве зерна пшеницы и полностью восполняет суточную потребность. Семена льна особенно богаты калием, которого в них содержится примерно в 2,5 раз больше, чем в зерне пшеницы. В 100 г семян льна содержится в 1,2 раза больше тиамина и в 1,5 раза больше рибофлавина, чем в 100 г зерна пшеницы.

Белки семян льна по аминокислотному составу более полноценные, чем белки пшеничной муки и могут дополнять последние, повышая ценность хлебобулочных изделий. Так при употреблении 100 г семян льна на 93% удовлетворяется потребность в триптофане, практически на 80% - в фенилаланине и тирозине и на 72% - в валине. Единственной лимитирующей аминокислотой в семенах льна является лизин и 100 г семян льна покрывает потребность взрослого человека в данной аминокислоте на 23%.

Полисахариды льняного семени представляют практический интерес, так как могут выступать в качестве водоудерживающих агентов, текстураторов и связующих веществ в производстве хлебобулочных изделий, оказывая при этом протекторное действие на пищеварительную систему.

Семена льна являются самым богатым растительным источником полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) –  $\alpha$ -линоленовой (омега-3) и линолевой кислоты (омега-6).

В связи с вышеизложенным, нами были проведены исследования по изучению возможности использования продуктов переработки семян льна (льняной муки и льняного масла) при производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

Для реализации поставленной цели были разработаны рецептуры хлеба с добавлением льняной муки и льняного масла в количестве от 2 до 8 % к массе пшеничной муки. Хлеб выпекали опарным и безопарным способом. Влияние добавления льняной муки на качество хлеба представлено в таблице 1.

Установлено, что с увеличением дозировки льняной муки влажность хлеба увеличивалась. Очевидно, добавление льняной муки повышало водопоглотительную способность смеси. Увеличение водопоглотительной способности смеси, вероятно, связано с тем, что часть углеводов льняной муки представлена растворимыми в воде полисахара-

ридами – пентозанами. Они способны легко пептизироваться в воде с образованием вязких гелей. Данный фактор в дальнейшем можно использовать для увеличения выхода хлеба с добавлением льняной муки.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества хлеба с добавлением льняной муки

Наименование показателя	Характеристика показателя				
	контроль	образец с добавлением 2 % льняной муки	образец с добавлением 4 % льняной муки	образец с добавлением 6 % льняной муки	образец с добавлением 8 % льняной муки
Влажность, %	40,0	43,0	44,0	44,5	45,0
Кислотность, град	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Пористость, %	69,0	68,0	66,0	65,0	63,0
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,45	2,45	2,40	2,33	2,25

Снижение значения пористости и удельного объема, отмечающееся при увеличении дозировки льняной муки, связано со значительным содержанием частиц оболочек семян льна, под действием которых и происходит уплотнение структуры мякиша, а также с укрепляющим действием ПНЖК льняной муки на белково-протеиназный комплекс смеси. ПНЖК, вносимые с льняной мукой, влияют на процессы формирования клейковинных белков при образовании теста. Гидропероксиды, образующиеся при окислении непредельных жирных кислот, таких как линолевая и линоленовая, кислородом воздуха, окисляют сульфгидрильные группы белков с образованием дисульфидных связей, обуславливающих упрочнение структуры белковой молекулы.

Большое влияние льняная мука оказывала на такие органолептические показатели, как цвет мякиша и вкус хлеба. По сравнению с контрольным образцом, добавление 4,0 % льняной муки придало мякишу сероватый цвет с вкраплениями частиц оболочек льна. При добавлении 6,0 % появлялся своеобразный приятный привкус и аромат льняной муки. А вот добавление 8,0 % льняной муки, несмотря на усиление приятного льняного аромата хлеба, привело к значительному потемне-

нию мякиша, к тому же при разжевывании явно ощущались частицы оболочек. Поэтому добавление льняной муки исследуемой крупности более 6,0 % к массе пшеничной муки нецелесообразно.

Результаты, представленные в таблице 2, демонстрируют значительное влияние льняного масла на улучшение физико-химических показателей качества хлеба. Во всех образцах наблюдалось увеличение кислотности, пористости и удельного объема по сравнению с контролем. Влияние льняного масла на органолептические показатели хлеба не однозначно. Так, все выпеченные образцы имели правильную форму, ровную светло-коричневую корочку, эластичный мякиш, мелкую, тонкостенную, равномерную пористость. Цвет мякиша с увеличением дозировки льняного масла приобретал все более выраженный желтоватый оттенок. Что касается вкуса хлеба, то можно отметить, что добавление льняной муки более 4% придавало хлебу своеобразное, не привычное для потребителя послевкусие.

Сравнительный анализ пищевой и энергетической ценности хлеба из пшеничной муки 1 сорта и хлеба с рекомендуемыми дозировками льняной муки и льняного масла, представленный в таблице 3, свидетельствует о повышении пищевой ценности хлеба при добавлении продуктов переработки семян льна.

Таким образом, проведенные исследования показали, что наиболее целесообразным при приготовлении хлеба является добавление 6% льняной муки и 4% льняного масла, что позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

Таблица 2 — Физико-химические показатели качества хлеба с добавлением льняного масла

Наименование показателя	Характеристика показателя				
	контроль	образец с добавлением 2 % льняного масла	образец с добавлением 4 % льняного масла	образец с добавлением 6 % льняного масла	образец с добавлением 8 % льняного масла
Влажность, %	41,0	42,5	41,5	42,0	42,0
Кислотность, град	2,0	3,0	3,0	3,1	3,2
Пористость, %	69,0	69,0	70,0	71,0	72,0
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,45	2,74	2,88	3,21	3,27

Таблица 3 — Пищевая ценность хлеба

Содержание веществ в 100 г	Хлеб из пшеничной муки 1 сорта	Хлеб из пшеничной муки 1 сорта с добавлением 6 % льняной муки	Хлеб из пшеничной муки 1 сорта с добавлением 4 % льняного масла
Белки, г	7,63	10,75	11,52
Жиры, г	1,3	3,42	4,97
Углеводы усвояемые, г	50,15	63,52	67,56
Углеводы неусвояемые, г	4,40	5,46	4,46
Минеральные элементы, мг			
К	129,00	224,31	194,13
Са	23,00	40,49	31,64
Mg	33,0,	66,46	46,81
Fe	1,20	5,55	2,28
Витамины, мг	1,75	2,70	3,01
Энергетическая ценность, ккал	361,00	328,04	364,73

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗЫ ВНЕСЕНИЯ ЯГОДНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СГУСТКА МОЛОКА

*М.П. Щетинин, О.В. Кольтюгина., А.А. Косынкина*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Важное место в рационе питания человека занимают молоко и молочные продукты.

«Молоко,— писал академик И. П. Павлов,— это изумительная пища, приготовленная самой природой». Установлено, что этот продукт содержит свыше ста ценнейших компонентов. Молоко содержит все без исключения питательные вещества, необходимые организму человека. Одно из наиболее отличительных и важных свойств молока как продукта питания — его высокая биологическая ценность и усвоя-

емость, благодаря наличию полноценных белков, молочного жира, минеральных веществ, микроэлементов и витаминов [1, 3].

Однако в рационе современного человека наблюдается недостаток потребления пектина, органических кислот и витаминов, что приводит к скрытому хроническому дефициту витаминов - гиповитаминозу, представляющему весьма серьезную опасность для здоровья. Недостаток потребления органических кислот увеличивает вероятность кишечных инфекций.

Поэтому необходимо как можно шире использовать лечебно-профилактические свойства плодовых и ягодных растений. Один из путей решения проблемы улучшения качества продуктов питания и расширения сырьевой базы для перерабатывающей промышленности – использование сырья произрастающего на территории Алтайского края.

Плоды и ягоды являются источником биологически активных веществ, особенно макро- и микроэлементов, витаминов и органических кислот, которые содержатся в них в легко усвояемой форме и в оптимальных для человеческого организма соотношениях. Они могут обеспечить около половины суточной потребности человека в витаминах и микроэлементах, а также являются прекрасным сырьем для пищевой промышленности [5].

Смородина относится к роду растений из монотипного семейства Крыжовниковые, порядка двудольных цветковых растений Камнеломкоцветные. Включает около 150 видов. До 50 видов распространены в Европе, Азии и Северной Америке.

Смородина – одна из основных ягодных культур в Сибири, как и во многих регионах России.

Сибирь является генцентром многих видов смородины, в том числе и уникального зимостойкого сибирского подвида смородины черной *Ribes nigrum ssp. sibirica* и самоплодного, зимостойкого вида *Ribes dikuscha*. Сибирь многие называют «царством смородины».

Селекционерами Научно-исследовательского института садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко выведено 77 сортов смородины черной, 38 из них были районированы в разные годы, 25 входят в настоящее время в Госреестр. Лучшие алтайские сорта были районированы во многих регионах России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Литвы, Латвии, Эстонии [4].

Полезные свойства, которыми обладают ягоды смородины обусловлены наличием в них витаминов С, Р, группы В, каротиноидов, органических, фенолкарбоновых, пектиновых и дубильных веществ, флавонолов, катехинов, эфирного масла, более 17 микро- и макроэле-



ментов. По содержанию витамина С смородина превосходит все отечественные плодовые и ягодные культуры. Для обеспечения суточной потребности человека в аскорбиновой кислоте достаточно около 20 ее ягод. Смородина применяется для профилактики и лечения авитаминозов и гиповитаминозов, при гипохромной анемии, атеросклерозе, парадантозе, гипертонии, нервных расстройствах, заболеваниях печени, желудка.

В ягодах смородины содержание моносахаров составляет от 5,1 до 11,6 %, сахарозы до 2,7%, пектина – до 2,16 %, витамина С – от 80,78 до 132,6 мг%, общая кислотность от 1,90 до 3,66 % на сырой вес [2].

На кафедре технологии продуктов питания Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова проведены исследования по получению творога кислотным способом с добавлением ягод черной смородины Алтайских сортов.

Целью внесения ягодного компонента является увеличение кислотности молока для образования сгустка и изменение органолептических показателей творога.

Изменение кислотности молока, является основным фактором, влияющим на выделение сыворотки из сырной массы в процессе ее обработки. Как известно, белки в молоке находятся в набухшем состоянии и способны удерживать воду благодаря своей электроразряженности. При увеличении кислотности молока или добавлении кислоты электроразряженность белков снижается, и они теряют способность удерживать влагу, т.е. наступает дегидратация белков. Поэтому при прочих равных условиях, чем выше кислотность, тем интенсивнее отделение сыворотки от сгустка [6].

В качестве ягодного компонента использовались пюре, сок и измельченная, после замораживания, черная смородина, сорт «Наташа», выведенный селекционерами Научно-исследовательского института садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко.

На первом этапе исследования планировалось определить дозу вносимого ягодного компонента в интервале от 5 до 25 % с шагом 5 %. В молоко вносили закваску и ягодный компонент и сквашивали при температуре 34 °С до образования сгустка. Сгусток разрезали и нагревали до 60 °С, для лучшего отделения сыворотки, в течение 1 часа. Затем определяли выход и кислотность творога в градусах Тернера. Результаты проведенных исследований представлены на рисунках 1 и 2.

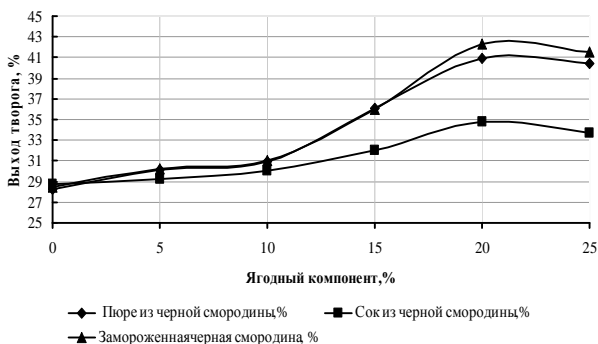


Рисунок 1 – Зависимость выхода творога от вида и количества ягодного компонента

Из графика рисунка 1 видно, что при внесении ягодного компонента в количестве 15 и 20 % выход творога увеличивается, а при добавлении 25 %, начинает снижаться.

Анализируя органолептические показатели можно сказать, что количество ягодного компонента оказывает влияние на качество полученного творога. Образцы с содержанием ягодного компонента 5 % имеют кремовый цвет, слабо выраженный ягодный вкус, зерно жесткой консистенции.

При дозе ягодного компонента 10 и 15 % образцы яркого розово-сиреневого цвета, со вкусом черной смородины. Зерно достаточно мягкое по консистенции.

При внесении ягодного компонента более 20 % к массе молока снижаются органолептические свойства продукта. Он приобретает сероватый цвет, рыхлую консистенцию и ярко выраженный кислый ягодный вкус.

Творог с добавлением 25% ягодного компонента яркого цвета, с выраженным кислым ягодным вкусом. Зерно бесформенное, мягкое и на вкус водянистое.

По итогам проведенной работы определили, что при увеличении дозы вносимого ягодного компонента качество зерна снижается. Причина заключается в том, что ягодный компонент содержит в себе много влаги. Дополнительная влага, внесенная до образования сгустка, увеличивает расстояние между белками молока, что препятствует об-

разованию прочного сгустка. Следовательно, увеличение процентного содержания ягодного компонента не целесообразно, так как снижается возможность образования сгустка требуемого качества.

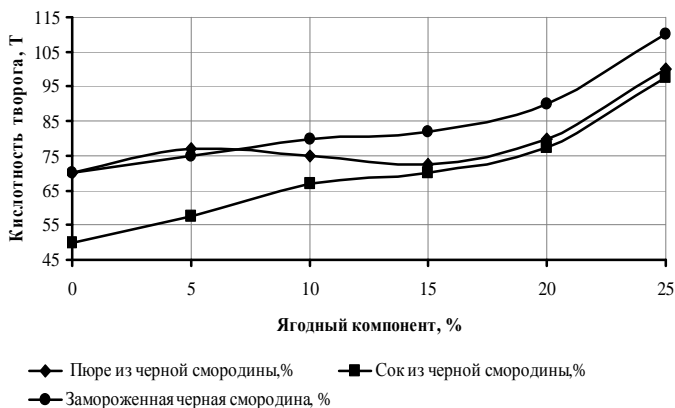


Рисунок 2 – Зависимость кислотности творога от вида и количества ягодного компонента

Из графика, представленного на рисунке 2, видно, что кислотность творога повышается при увеличении процентного содержания ягодного компонента, не зависимо от способа предварительной обработки компонента.

Проведенные исследования показали, что при добавлении продуктов переработки ягод черной смородины, возможно изменить кислотность молока и увеличить выход творога. По результатам первой серии экспериментов максимальный выход творога при внесении измельченной замороженной ягоды черной смородины. Лучшие органолептические показатели были у образцов с дозой внесения ягодного компонента 10 % и 15 %.

### Список литературы

1. Диланян, З.Х. Сыроделие. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 280 с.
2. Каталог. Плодовые, ягодные и декоративные культуры Барнаула, 2005.

3. Крусъ, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусъ, А.Г. Храмцова. – М.: Колос, 2002.
4. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / РАСХН Сиб. отд-ние. ГНУ НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск: ООО «Юпитер», 2005 – 568 с.
5. Рязанова, О.А. Использование местного растительного сырья в производстве обогащенных продуктов / О.А. Рязанова, О.Д. Кириличева // Пищевая промышленность. 2005. №6. С. 72 – 73.
6. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева, Г.Г. Шилер. – М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.

## **АРБУЗНЫЕ СЕМЕНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧЕНЬЯ**

***В.Г. Курцева, Л.В. Белячкова***

***ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»***

В настоящее время большим спросом у населения пользуются мучные кондитерские изделия, которые в структуре рынка кондитерских изделий России занимают 54%. В связи с этим, актуальным является снижение их сахароёмкости, обогащение белком, витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами. В условиях несбалансированного питания населения приоритетным направлением решения задачи расширения ассортимента кондитерских изделий для диетического и лечебно-профилактического питания является создание рецептур и технологии изделий, обогащенных источниками биологически активных веществ, полученными из вторичных ресурсов переработки растительного сырья. С этих позиций интерес представляют арбузные семена, являющиеся вторичными продуктами промышленной переработки ягод арбуза при производстве варенья, меда, сока, пастилы, цукатов, фруктового пюре. В среднем выход арбузных семян составляет 0,7-3,5% от массы арбуза. Их применение перспективно, так как они содержат в своем составе комплекс таких физиологически активных ингредиентов, как белки, липиды, пищевые волокна и минеральные вещества. В семенах арбуза так же содержатся каротиноиды, токоферолы, витамины группы В (тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота, фолиевая кислота), широкий набор макро- и микро-

элементов, в т. ч. цинк, селен, и полиненасыщенные жирные кислоты. Из арбузных семян вырабатывают препарат Рабиол, БАД «Арбузол», которые прописывают при цистите, уретрите, хроническом гломерулонефрите, пиелонефрите, почечной болезни. Также снижаются патологические изменения кожи при дерматите, псориазе и себорее. Все это и определяет целесообразность исследований в направлении использования продуктов переработки семян арбуза в качестве источника физиологически ценных веществ при производстве кондитерских изделий. Для убедительности в таблице 1 приведены данные химического состава семян арбуза.

В Алтайском государственном техническом университете им. И.И.Ползунова проводятся исследования по разработке новых кондитерских изделий лечебно-профилактического назначения. В качестве объектов нами были выбраны сдобное песочно-выемное, сахарное и затяжное печенье. В работе использовали порошок из семян арбуза, полученный в лабораторных условиях путем их измельчения. Нами были разработаны рецептуры и технологии печенья, в которое вводили порошок из семян арбуза в количестве 5, 10, 15, 20 и 25% взамен пшеничной муки первого сорта. В качестве контрольного образца были использованы сдобное песочно-выемное печенье «Круглое», сахарное печенье «Шахматное» и затяжное печенье «Спорт» из сборника рецептур [2].

Выпеченное охлажденное печенье анализировали органолептически: оценивали форму, поверхность, цвет, вкус и запах, его вид в изломе. Были проведены физико-химические анализы: влажность, содержание сахара и жира, намокаемость, щелочность, зольность и водопоглотительная способность.

С увеличением количества добавляемого порошка привкус печенья становится более сильным и насыщенным. Структура печенья становится менее пористой, слоистой и более плотной.

Поверхность печенья также изменяется в зависимости от количества добавляемого порошка из арбузных семян. Чем больше добавляли этого порошка, тем поверхность становилась более шероховатой и сильнее виднелись вкрапления от него.

Цвет печенья при увеличении дозировки порошка становится более темным, при внесении уже 10 % порошка цвет значительно изменяется и окраска становится темно-коричневой.

Это объясняется тем, что порошок имеет темную окраску, но также в нем содержатся сахара, которые при выпечке вступают в реакцию меланоидинообразования, и тоже влияют на цвет печенья.

При анализе было обнаружено, что количество добавляемого порошка из арбузных семян влияет на намокаемость печенья. С увеличением дозировки вводимого порошка стала повышаться намокаемость.

Количество добавляемого порошка из арбузных семян увеличивает общее содержание сахара в готовом печенье. Это связано с тем, что в порошке содержатся моно- и дисахариды, которые добавляются при замесе теста и увеличивают содержание общего сахара в готовом печенье. Было определено, что с увеличением добавления порошка из арбузных семян влажность готового печенья понижается, это объясняется более низким показателем влажности у нашего порошка, чем у муки первого сорта.

Установлено, что от содержания порошка практически не зависит щелочность печенья, массовая доля жира и зольность.

Таблица 1 - Химический состав семян арбуза

Наименование компонента	Значение
Белки, г	0,6
Жиры, г	0,1
Углеводы, г	5,8
Пищевые волокна, г	0,4
Органические кислоты, г	0,1
Вода, г	92,6
Моно- и Дисахариды, г	5,8
Зола, г	0,4
Витамины:	
Бэта-каротин, мг	0,1
Витамин А (ретинол), мкг	17
Витамин В <sub>1</sub> (тиамин), мг	0,04
Витамин В <sub>2</sub> (рибофлавин), мг	0,06
Витамин В <sub>6</sub> (пиридоксин), мг	0,09
Витамин В <sub>9</sub> (фолиевая кислота), мкг	8
Витамин С (аскорбиновая к-та), мг	7
Витамин Е (токоферол), мг	0,1
Витамин РР, мг	0,3
Минеральные вещества:	
Кальций, мг	14
Магний, мг	12
Натрий, мг	16
Калий, мг	110
Фосфор, мг	7
Железо, мг	1

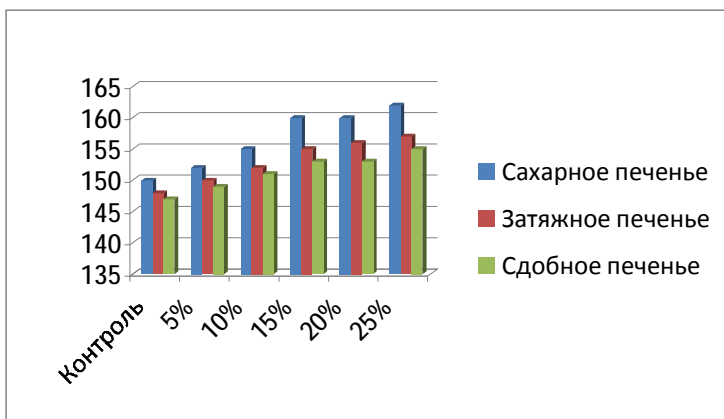


Рисунок 1 – Влияние различного количества порошка из арбузных семян на намокаемость печенья

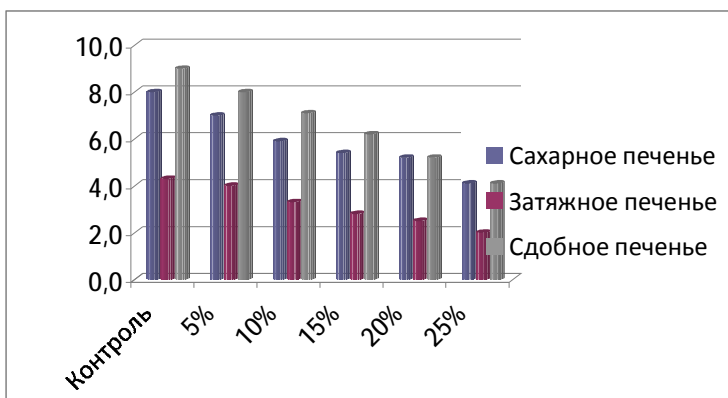


Рисунок 2 - Влияние количества порошка из арбузных семян на влажность печенья

Путем многократных пробных лабораторных выпечек печенья с добавлением порошка из арбузных семечек и проведенной дегустационной оценки полученных образцов было выбрано печенье, наиболее удовлетворяющее требованиям ГОСТ 24901-89, - с оптимальным добавлением для сдобного печенья 15% , для затяжного 5%, и для сахарного 10% порошка из семечек арбуза. Разное рекомендуемое количе-

ство вводимого порошка из семян арбуза объясняется различными реологическими и физико-химическими показателями для этих видов печени.

Таким образом, используемый порошок обогащает печень биологически активными веществами природного происхождения, необходимыми для ежедневной профилактики организма от болезней и вредных воздействий окружающей среды. Кроме того, предлагаемое печенье обладает высокой пищевой и энергетической ценностью, широким набором витаминов, что несколько отличает его от других видов мучных кондитерских изделий.

### Список литературы

1. Бесаганова, Л. Ф. Мучные кондитерские изделия пониженной калорийности / Л. Ф. Бесаганова, Ю. В. Иваницкая // Совершенная технология продуктов общественного питания. – Л.: 1989.
2. Рецептуры на печенье. – М.: МТРСФСР, 1988. – 247с.
3. ГОСТ 24901-89. Печенье. Общие технические условия.
4. Лекарственные растения / Н.И. Гринкевич, И. А. Баландина, В.А. Ермакова и др.; Под редакцией Н.И. Гринкевич. – М.: Высшая школа, 1991. – 398с.

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЗАГРУЗКИ МАТЕРИАЛА НА СТАБИЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ПНЕВОТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ

*К.А. Мухомад*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Пневматический способ перемещения сыпучих материалов достаточно широко распространен в различных областях пищевой, химической, строительной промышленности. Пневмотранспортом перемещают как штучные грузы, так и порошковые, зерновые, волокнистые и другие материалы. Отсутствие потери транспортируемого материала, простота и компактность пневмотранспортных установок – это одни из многих положительных моментов использования пневмотранспорта на производстве. Основным же недостатком пнев-



мотранспортных установок является, во многих случаях, высокий удельный расход энергии. Снизить энергозатраты можно уменьшением скорости транспортирования сыпучих материалов. Однако этот способ имеет один нюанс – уменьшение скорости транспортирования ниже определенного предела приводит к потере устойчивости процесса транспортирования, образованию "завалов" в материалопроводе. Анализ многочисленных работ в области пневмотранспорта, выполненных отечественными и зарубежными исследователями, позволяет сделать вывод о том, что единого критерия (критериев) устойчивости работы пневмотранспортной установки нет. Рассматривая пневмотранспортную установку как сложную систему взаимосвязанных элементов [1], можно выявить те или иные аспекты устойчивости пневмотранспорта. Компьютерное моделирование работы однотрубной нагнетающей пневмотранспортной установки позволило выявить некоторые закономерности влияния режима загрузки материала в материалопровод на стабильность процесса транспортирования.

Представим производительность питателя зависимостью

$$G_M = G_0 \cdot (1 - e^{-\alpha t}) + \Delta G_1 \cdot \sin(kt) + \Delta G_2(t), \quad (1)$$

где  $G_0$  – номинальная производительность, кг/с;

$t$  – время, с;

$\alpha$  – параметр, характеризующий задержку при пуске питателя;

$\Delta G_1$  – максимальное отклонение производительности от номинальной, кг/с;

$k$  – циклическая частота колебаний производительности, рад/с;

$\Delta G_2(t)$  – изменение производительности, носящее случайный характер, кг/с.

Уравнение (1) характеризует работу широкого класса питателей как непрерывного, так и периодического действия. Стоит заметить, что величины  $\Delta G_1$  и  $\Delta G_2$  на практике могут быть больше, чем  $G_0$ .

На рисунке 1 представлены три варианта уравнения (1): без учета колебаний производительности

$$G_M = G_0 \cdot (1 - e^{-\alpha t}), \quad (2)$$

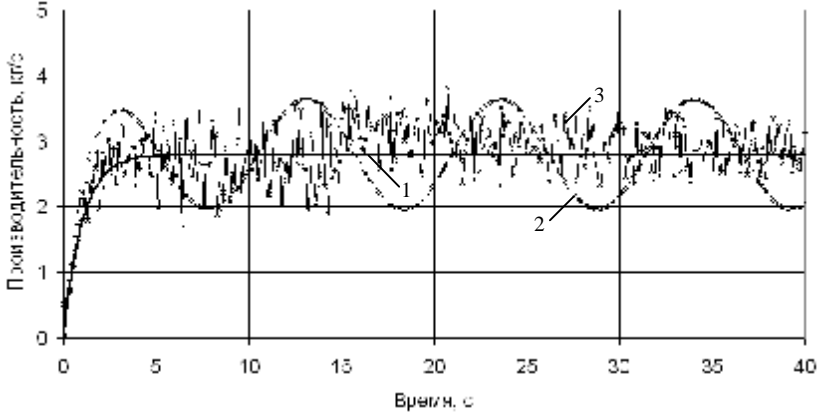
с учетом колебаний периодического характера (могут быть вызваны периодической подачей материала из дозатора в питатель, импульсной подачей воздуха в питатель и т.д.)

$$G_M = G_0 \cdot (1 - e^{-\alpha t}) + \Delta G_1 \cdot \sin(kt), \quad (3)$$

с учетом случайных факторов

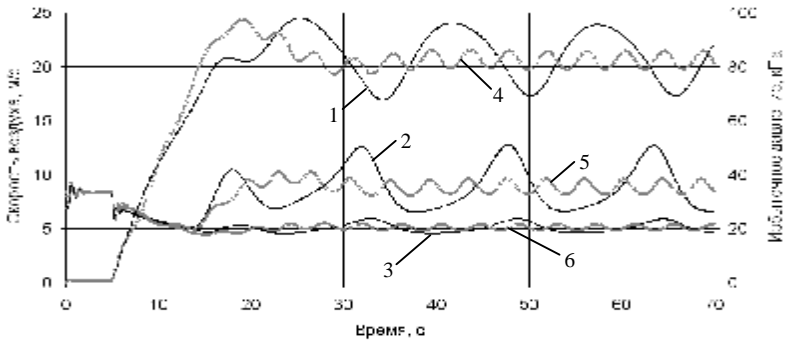
$$G_M = G_0 \cdot (1 - e^{-\alpha t}) + \Delta G_2(t). \quad (4)$$

С помощью разработанной физико-математической модели [1, 2] определялось влияние частоты колебаний производительности питателя на работу пневмотранспортной установки. На рисунке 2 представлены графики изменения избыточного давления и скорости воздуха с течением времени. Номинальная производительность питателя  $G_0 = 3 \text{ кг/с}$ , амплитуда колебаний производительности  $\Delta G_1 = 1 \text{ кг/с}$ .



1 – уравнение (2); 2 – уравнение (3); 3 – уравнение (4)

Рисунок 1 – Производительность питателя

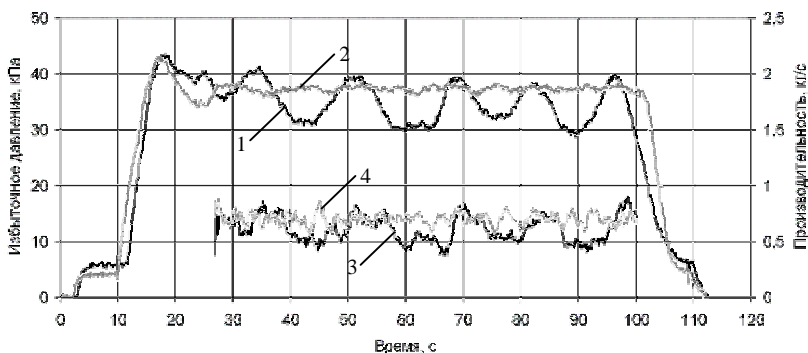


1 – давление при частоте  $k = 0,4 \text{ с}^{-1}$ ; 2 – скорость воздуха на выходе из материалопровода при  $k = 0,4 \text{ с}^{-1}$ ; 3 – скорость воздуха на входе в материалопровод при  $k = 0,4 \text{ с}^{-1}$ ; 4 – давление при частоте  $k = 1,5 \text{ с}^{-1}$ ; 5 – скорость воздуха на выходе из материалопровода при  $k = 1,5 \text{ с}^{-1}$ ; 6 – скорость воздуха на входе в материалопровод при  $k = 1,5 \text{ с}^{-1}$

Рисунок 2 – Колебания избыточного давления и скорости воздуха

Как видно из графиков на рис. 2, колебания производительности питателя сказываются на стабильности процесса пневмотранспортирования. Графики показывают, что изменением частоты  $k$  колебаний можно влиять на процесс переноса материалов. Уменьшение частоты  $k$  может приводить к потере устойчивости пневмотранспортной установки, особенно при малых расходах воздуха, и, как следствие, к "завалу". Моделирование работы пневмотранспортной установки позволило установить, что при разных длинах и диаметрах материалопровода, различных расходах воздуха и материала частота  $k$ , при которой колебания давления и расхода воздуха практически не происходит, различна и определяется скоростью транспортирующего воздуха.

Экспериментальные исследования, проведенные на горизонтальной трассе, где в качестве сыпучего материала использовалась мука, а для подачи материала в материалопровод использовался шнековый питатель типа ПШС, подтвердили влияние колебаний производительности питателя на процесс транспортирования муки (рис. 3). Увеличение частоты колебаний  $k$  приводило к стабилизации процесса – колебания давления и расхода воздуха были минимальными.



1 – изменение давления при малой частоте  $k$ ; 2 – изменение давления при большой частоте  $k$ ; 3 – колебания производительности питателя с малой частотой; 4 – колебания производительности питателя с большой частотой

Рисунок 3 – Экспериментальные зависимости избыточного давления и производительности питателя

Компьютерное моделирование работы нагнетательной пневмотранспортной установки и предварительные эксперименты позволяют сделать следующие выводы:

1) колебания производительности питателя в значительной степени влияют на процесс пневмотранспортирования;

- 2) при проектировании пневмотранспортных установок необходимо учитывать колебания производительности питателя;
- 3) при проектировании средств автоматики необходимо учитывать колебания, инициируемые питающими устройствами.

### Список литературы

1. Тарасов, В. П. Элементы теории работы однотрубной пневмотранспортной установки / В. П. Тарасов // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2005. № 5-6. С. 82-85.
2. Анализ работы однотрубной нагнетающей пневмотранспортной установки / К. А. Мухопад, А. В. Яковлев, В. П. Тарасов, К. Б. Кошелев // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск : Изд-во КрасГАУ, 2007. – № 6. – С. 184-191.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МУКИ

*Д.Н. Протопопов, Л.А. Козубаева,  
С.С. Кузьмина, С.В.Иванов*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

В течение двух последних столетий используются в основном один, иногда два или три основных компонента технологии – изменение температуры и давления, воздействующих на вещества, механическое или химическое диспергирование веществ (последнее называют также растворением) и катализ. Эти три компонента являются основополагающими и в современной технологии.

В последнее время начал формироваться новый компонент технологии, который теперь, очевидно, приобретает не меньшее значение, чем предыдущие три. Этот компонент – механическая активация вещества, и в первую очередь - активация большой механической энергией.

Механическая активация может быть осуществлена с помощью дезинтегратора.

Преимущества дезинтеграторов в том, что они имеют относительно малое энергопотребление, высокую эффективность помола, для них не требуется специальных фундаментов.

Дезинтегратор лабораторный (конструкции Иванова С.В.) состоит из корпуса цилиндрической формы и крышки, на которой установлен один из электродвигателей.

На вал электродвигателя насажен малый сменный ротор с пальцами, которые являются ударными элементами. Два кольцевых ряда пальцев малого ротора входят в кольцевые проточки между кольцевыми рядами пальцев большого ротора. Роторы имеют противоположное направление вращения. Большой ротор закреплён на валу, вращающемся в подшипниковом узле корпуса и приводимом посредством ременной передачи от второго электродвигателя.

Схема дезинтегратора представлена на рисунке 1.

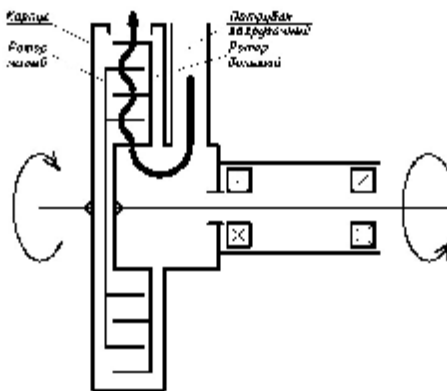


Рисунок 1 – Схема дезинтегратора лабораторного

Продукт поступает через загрузочный патрубок к валу большого ротора и за счёт инерционных сил проходит сквозь кольцевые ряды к периферии корпуса, подвергаясь многократному ударному воздействию пальцев. Траектория движения частиц представлена на рисунке 2.

Угол наклона ударной плоскости пальцев соответствует 25-32 градусам относительно плоскости, проходящей через ось вращения роторов. Зазор между рядами пальцев 2 мм. Окружная максимальная скорость пальцев малого и большого роторов равна 96 м/с (соответственно относительная скорость 192 м/с).

Главная задача дезинтегратора – это придавать обрабатываемым в них веществам новые свойства, активировать эти вещества. Обработка различных твёрдых веществ мощными, быстро следующими друг за другом ударами, естественно, вызывает и их диспергирование, необходимое для реализации многих технологических процессов.

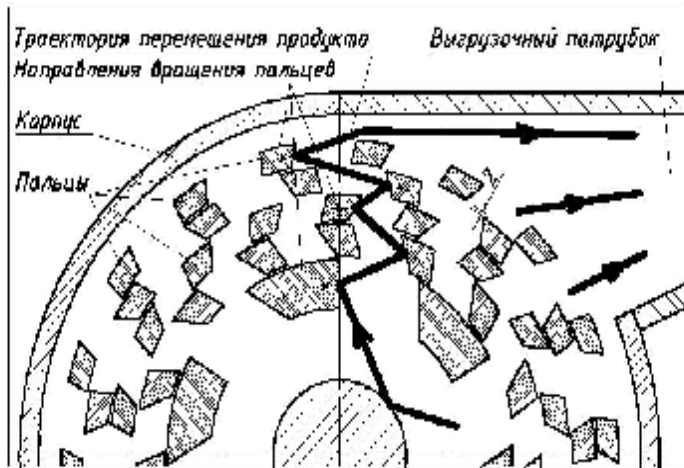


Рисунок 2 – Траектория движения частиц в дезинтеграторе

Водопоглощительная способность муки является важным показателем качества муки, она характеризует способность муки поглощать определенное количество воды при замесе для образования теста нормальной консистенции.

Известно, что вода в муке находится как в связанном, так и свободном виде. Другими словами, часть воды связана с мукой физико-химически (адсорбционно), а часть – только механически (структурная, капиллярная связь). Легкость удаления воды из муки зависит от вида её связи: вода, связанная механически удаляется легче. С целью изучения возможности перевода воды из механически связанной в адсорбционно-связанную форму проводили исследования дезинтегрирования увлажненной муки.

В исследованиях использовали муку высшего сорта с влажностью 14,0 %, водопоглощительная способность которой составляла 62 %. Для эксперимента готовили пробы муки с влажностью 17,5 %, 22,5 % и 26,5 % путем дополнительного увлажнения исходной муки. Затем все пробы подвергали механической активации на дезинтеграторе, после чего у муки определяли водопоглощительную способность. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Проба муки	Влажность муки, %	Водопоглотительная спо- собность муки, %
Исходная (без увлажнения)	14,0	62
С увлажнением	17,5	72
	22,5	76
	26,5	73

Как видно из таблицы, увлажнение муки перед дезинтегрированием приводило к значительному увеличению ее водопоглотительной способности. Вероятно, это объясняется тем, что попадая в дезинтегратор частица муки подвергалась многократному ударному воздействию пальцев, при этом увеличивалась общая поверхность вещества (происходило измельчение). На вновь образовавшейся поверхности в результате удара сосредотачивалась энергия особого вида, т.е. частица становилась активной. Эта энергия способствовала процессу проникновения молекул воды вглубь частиц муки (молекулы воды «вбивались» в структуру молекул белка). Кроме того, вода из механически связанной переходила в адсорбционно-связанную форму.

Таким образом, механическая активация способствует преобразованию (изменению) структуры материала посредством воздействия механических сил, придающих ему новые физические и химические свойства.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОБЕЗЖИРЕННОГО СЫРА ДЛЯ ПЛАВЛЕНИЯ**

***М.П. Щетинин, Е.В. Рожкова***

***ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»***

В условиях повышенного интереса современного общества к вопросам пищевой ценности продуктов питания пищевая отрасль в нашей стране постоянно сталкивается с определенными требованиями: высоким качеством продуктов и высокой экономичностью производства, оптимальным позиционированием на рынке. В связи с этим остро

стоит проблема улучшения качества продуктов питания, выбора полезных многофункциональных ингредиентов. И в то же время при выборе продуктов питания потребители все больше и больше отдают свое предпочтение продуктам с особыми и в то же время полезными свойствами. Это заставляет производителей искать новые интересные решения, создавать уникальные рецептуры.

Плавленные сыры пользуются стабильным спросом населения. Традиционное сырье для этих сыров производится в основном в летний период, а с середины зимы и до начала лета сырья недостаточно, поэтому цены на сырье высокие. Для производства плавленых сыров в зимний и весенний периоды дешевле использовать порошковое сырье, полученное из натурального молока и сыра.

В качестве сырья для вышеописанных плавленых сыров могут использоваться следующие ингредиенты: сухие сырные порошки, казеинат натрия, сухое обезжиренное молоко, сливочное масло или растительный жир. Для получения необходимого вкуса, текстуры и консистенции в рецептуру добавляются соли-плавители, стабилизаторы, соль, лимонная кислота, вкусовые и ароматические добавки [4].

Основным сырьевым компонентом, определяющим качественные показатели и стоимости плавленых сыров и сырных продуктов, являются твердые и полутвердые сыры. Однако в последние годы обеспечение производства плавленых сыров зрелыми сырами становится проблематичным. Этим объясняется постоянный интерес производителей плавленых сыров и сырных продуктов к натуральным, более дешевым компонентам и добавкам, позволяющим заменить в рецептурах плавленых сырных продуктов зрелые сыры. Для предотвращения ухудшения вкусовых показателей плавленых сырных продуктов с использованием незрелого сырья применяют натуральные ароматические добавки с концентрированным вкусом сыров с низкой температурой второго нагревания.

Основой плавленого сырного продукта будет служить обезжиренный сырный продукт для плавления, который получают из восстановленного сухого обезжиренного молока (СОМ). Существует ряд способов получения сгустка: сычужный, сычужно-кислотный, термокислотный, кислотный. В работе сгусток получают сычужно-кислотным способом [1].

Основная схема технологического процесса производства обезжиренного сырного продукта для плавления предусматривает проведение дополнительных технологических операций по приготовлению молочно-растительной смеси: восстановление сухого обезжиренного молока, приготовление суспензии с овощным наполнителем.



Широкое применение СОМ при производстве молочных и молочносодержащих продуктов обуславливает повышение требований к его качеству. В процессе получения сырного продукта качество СОМ оказывает значительное влияние на органолептические свойства, структуру и консистенцию, микробиологические показатели продукта.

Качество СОМ оценивается комплексом физико-химических показателей (массовая доля белка, жира, влаги, лактозы, титруемая кислотность, индекс растворимости, механическая загрязненность) и микробиологических. От них зависят такие характеристики СОМ, как скорость и полнота растворения, сохранность и термостабильность белковой фазы, срок годности [2, 3].

Как показали наши исследования, выход и качество готового продукта напрямую зависит от дозы СОМ и кислотности сгустка. Под качеством продукта мы понимаем коэффициент выхода, так как чем больше выход, тем больше содержание белка, при одинаковом содержании влаги не более 55 %. Коэффициент выхода – это отношение выхода продукта к дозе СОМ.

На рисунке 1 установлена зависимость выхода и качества продукта от дозы СОМ: при увеличении содержания СОМ выход продукта увеличивается. Коэффициент выхода в свою очередь увеличивается до определенного значения 1,21 при дозе СОМ 20 % и начинает падать до 1,2 при 25%.

Анализируя рисунок 2 можно отметить, что с увеличением дозы СОМ происходит рост титруемой кислотности сгустка. При составлении зависимости коэффициента выхода от титруемой кислотности результат оказался следующим: при кислотности 49 °Т коэффициент выхода достигает максимального значения 1,21.

В ходе разработки технологии обезжиренного сырного продукта для плавления было высказано предположение о возможном увеличении выхода и качества продукта. Для проверки этой гипотезы СОМ восстанавливали до массовой доли сухих веществ 10 %, 15 %, 20 % и 25 %.

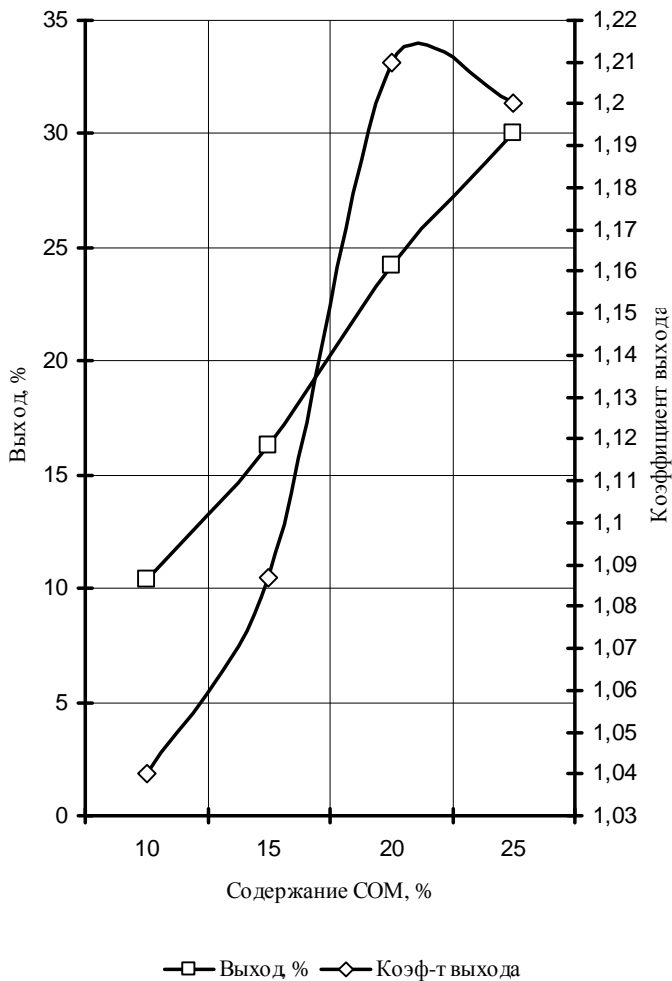


Рисунок 1 – Влияние дозы сухого обезжиренного молока на выход и качество продукта

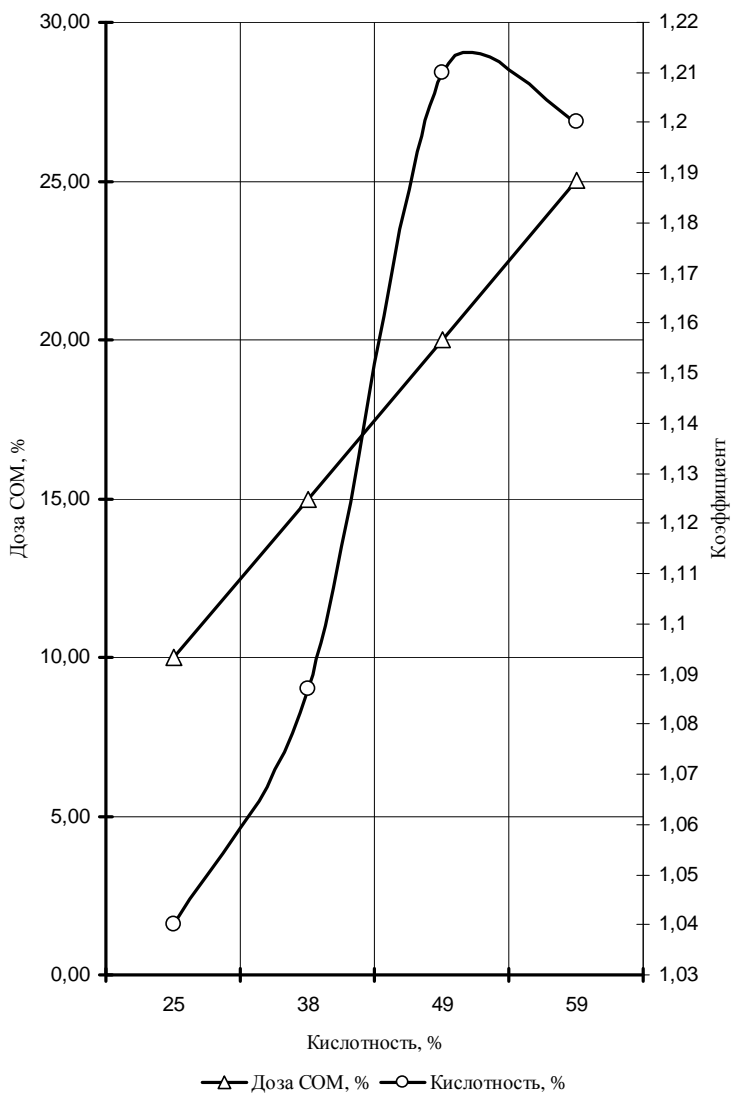


Рисунок 2 – Влияние кислотности сгустка на выход продукта

Анализ полученных результатов позволил сделать заключение, что оптимальная доза СОМ будет составлять 20 % от общего объема при кислотности сгустка 49 °Т.

Следующим этапом будет внесение овощного пюре при разных условиях: перед образованием сгустка, перед резкой сырного зерна, непосредственно при плавлении сырной массы.

В зависимости от выхода продукта и содержание в нем сухого вещества на каждом этапе исследования будет выбран оптимальный способ внесения овощного пюре.

### **Список литературы**

1. Веселовский, С.Ю. Ингредиенты для производства плавленых сыров / С.Ю. Веселовский // Переработка молока. 2006. №10. С.37.
2. Грунская, В.А. Влияние СОМ на реологические свойства сгустков / В.А. Грунская // Молочная промышленность. 2009. №2. С.76-77.
3. Гудков С.М. Сыроделие: технология, биологические и физико-химические аспекты / С.М. Гудков– М.: ДеЛи Принт. – 2003. – 343 с.
4. Степанова, Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 1. Цельномолочные продукты / Л.И. Степанова – СПб: ГИОРД, 1999. – 384 с.

## **ЗАМЕС ТЕСТА В ЛОПАСТНОМ СМЕСИТЕЛЕ**

***Г.В. Русьянова, И.Н. Павлов***

***БИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ФИЛИАЛ) АлтГТУ им. И.И. ПОЛЗУНОВА***

Пищевое производство представляет собой совокупность последовательных технологических процессов по переработке сырья растительного и/или животного происхождения с целью получения пищевых продуктов с заданными свойствами.

В технологическом процессе производства хлебобулочных изделий можно выделить три основных операции производства, одной из которых является приготовление теста. При этом данная операция включает в себя целый ряд последовательно производимых действий, связанных с достижением конечного качества теста. Первым из них является замес теста, от проведения которого в значительной степени

зависит дальнейший ход технологического процесса и качество продукта.

При замесе теста из муки, воды, дрожжей, соли и других составных частей получают однородную массу с определенной структурой и физическими свойствами, чтобы в последующем при брожении, разделке и расстойке тесто приобрело необходимое качество. Поэтому имеет большое значение, насколько удачно будет проведен процесс тестоприготовления.

В ходе замешивания теста происходит тщательное перемешивание компонентов, что необходимо, во-первых, для того чтобы смешать основное и вспомогательное сырье и получить плотную однородную массу, а во-вторых, во время перемешивания тесто обогащается кислородом, который необходим для нормального брожения. Если тесто буде плохо перемешано и приобретет неоднородную структуру, то и неравномерно пройдут процессы брожения и созревания. Если же тесто слишком долго перемешивать, то из него будет удален воздух, без которого нарушается нормальное брожение теста.

Естественно, что качество проводимого замеса теста во многом определяется работой тестомесильной машины (тестомеса). Тестомес – это машина для приготовления разнообразных видов теста: слоеного, песочного, дрожжевого, заварного, теста для пельменей, вареников. Основные функциональные элементы тестомеса – месильный орган, дежа или рабочая камера, приводной механизм.

К сегодняшнему дню разработано большое многообразие тестомесильных машин, которые находят применение в производстве различных изделий, изготавливаемых на основе теста и отличающихся по характеру создаваемого перемешивания в зависимости от вида и работы рабочего органа и интенсивности механического воздействия его на тесто. Несмотря на большой ассортимент выпускаемой продукции, все тестомесильные машины можно разделить на тестомесы для замеса крутого теста и тестомесы для дрожжевого теста.

Исследованию работы тестомесильных машин посвящено множество работ, поскольку качество приготовленного теста во многом определяет потребительские свойства конечной продукции. Все они направлены на повышение однородности приготавливаемого теста, создания условий для полноценного протекания физических, биохимических и др. процессов в тесте, снижение энергозатрат, сокращение длительности процесса и оптимизацию реологических свойств теста.

Независимо от уровня предприятия (средние или крупные), отдается предпочтение дежевому способу тестоприготовления с использованием машины порционного (дискретного) принципа действия.

При этом львиная доля проводимых исследований по интенсификации и оптимизации тестоприготовления посвящена работе тестомесильных машин со спиральным рабочим механизмом и с использованием деж разной емкости.

Однако применение находят и горизонтальные лопастные тестомесы, используемые для приготовления крутого теста. Месильный орган **тестомесильной машины** в зависимости от его функциональных особенностей может быть выполнен в виде спирали, петли (иногда двух), капли, вилки, в той или иной степени имитирующих ручной замес теста, а для замеса крутого теста используются z-образные месильные органы (рисунок 1).

Тестомес для крутого теста применяется при замешивании теста с малым содержанием влаги. Эти машины используются при производстве и выработке большого ассортимента хлебобулочной и другой продукции в хлебопекарной, кондитерской, мясоперерабатывающей отраслях.



Рисунок 1 – Тестомес для приготовления крутого теста

Основная характеристика теста, влияющая на конструкцию этих тестомесильных машин – его низкая влажность. Поэтому данное оборудование имеет более высокую мощность и отличается от оборудования, предназначенного для приготовления теста других видов. Из-за особенности своей конструкции называется такой тестомес горизонтальный. Примерный ассортимент изделий, вырабатываемый при помощи тестомесов для крутого теста: пельмени, вареники, чебуреки, сушки, баранки, хворост, бублики, разнообразные виды макаронных изделий.

Для исследования процесса приготовления крутого теста в тестомесе лопастного типа создана экспериментальная установка на основе горизонтального смесителя с Z-образными лопастями. Схема лабораторной установки представлена на рисунке 2. Объем рабочей камеры смесителя составляет  $2,9 \text{ м}^3$ . В состав установки входит корпус 1 на котором размещен штуцер, предназначенный для установки термодатчика, контроля рабочей температуры среды, сигнал с которого считывается потенциометром 8. Корпус оснащен плоской крышкой 2 и жестко установлен на станине 5, в корпусе которой размещен редуктор привода смесителя. Смеситель имеет рубашку 4, оснащенную штуцерами для подвода теплоагента. Перемешивание среды в аппарате осуществляется при помощи Z-образных горизонтальных мешалок 3, которые приводятся во вращение от электродвигателя 6 через ременную передачу, их вращение происходит в двух режимах «на себя» и «от себя».

Регулировка частоты вращения и направление вращения электродвигателя осуществляется при помощи автотрансформатора 12, скорость вращения ведомого вала смесителя измеряется с помощью тахометра 7.

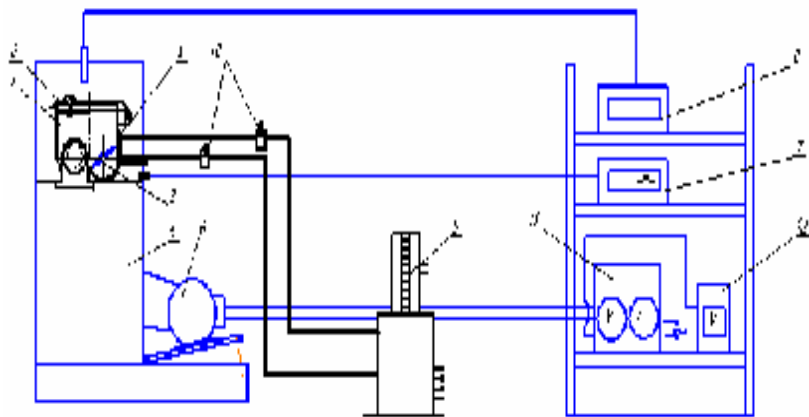


Рисунок 2 – Схема лабораторной установки

Для определения мощности, потребляемой электроприводом 6 при перемешивании, используется вольтметр и амперметр, которые встроены в выпрямитель 11, позволяющие измерить напряжение и силу тока. Чтобы поддерживать необходимый температурный режим, установка оборудована термостатом 9. Контроль температуры входа и выхода из рубашки смесителя осуществляется термометрами, установленными в карманах 10.

Процесс замеса должен обеспечивать не только равномерное смешивание компонентов, но и механическую проработку их с целью образования задаваемой структуры теста. Для получения высококачественного теста необходимо осуществлять замес при оптимальной интенсивности и температуре замеса, частоте воздействия месильной лопасти.

Известно, что при оптимальном уровне механического воздействия на тесто, осуществляемом в результате интенсивного замеса в течение нескольких минут или длительного замеса при небольших скоростях, увеличивается содержание высокомолекулярной белковой фракции. Это способствует улучшению реологических свойств и газодерживающей способности теста.

Первой задачей в данной работе поставлено изучение затрат мощности на замес теста при различных рабочих параметрах смесителя: интенсивность перемешивания и температура.

Планируется оснастить установку приборами оценки качества теста, такими как альвеограф – прибор, применяемый для определения физических свойств теста из испытываемой муки по упругости, растяжимости; фаринограф, работа на котором заключается в замесе теста и записи усилий, затрачиваемых на замес, в виде кривой, называемой фаринограммой. В дальнейшем данная установка послужит для наработки экспериментальных данных по процессу приготовления теста и выдачи практических рекомендаций для промышленного производства.

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ НА КИСЛОТНОСТЬ РЖАНОЙ МУКИ**

*А.В. Снегирева*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Рожь является одной из основных культур России: по сбору зерна она занимает третье место. На сегодняшний день продукты переработки зерна ржи наиболее полно используются в хлебопекарной промыш-



ленности. Однако существует возможность использования ржаной обдирной муки при выработке пищевых концентратов киселей.

Традиционно кисель состоит из сахара-песка, крахмала, лимонной кислоты и плодово-ягодных добавок. Введение в напиток зернового компонента сопряжено с определенными трудностями, поскольку в процессе хранения возможно ухудшение органолептических показателей муки. Одним из критериев, характеризующим динамику этих изменений является кислотность.

Большинство биохимических процессов в муке при хранении сопровождается накоплением кислых продуктов. В результате самосогревания или прокисания зерна и муки значительно увеличивается содержание уксусной и молочной кислот.

После размола или при порче зерна начинается заметный гидролиз жира под влиянием триацилглицерол-липазы. В результате накапливаются свободные жирные кислоты, ухудшающие органолептические показатели продукта.

Другим фактором, сказывающимся на изменении кислотности, является декстринизация, применяемая в пищевом концентратной промышленности и приводящая не только к улучшению органолептических показателей, но и к изменениям в аминокислотном, жирнокислотном составе и в содержании органических кислот. В связи с чем, целью наших исследований явилось изучение влияния режимов термической обработки и процесса хранения на изменение кислотности муки. В качестве объекта исследований была выбрана мука ржаная хлебопекарная обдирная, соответствующая требованиям ГОСТ Р 52809-2007. Муку подвергали термическому воздействию при температуре 50 °С, 70 °С, 90 °С, 110 °С, 130 °С, 150 °С, 170 °С и 190 °С в течение 5, 10, 15, 20, 25 и 30 минут. Кислотность определяли по стандартной методике в свежеработанной муке и в процессе ее хранения в течение срока годности пищевых концентратов киселей (шесть месяцев) с интервалом в три месяца. Изменение кислотности свежеработанной ржаной муки отражено на рисунке 1 .

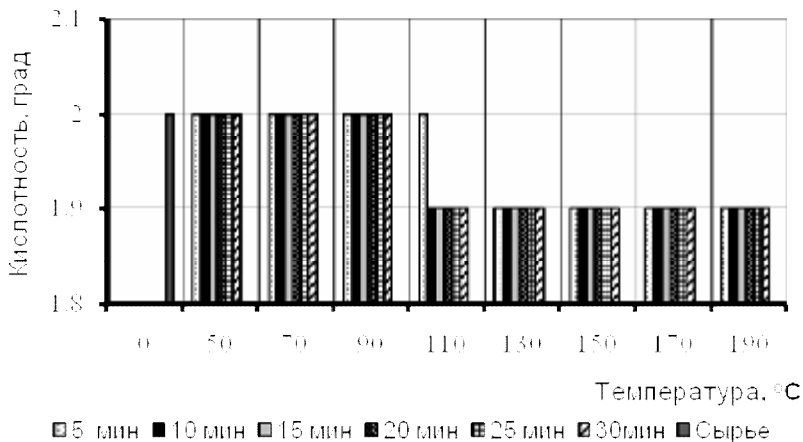


Рисунок 1 – Изменение кислотности свежемолотой ржаной обдирной муки в результате термической обработки

Из приведенных данных хорошо заметно, что кислотность ржаной муки подвергнутой термической обработке до 110 °C не изменяется, что указывает на то, что гидролиза жира с накоплением жирных кислот не происходит и не происходит существенных изменений в белковом комплексе. Дальнейшее увеличение температуры приводит к снижению кислотности, что, скорее всего, обусловлено процессом меланоидинообразования с участием аминокислот и разложением некоторой части органических кислот с образованием летучих веществ. Изменение кислотности ржаной муки в результате хранения в течение трех и шести месяцев отражено на рисунках 2 и 3.

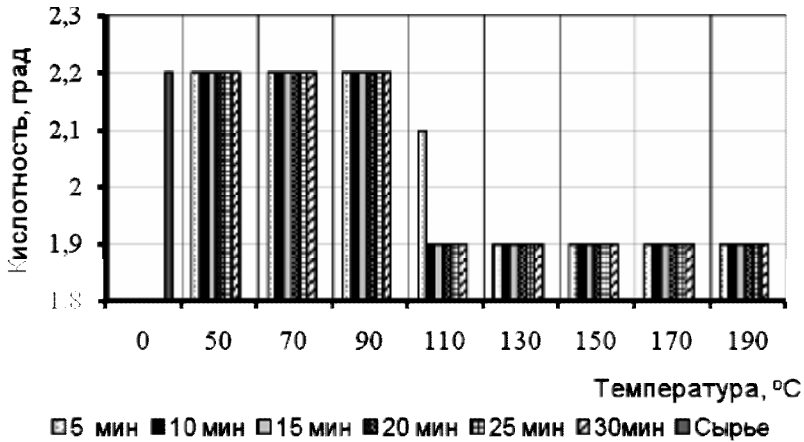


Рисунок 2 – Изменение кислотности термически обработанной ржаной обдирной муки через три месяца

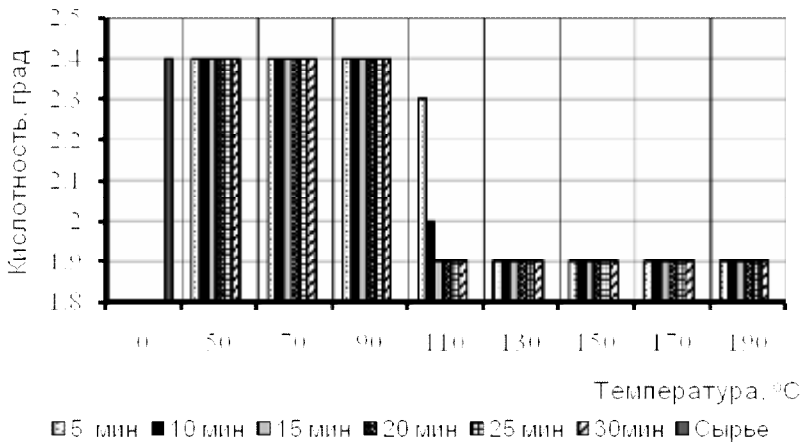


Рисунок 3 – Изменение кислотности термически обработанной ржаной обдирной муки через шесть месяцев

Как видно из диаграмм в процессе хранения происходит нарастание кислотности муки, обработанной до 110<sup>0</sup>С в результате гидролиза жира под действием ферментов и кислорода воздуха. По сравне-

нию с исходной кислотностью этот показатель после трех месяцев хранения увеличивается на 0,2 град, а после шести месяцев – на 0,4 град. Однако термическая обработка при 110 °С более 10 минут, по-видимому, приводит к инаktivации липазы и прекращению гидролиза липидов. В связи с чем, кислотность ржаной обдирной муки обработанной более 10 минут при 110 °С остается на прежнем уровне, тогда как кислотность необработанной муки тоже возрастает на 0,4 град. При этом мука, обработанная от 10 до 25 минут при 110 °С, теряет сырой мучнистый привкус и запах. Дальнейшее увеличение температуры и продолжительности обработки приводит к ухудшению органолептических показателей.

Таким образом, термическая обработка при температуре 110 °С и продолжительности от 10 до 25 минут позволяет получить полуфабрикат для производства пищевых концентратов напитков с улучшенными органолептическими показателями стабильными в течение установленного стандартом срока годности.

## **ПРОБЛЕМЫ ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

***В.С. Солопов***

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Дозирование сыпучих материалов в настоящее время широко применяется в самых различных отраслях промышленности. В ряде технологических процессов дозирование является одной из основных операций. Качество готовой продукции и рациональное расходование исходных материалов во многом зависят от дозирования.

В пищевой промышленности, например на весовых аппаратах от дозирования зависит весь технологический процесс выбоя готового продукта.

Не меньшее значение имеют процессы дозирования в химической промышленности, в производстве удобрений, пластмасс, строительной промышленности и т.д.

Основным направлением в дозировании является максимальная механизация и автоматизация производственного потока, при обеспе-

чении соответствующего сокращения цикла дозирования, повышения контроля за составлением смесей и точного соблюдения заданной рецептуры.

Автоматизация дозирования способствует сокращению вспомогательного времени, обеспечивает более легкое управление дозирующими устройствами, снижает себестоимость продукции.

Основных методов дозирования всего два: объемный и весовой.

### **Объемный метод**

Дозировочное оборудование объемного принципа действия просто как по устройству, так и по эксплуатации. Однако сравнительно низкая точность дозирования на этом оборудовании ограничивает его применение. Невысокая точность дозирования отдельных материалов влечет за собой, как правило, значительные отклонения в составе шихты и приводит к снижению качества готовых изделий и перерасходу исходных материалов.

Вследствие этого объемный метод применяется реже, особенно для значительных количеств перерабатываемых материалов. Исключение составляют жидкости и порошкообразные материалы постоянного гранулометрического состава.

При объемном дозировании жидкостей могут быть достигнуты определенная точность и идентичность. Легкоподвижность, способность заполнять емкости любой формы, постоянство объемного веса, практическая несжимаемость жидкостей позволяют использовать объемные мерники в широких пределах.

Поэтому в ряде технологических процессов при дозировании сыпучих материалов весовым методом необходимые по рецептуре добавки жидкостей производятся по объему.

Удовлетворительные результаты получаются объемным методом при дозировании также порошкообразных веществ постоянного гранулометрического состава, несклонных к комкованию и слеживанию.

Отмеривание установленных доз материала по объемному методу дозирования в простейших случаях производится емкостями или мерниками. Объемные мерники перед применением должны быть протарированы и снабжены четкими и удобными для наблюдения шкалами, показывающими объемы материалов. Градуирование шкал должно соответствовать точности дозирования.

Соотношение между весом и объемом определяется уравнением

$$P = \gamma \cdot \vartheta, \quad (1)$$

где  $P$  – вес материала;

$\vartheta$  – объем,

$\gamma$  – объемная масса материала.

Результаты дозирования зависят от способа наполнения мерника. При плавной и спокойной загрузке объемного мерника вес дозы получается минимальным. При уплотнении материала в мернике приложением дополнительной нагрузки или вибрацией количество материала, помещающегося в мернике, увеличивается и соответственно увеличивается вес отмериваемой дозы. Коэффициент уплотнения для различных материалов колеблется в пределах 1,1-1,5. Сухие легкосыпучие материалы уплотняются меньше, чем плохосыпучие с большим коэффициентом внутреннего трения. Для получения более точных результатов объемного дозирования необходимо соблюдать однообразие в работе, так как различная интенсивность наполнения тары, изменение высоты, с которой поступает материал, изменение степени утряски его в таре – все это может привести к значительным колебаниям веса отмеренной дозы. Почти всех этих недостатков (за исключением быстрого действия) лишен весовой метод.

### **Весовой метод.**

При дозировании материалов по весу получают более точные результаты, чем дозированием по объему. Дозирование материалов весовым методом может в принципе производиться на обычных весах: платформенных, настольных, лабораторных – технических – в зависимости от веса заданных доз и других условий процесса дозирования.

При использовании товарных платформенных весов для дозирования сыпучих материалов на платформе весов устанавливается бункер требуемой емкости, исходя из объемного веса дозируемого материала. Материал поступает из навесового бункера, выпускное отверстие которого может перекрываться заслонкой (шибером). С бункером отверстие соединяется гибкой манжетой. Отвешенная порция высыпается через открывающийся выпускной рукав бункера. Таким образом, операции по подноске материала и пересыпанию его в тару отпадают. Для выхода воздуха из бункера используется специальная аспирационная труба.

Подобное устройство допускает весьма точное отвешивание заданной дозы. Так, например, на дозаторе, устроенном из товарных весов с предельной нагрузкой 500 кг, доза материала в 200 кг легко может быть отвешена с точностью до 200 г или с погрешностью 0,1%.

Таким образом, по точности показаний эти весы удовлетворяют требованиям дозирования большинства технологических процессов.

Однако использование в качестве дозаторов обычных весов, как правило, малопроизводительно. Отвешивание заданной дозы на таких весах требует значительного времени.

Более рационально для весового дозирования в установившемся технологическом процессе применять специальные весы, приспособленные к условиям данного процесса. В настоящее время специальные дозаторы ручного действия, полуавтоматические и автоматические широко применяются в самых различных производствах.

Особое место в весовом дозировании занимают питающие механизмы дозаторов или питатели. Весьма важным моментом в успешной работе дозаторов является обеспечение поступления дозируемого материала равномерным потоком. Более того, чем равномернее будет поток дозируемого материала, тем с большей точностью можно обеспечить взвешивание.

Весовые механизмы дозаторов, как правило, позволяют производить взвешивание с точностью, более высокой, чем это обусловлено обычно требованиями дозирования данного материала. Наблюдающиеся в практике работы дозаторов отклонения от допустимых погрешностей являются обычно следствием нарушения равномерности подачи материала. Дозатор, отрегулированный на определенный поток материала, при изменении его интенсивности даст взвешивание с большей погрешностью. Особенно важна равномерность подачи материала при автоматической работе дозатора.

При дозировании твердых сыпучих материалов многие из них имеют тенденцию зависать в бункерах, образовывать своды. К таким материалам, например, относятся мука, кальцинированная сода, угольный порошок и т.д.

Для правильного взвешивания таких материалов, применение одного впускного затвора в конструкции дозатора недостаточно. Регулировать поступление влажных, слеживающихся, плохо сыпучих материалов, склонных к сводообразованию, в дозатор изменением величины выпускного отверстия надвесового бункера не представляется возможным.

В этом случае материал может некоторое время поступать нормально, но затем вследствие сводообразования или зависания поступ-

ление его может или совсем прекратиться, или значительно уменьшиться, чтобы затем обрушиться значительной массой. Таким образом, интенсивность потока будет все время изменяться, а при прекращении потока материала для возобновления подачи потребуются разрушить образовавшийся свод, устранить затор и т.д. Поэтому для нормальной работы при дозировании плохосыпучих материалов требуется устройство специальных побудителей и питающих механизмов.

Механизмы, применяемые в дозаторах для подачи материала, можно разделить на две основные группы:

- 1) различного рода побудители, устанавливаемые непосредственно в надвесовых бункерах и впускных воронках дозаторов;
- 2) Специальные питающие механизмы, подающие материал из надвесового бункера к дозатору.

Побудителями простейшего типа являются различного рода разрыхлители, мешалки и тому подобные приспособления. При своем движении они систематически разрыхляют материал в бункере, не допуская образования сводов, и обеспечивают более или менее равномерное вытекание материала из бункера. Так же существуют пневмопобудители здесь для придания текучести материалу используется сжатый воздух. Недостатком таких побудителей является пыление и, как следствие, потеря материала.

Более совершенным устройством является электромагнитный вибропобудитель. Его установка облегчает высыпание материала из бункера, предотвращая образование сводов, заторов материала и т.п.

Так же, подачу материала из надвесового бункера могут осуществлять специальные питающие механизмы или питатели.

Все специальные питающие механизмы, применяемые для равномерной подачи дозируемых материалов можно разделить по их устройству и по назначению на 6 групп. Характеристики питателей сведены в таблицу 1.



Таблица 1 – Характеристика питающих механизмов дозирующих устройств

Группа	Типы питающих механизмов	Движение рабочих органов	Род дозируемых материалов	Регулировка подачи материала	Обеспечение постоянства потока материала
1	Транспортерные	Тяговое	Порошковые, хлопьевидные, волокнистые, кусковые	Отсутствует	Весьма относительное
2	Лотковые	Колебательное	Крупнозернистые, кусковые	То же	То же
3	Барабанные	Вращательное по горизонтальной оси	Грубые порошковые, зернистые, мелкокусковые	В отдельных конструкциях	Выдерживается в грубых пределах
4	Шнековые	Винтовое	Порошковые, мелкозернистые	То же	Выдерживается без резких отклонений
5	Тарельчатые	Вращательное по вертикальной оси	Порошковые, мелкозернистые	В определенных пределах	Выдерживается с небольшими колебаниями
6	Вибрационные	Вибрация	Порошковые, зернистые, кусковые, хлопьевидные	В значительном диапазоне	Выдерживается достаточно точно

Таким образом, на основе вышеизложенного можно выделить ряд проблем, связанных с дозированием сыпучих материалов, применительно к зернопереработке:

- обеспечение равномерности потока дозируемого материала;
- образование сводов в надвесовых бункерах;
- образование сводов в весах;
- выбор типа питающего механизма;
- выбор метода дозирования;

- разработка технологической схемы дозирования.

В современном производстве существуют в большей или меньшей степени все озвученные проблемы. Для их решения необходимо не только детальное изучение практической стороны, но и разработка теории.

## **ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ЯБЛОЧНЫХ ВИНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В ВИНОДЕЛИИ**

*Н.К. Шелковская, И.С. Еремина*

*ГНУ НИИСС РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ*

В суровых природно-климатических условиях Сибири яблоня занимает первое место среди плодовых растений, как по площади насаждений, так и по сбору плодов. Современная помология и сады Алтайского края богаты местными зимостойкими сортами с высокой потенциальной продуктивностью. Для совершенствования сибирского сортимента по яблоне, создана научная база для выведения сортов с высокой адаптацией к биотехническим и абиотическим стрессам, с плодами высокого качества технического и универсального назначения [3]. Состав и качество яблок зависят от совокупности разнообразных факторов, из которых большое значение имеют особенности сортов яблок и условий их возделывания. Производство плодовых вин - один из лучших способов консервирования и обогащения витаминами популярных среди покупателей напитков (соков, морсов, вин). Плоды яблони обладают благоприятными для виноделия химико-технологическими показателями. Виноделие к тому же позволяет сохранить высокое содержание полезных веществ и минеральных элементов в продукте переработки. Рост производства плодовых вин, а также повышение требований, предъявляемых к качеству выпускаемой продукции, обуславливают необходимость постоянного совершенствования продукции виноделия. Научные разработки по переработке яблок обеспечат возможность развития российского виноделия, решат проблему недостатка сырья данной отрасли, и позволят расширить ассортимент продукции, производимой на территории Алтайского края и России. Целью данного исследования является получение виноматериалов из яблок,

произрастающих на территории Алтайского края, и технологическая оценка относительно их пригодности для использования в виноделии.

Объектами исследования были сортовые виноматериалы из яблок сибирской селекции технических сортов, произрастающих на опытном поле ГНУ НИИСС Россельхозакадемии: Алтайское багряное, Доктор Куновский, Жар Птица, Жебровское, Комаровское, Осенняя радость, Соловьевское, Алтайское румяное, Уральское наливное. В работе использованы как национальные стандарты на методы контроля, так и современные методики. Исследования проводятся в экспериментальном цехе ГНУ НИИСС Россельхозакадемии на лабораторных установках, воспроизводящих (имитирующих) работу машин крупных промышленных предприятий. Виноматериалы готовили из натуральных соков способом микровиноделия. Для производства яблочных виноматериалов использовали натуральный сортовой сок первой фракции, полученный с предварительной выдержкой плодов в водном растворе с содержанием метабисульфита в пределах 0,05-0,1 %, для инактивирования окислительных ферментов и дикой микрофлоры. Сок сбраживали на чистой культуре винных дрожжей расы Яблочная 7. Сбраживание проводили по-белому способу. Виноматериалы выбраживали до остаточного сахара 0 – 0,5%, без добавления сахара. Сухие виноматериалы выдерживали в течении 6 месяцев.

Выдержанные сортовые яблочные виноматериалы исследовали по физико-химическим показателям. В таблице 1 приведены статистически обработанные данные опытов за два года исследования.

По данным остаточного сахара можно судить, что все исследуемые виноматериалы выбражены насухо.

Массовая концентрация летучих кислот соответствует требованиям стандарта (до 1,2 г/дм<sup>3</sup>).

Фенольные вещества виноматериалов играют в сложении вкуса и аромата вин и сидров, определяют их цветовые характеристики. Массовая концентрация фенольных веществ в исследуемых виноматериалах достаточно высока - до 1755 мг/дм<sup>3</sup>, что говорит об их богатстве веществами, придающими вкусу вина «бархатистость» и лечебно-профилактический эффект, а так же возможность использовать данные виноматериалы в качестве основы для красных купажных вин.

Таблица 1 – Физико-химические показатели яблочных виноматериалов

Сорт	Сухие вещества, %	Сахар, %	Титруемая кислотность, г/дм <sup>3</sup>	рН	Приведенный экстракт, г/дм <sup>3</sup>	Спирт, % об.	Летучие кислоты, г/дм <sup>3</sup>	Сумма полифенолов, мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	
									Общая	Свободная
Алтайское багряное	5,25	0,45	11,00	3,20	19,90	6,75	0,33	1640	143,5	19,15
Алтайское румяное	5,45	0,35	9,25	3,20	24,15	6,75	0,41	990	112,0	17,4
Доктор Кунновский	5,15	0,35	11,60	3,15	20,85	6,75	0,33	1755	144,0	20,4
Жар Птица	5,25	0,40	8,55	3,30	23,10	6,85	0,33	1685	144,0	17,5
Жебровское	5,15	0,40	7,95	3,35	21,60	6,75	0,31	1070	146,1	19,0
Комаровское	5,25	0,20	11,15	3,20	23,55	6,80	0,33	1520	136,5	18,2
Осенняя радость	4,75	0,35	8,65	3,30	23,95	6,40	0,30	1150	137,9	18,4
Соловьевское	4,25	0,4	6,90	3,40	24,95	6,20	0,24	1000	142,5	17,3
Уральское наливное	4,15	0,2	4,85	3,60	24,15	6,15	0,31	1013	143,2	18,3

Титруемая кислотность в некоторых опытных виноматериалах высокая до 11,60 г/дм<sup>3</sup>. Высокая концентрация титруемых кислот может снижать органолептические характеристики виноматериалов, поэтому для виноматериалов с высокими показателями, предназначенных для получения плодового вина, можно рекомендовать проведение кислотопонижения, что позволит снизить концентрацию кислот и улучшить вкусовые качества.

Один из главных показателей готового вина – его спиртуозность. Достижение требуемой спиртуозности в результате естественного брожения позволяет получать вина значительно мягче и гармоничнее крепленых, за счет накопления глицерина и эфиров. В опытных виноматериалах объемная доля этилового спирта составила 6,15 – 6,85%. По требованиям стандартов Российской Федерации столовое плодородное вино должно иметь спиртуозность в диапазоне от 8,5 до 15,0% об. [2], специальное плодородное вино – от 15,0 до 22,0% об. [1].

Для получения качественного плодородного вина, соответствующего требованиям ГОСТ, необходимо доведение виноматериала до требуемых кондиций готового вина этиловым спиртом ректификатом или достижение требуемой спиртуозности в результате естественного брожения при внесении в сок расчетного количества сахара (8,5 – 16 % об.), что позволяет получать вина значительно мягче и гармоничнее крепленых. Данная технология применима как для столового, так и для получения специального плодородного вина. Все исследуемые образцы виноматериалов также можно рекомендовать для получения игристого плодородного вина, плодородной водки и российского кальвадоса.

Значения pH и общего диоксида серы в опытных виноматериалах говорят о расположенности виноматериалов к стабильности и не требуют увеличения концентрации общего диоксида серы.

Высокое значение приведенного экстракта виноматериалов, благоприятно влияет на гармонию вкуса.

Таким образом, по комплексной оценке физико-химических показателей для качественного виноделия в условиях Алтайского края пригодны все исследуемые образцы. Для тихого сортового и купажного столового, специального плодородного вина пригодны все исследуемые образцы с обязательным увеличением спиртуозности виноматериалов. Для сортов Алтайское багряное, Доктор Куновский и Комаровское рекомендуется проводить кислотопонижение. Для получения игристого плодородного вина наиболее пригодны сорта: Уральское наливное, Соловьевское, Осенняя радость, Жебровское, Жар Птица. Для получения сидров необходимо более подробное изучение сортов, для данного направления виноделия следует обратить внимание на сорта: Комаровское, Жар Птица, Доктор Куновский, Алтайское багряное. Все исследуемые образцы виноматериалов можно использовать в производстве плодородной водки и российского кальвадоса.

## Список литературы

1. ГОСТ Р 52835 – 2007 Вина плодовые специальные и виноматериалы плодовые специальные. Общие технические условия. - Введ. 2009-01-01. - М. : Стандартинформ, 2008. – 8 с.
2. ГОСТ Р 52836 – 2007 Вина плодовые столовые и виноматериалы плодовые столовые. Общие технические условия. - Введ. 2009-01-01. - М.: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
3. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / РАСХН Сиб. Отд-ние. ГНУ ИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск: ООО «Юпитер», 2005 – 568 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ В КАЧЕСТВЕ ЗАГУСТИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО ДЕСЕРТА «ОБЛЕПИХА»

*Т.П. Яковлева, Е.Ю. Филимонова*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Нами были проведены исследования по подбору альгината натрия в качестве загустителя для производства плодово-ягодного десерта «Облепиха». Десерт представляет собой гранулы полученные путем добавления в вязкий альгиновый раствора хлорида кальция (Е-509).

В качестве основы для десерта использовался свободно выделившейся сок плодов облепихи. Использовался как чистый свободно выделившейся сок, так и сок разбавленный с водой в соотношении 1:1 и 1:2. Свободно выделившейся сок имел кислотность 20,77 г/л (в пересчете на яблочную кислоту), сок разбавленный в соотношении 1:1 с водой имел кислотность 10,35 г/л и сок разбавленный с водой в соотношении 1:2 имел кислотность 7 г/л (в пересчете на яблочную кислоту).

Для получения вязкого раствора использовался альгинат натрия трех типов вязкости: низковязкий со степенью полимеризации 300 (Alg 300), средневязкий со степенью полимеризации 500 (Alg 500) и высоковязкий (Alg 700) со степенью полимеризации 700. Альгинаты

вносились в соковую основу в количестве 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % и 2 %.

Внесение кальция в высоко вязкие растворы альгината позволяет получить десерт требуемой консистенции. Однако на вязкость альгинового раствора оказывает влияние не только доза и тип альгината, но и кислотность соковой основы.

Целью исследования было подобрать дозу и тип альгината, а также соотношение альгинат:сок, при котором готовый десерт обладал бы хорошими потребительскими свойствами - имел мягкую консистенцию и наименьшую способность к синерезису.

При растворении в воде альгинаты формируют вязкие однородные растворы со свойствами, зависящими от химических и физических переменных. Большинство функциональных возможностей альгинатов следует из комбинации водоудержания и реологических свойств. Водоудержание свойственно альгиновому полимеру за счет водородных связей. Именно это свойство определяет их практическое использование в качестве загустителей, стабилизаторов и связующих в производстве пищевых продуктов и лекарственных препаратов.

При формировании геля в холодной воде на вязкость раствора большое влияние оказывает кислотность исходного раствора. Кислота изолирует свободный кальций в воде, позволяя альгинату натрия гидратироваться.

Способность альгинатов формировать твердые гели при реакциях с кальцием является наиболее важным и полезным свойством. Эти гели, напоминая твердые тела, так как сохраняют форму и сопротивление напряжению, состоят почти из 100% воды (обычно, от 99,0% до 99,5% воды и от 0,5% до 1,0% альгината).

Разнообразие источников альгинатов обеспечивает получение альгинатов с различным содержанием маннуроновых и галуруновых кислотных остатков и структурой блока. Каждый альгинат имеет собственную характерную скорость реакции с кальцием и свойства желатинизации. Вязкость альгината напрямую зависит от степени его полимеризации, так альгинаты с высокой степенью полимеризации обладают высокой вязкостью. Данные, полученные в ходе исследований, представлены на рисунках 1, 2, 3, 4.

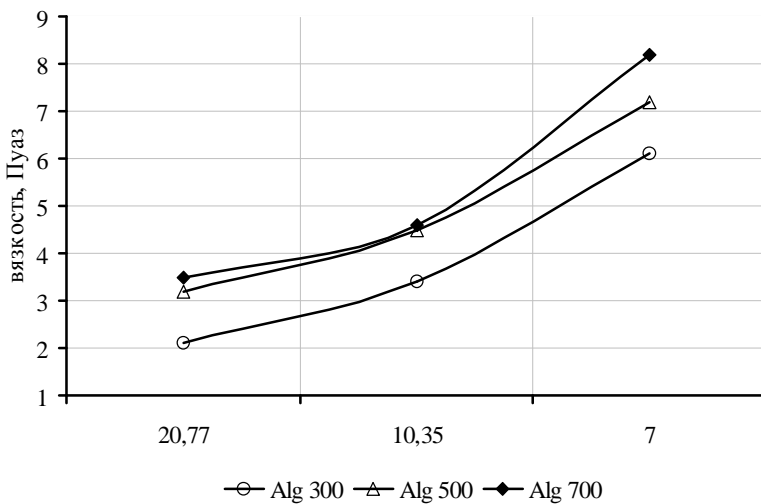


Рисунок 1 – Влияние кислотности свободно выделившегося сока на вязкость альгинового раствора с дозой альгината 0,5 %

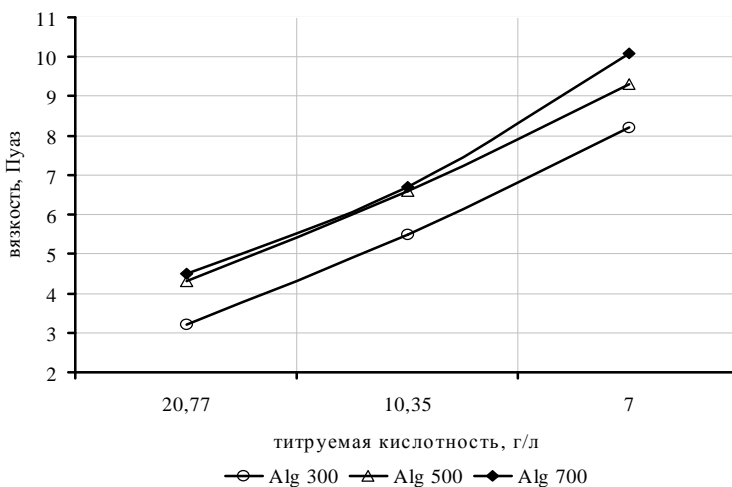


Рисунок 2 – Влияние кислотности свободно выделившегося сока на вязкость альгинового раствора с дозой альгината 1 %



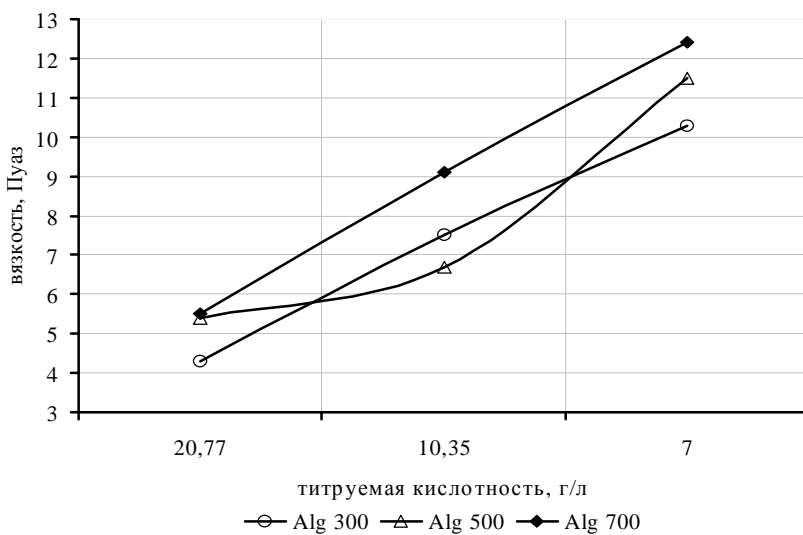


Рисунок 3 – Влияние кислотности свободно выделившегося сока на вязкость альгинового раствора с дозой альгината 1,5 %

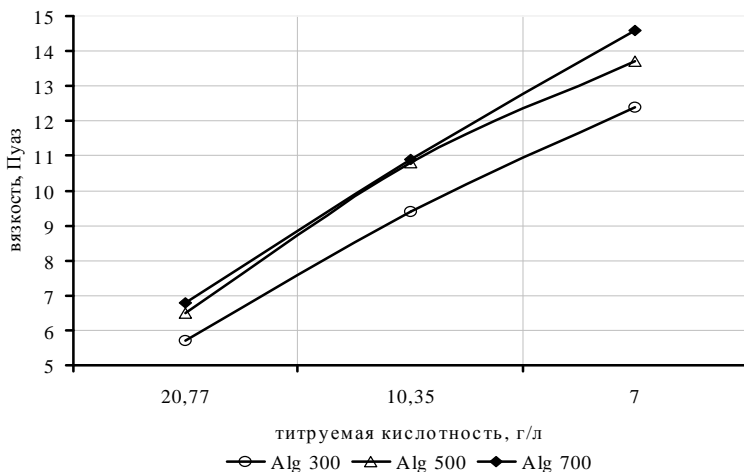


Рисунок 4 – Влияние кислотности свободно выделившегося сока на вязкость альгинового раствора с дозой альгината 2 %

Как видно из рисунков наибольшей вязкостью обладают альгинаты имеющие среднюю и высокую степень полимеризации Alg 500 и Alg 700 соответственно. Растворы, приготовленные из свободно выделившегося сока, разведенного с водой в соотношении 1:2 с кислотностью 7 г/л, и альгина Alg 500 или Alg 700, внесенного в количестве 2 %, имеют оптимальную вязкость для получения десерта.

Низкая вязкость в растворе с кислотностью 20,77 г/л обусловлена тем, что ионы кислоты блокируют свободные ионы кальция в воде, а именно реакция альгината с ионами кальция дает вязкий раствор.

Альгинаты с высокой степенью полимеризации производят прочные, ломкие гели, устойчивые к нагреванию, в то время как альгинаты с низкой степенью полимеризации обеспечивают получение непрочных гелей, которые имеют меньшую устойчивость к нагреванию, высокой тенденцией к водоотдаче.

Десерт, изготовленный с использованием альгинатов со средней вязкостью (Alg 500), показал хорошие потребительские свойства, однако водоотдача при этом составила 8 %, что говорит о нецелесообразности использования данного альгината для производства десерта.

Применение альгинатов, обладающих высокой вязкостью (Alg 700), дает десерт с хорошими органолептическими показателями при содержании альгината в растворе 2 %, водоотдача при этом составила 2,7 %.

Таким образом, для производства десерта нами были выбран высоковязкий альгинат в количестве 2 %.

## **АНАЛИЗ СТЕКЛОВИДНОСТИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА**

*В.С. Лузев, Д.А. Сорокин*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

В российской научной и практической сфере применяется термин «стекловидность». В зарубежной практике применяется термин «твердозерность». Эти два понятия характеризуют физические свойства зернового материала и близко коррелируют между собой.

Согласно ГОСТ 9353–90 «Требование при заготовках и поставках» основой классификации пшеницы является тип учитывающий

ботанический вид зерна (твердая и мягкая), биологическую форму (озимая и яровая) и цвет (краснозерная и белозерная). Стандарт включает пшеницу двух ботанических видов: пшеница обыкновенная – *Triticum aestivum* и пшеница дурум – *Triticum durum*. Эти виды пшеницы по биологической форме, стекловидности и цвету разделяют на шесть типов: I, III, IV и V типы – мягкая пшеница, II и VI типы – твердая пшеница.

В американском стандарте вся пшеница разделяется на восемь типов пшеницы (в терминологии подлинника они называются “class”). Помимо шести основных, имеются типы нетипичной и смешанной пшеницы. При отнесении пшеницы к типу учитываются биологические признаки (озимая и яровая), цвет (краснозерная и белозерная), твердозерность (твердозерная – hard и мягкозерная – soft) и биологический вид (пшеница обыкновенная – *Triticum aestivum*, пшеница карликовая – *Triticum comaratum*, пшеница дурум – *Triticum durum* Desf). Типы I и II имеют подразделение на подтипы в зависимости от содержания стекловидных зерен, а тип VI – в зависимости от содержания белозерной карликовой пшеницы [1, 2].

Стекловидность характеризует оптическую прозрачность эндосперма зерновки. Прозрачность зависит в большей степени от структурного состояния эндосперма, чем от химического состава. Чем прозрачнее зерно, тем плотнее в нем упакованы крахмальные гранулы и эффективнее связаны белками между собой. Это придает повышенную прочность на разрушение и хрупкость. Термин «твердозерность» напрямую характеризует твердость зерновки. От твердости напрямую зависит прочность зерновки на разрушение, и соответственно энергия, требуемая для помола. Целью определения стекловидности и твердозерности является выявление внутреннего состава и структуры эндосперма. На основе таких данных принимается решение о том, какие настройки надо сделать на мельнице для оптимального помола и как правильно сформировать помольную партию. Какой параметр наиболее оптимален для классификации пшеницы вопрос спорный. Однако стоит отметить что, намного важнее определить внутреннюю структуру зерновки, состав эндосперма. Для российского рынка наиболее целесообразно основываться на стекловидности зерновки.

В настоящее время существует много разных способов определения стекловидности зернового материала, такого как: пшеница, ячмень, рис. Применяемые технологии основаны либо на светопрозрачности зерновки (ГОСТ 10987–76), либо на применении спектрографического анализа (БИК анализаторы). Стоимость оборудования составляет от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч рублей.

По ГОСТ 10987–76 регламентируется использования диафаноскопа марки ДСЗ–2. В настоящее время имеется много марок диафаноскопов ДСЗ–2, ДСЗ–2М, ДСЗ–3, ТХ–200, фотоэлектрический ДЗС. Принцип действия у всех одинаковый, различие в исполнении и автоматизации. Зерновая масса анализируется на просвет и по интенсивности светового потока выделяют всего три типа зерновок: прозрачные, их относят к стекловидным, непрозрачные к мучнистым и частично стекловидные. Далее по формуле вычисляется средняя стекловидность. Большим недостатком этого метода является недостаточная точность результатов анализа и существенная субъективность измерений.

БИК анализаторы имеют существенные преимущества такие как:

- точность измерений;
- малое время анализа;
- прямой качественный анализ;
- сведение к минимуму субъективности результатов

На российском рынке данное оборудование представлено следующими марками «ИнфраЛЮМ® ФТ–10», «ИнфраЛЮМ® ФТ–40», INFRAMA TIC 9200, и некоторыми другими. Существенным недостатком данного решения для анализа зернового материала является его стоимость, от нескольких сотен тысяч рублей. Это может себе позволить только крупное предприятие.

### **Практические результаты**

На научно-производственной базе Алтайского государственного технического университета им. Ползунова разработана методика определения стекловидности зернового материала, предусматривающая использование планшетного профессионального сканера, приспособления для расположения зернового материала на стекле, устройства для разрезания зерна (фаринотом), персонального компьютера и программного комплекса.

Стекловидность определяется методом цифрового анализа среза зерновки. Для подготовки зернового материала применяется фаринотом (разрезает зерновки поперек). Далее по планшетной матрице разрезанные зерновки выравняются на стекле сканера, и сканированное изображение анализируется искусственной нейронной сетью и заносится в центральную базу данных. Из положительных сторон необходимо отметить применение нейронной сети типа многослойного перцептрона в алгоритме программы, что позволяет проводить обученные сети. Такой метод позволяет свести к минимуму ошибку анализа

изображения, что существенно повышает точность и стабильность получаемых результатов

Рассмотрев срез зерновки при большом увеличении, мы заметим, что эндосперм имеет большую неоднородность (рисунок 1). Видны как явно мучнистые области, так и ясно стекловидные.

Важно отметить, что наряду с ними так же встречаются и переходные области, которые занимают довольно большую площадь среза. Относить все перечисленные области (от явно прозрачных до практически белых) к одной группе не представляется эффективным. В связи с этим было решено ввести дополнительные градации стекловидности.

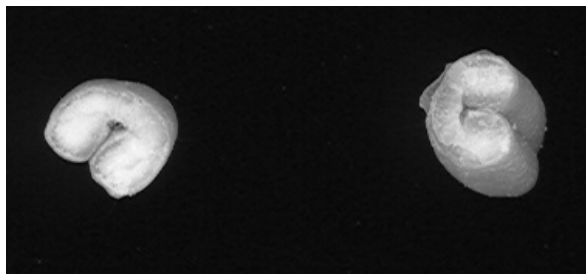


Рисунок 1 – Поперечный срез зерновки пшеницы

Зерновки в процессе анализа делятся не на три типа, как по ГОСТ 10987–76, а на десять. Это дает более четкое представление об исследуемом зерне (рисунок 2). Практика показывает, что такой метод исследования имеет более высокую точность анализа, чем лабораторные методы.

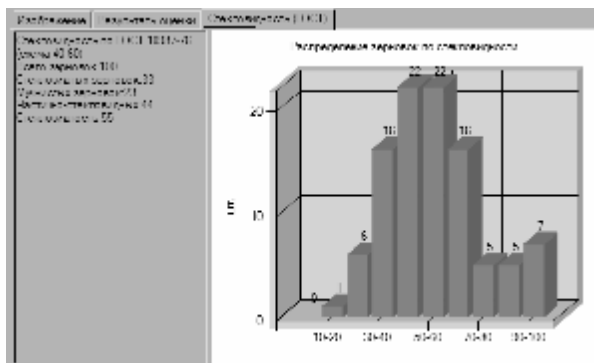


Рисунок 2 – Распределение зерновок по стекловидности

### Нейронные сети, их обучение и программирование

Среди различных структур нейронных сетей (НС) одной из наиболее известных является многослойная структура, в которой каждый нейрон произвольного слоя связан со всеми аксонами нейронов предыдущего слоя или, в случае первого слоя, со всеми входами НС. Когда в сети только один слой, алгоритм ее обучения с учителем довольно очевиден, так как правильные выходные состояния нейронов единственного слоя заведомо известны, и подстройка синаптических связей идет в направлении, минимизирующем ошибку на выходе сети. По этому принципу строится алгоритм обучения однослойного перцептрона [3]. В многослойных же сетях оптимальные выходные значения нейронов всех слоев, кроме последнего, как правило, не известны, и двух или более слойный перцептрон уже невозможно обучить, руководствуясь только величинами ошибок на выходах НС. Один из вариантов решения этой проблемы – разработка наборов выходных сигналов, соответствующих входным, для каждого слоя НС, что, конечно, является очень трудоемкой операцией и не всегда осуществимо. Вторым вариантом – динамическая подстройка весовых коэффициентов синапсов, в ходе которой выбираются наиболее слабые связи и изменяются на малую величину в ту или иную сторону, а сохраняются только те изменения, которые повлекли уменьшение ошибки на выходе всей сети. Очевидно, что данный метод перебора, несмотря на свою кажущуюся простоту, требует громоздких рутинных вычислений. Третий, более приемлемый вариант – распространение сигналов ошибки от выходов НС к ее входам, в направлении, обратном прямому распро-

странению сигналов в обычном режиме работы. Этот алгоритм обучения НС получил название процедуры обратного распространения.

Программирование НС с применением объектно-ориентированного (ОО) подхода имеет свои плюсы. Во-первых, оно позволяет создать гибкую, легко перестраиваемую иерархию моделей НС. Во-вторых, такая реализация наиболее прозрачна для программиста. В-третьих, уровень абстрактности программирования, присущий ОО языкам, имеет тенденцию к росту, и реализация НС с ОО подходом позволяет расширить их возможности. Исходя из вышеизложенных соображений реализация полносвязной НС с обучением по алгоритму обратного распространения наиболее эффективна при применении ОО языков программирования [4].

## **Выводы**

Методика определения стекловидности при помощи анализа цифрового изображения поперечного среза зерновки решает задачу определения важнейших параметров зернового материала экспресс методом, с высоким коэффициентом релевантности результатов в зависимости от ротации по производителю, сорту, состоянию. Наличие централизованной базы данных дает возможность совместной работы большого количества исследовательских лабораторий и хранения детальных данных о каждой партии зерна. Возможность обучения новым сортам и видам. Данная методика показала свою эффективность в исследованиях проведенных в пределах АлтГТУ. Планируется внедрение методики в реальное производство.

## **Список литературы**

1. Бочарова, Т.А. Сортоведение зерновых и крупяных культур / Т.А. Бочарова. – Барнаул, 2005. – 60 с.
2. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков. – М.: Колос, 1983.–352 с.
3. Harris Drucker, Yann Le Cun, Improving Generalization Performance Using Backpropagation //IEEE Transactions on Neural Networks, Vol.3, N5, 1992, pp.991–997.
4. Microsoft Visual C++ 2005  
[Электронный ресурс] <http://www.microsoft.com/>

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

*С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца*

ФГОУ ВПО «ДАЛЬГАУ», г. БЛАГОВЕЩЕНСК

Эффективность использования автомобильного парка во многом зависит от слаженной работы всей системы обеспечивающей доставку груза от производителя до потребителя. В данной системе « пункт погрузки – автомобиль – пункт разгрузки (элеватор)» большая роль отводится одному из грузовых пунктов, который определяет пропускную способность всей системы в целом. При перевозках зерна (сои) ведущим звеном данной системы является пункт разгрузки (элеватор). Его пропускная способность ограничивает объем зерна, который может быть перевезен в сутки, а, следовательно, и потребность в транспортных средствах.

Рассмотрение вопросов оптимизации отдельных элементов транспортного процесса позволяют сформулировать порядок планирования оптимального количества транспортных средств для выполнения перевозок грузов в данной системе. Схема планирования представлена на рисунке 1.

С помощью метода статистических испытаний и путем моделирования на ЭВМ производственного процесса функционирования сложных систем массового обслуживания, какими являются погрузочные и разгрузочные пункты, можно устанавливать оптимальный производственный ритм. Это, в свою очередь, дает возможность научно обосновать пропускную способность пунктов и нормативную базу для расчета производственных заданий.

Поэтому оптимальное количество подвижного состава, необходимое для выполнения перевозок в указанной системе, должно рассчитываться из условия равенства суточной приемки зерна заготовительным пунктом и суммарной производительности автомобилей, осуществляющих перевозки на данный пункт.



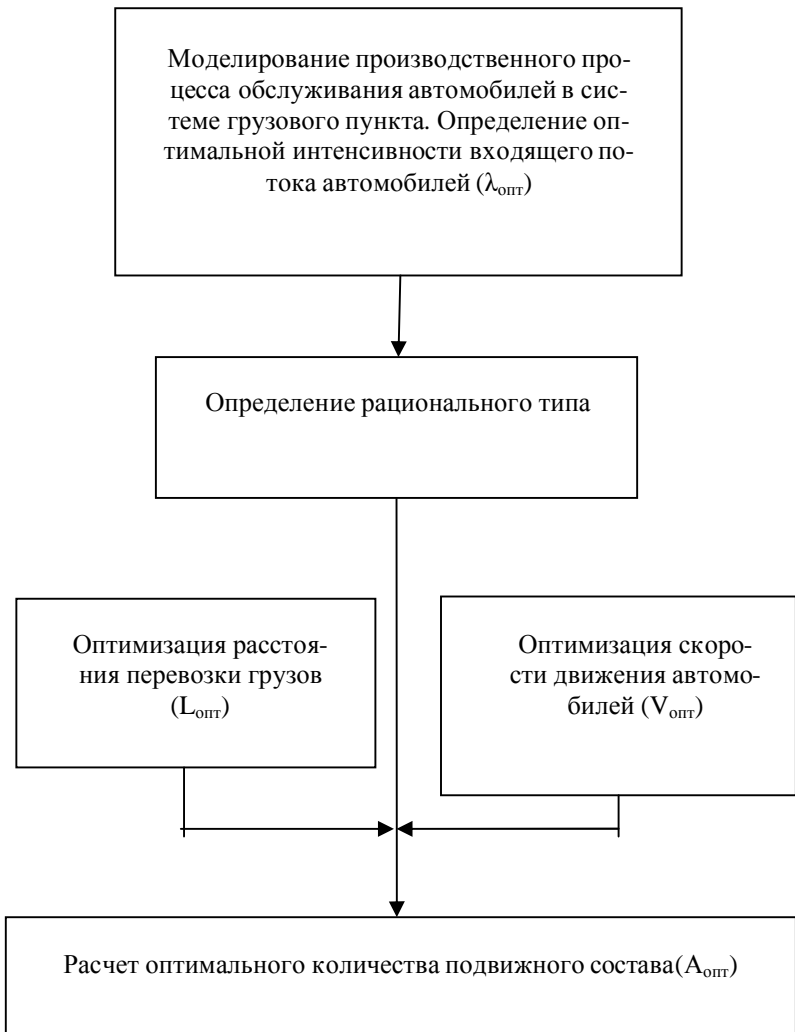


Рисунок 1 – Схема планирования оптимального количества подвижного состава

Оптимальное количество автомобилей находится по формуле

$$A_{\text{опт}} = \frac{Q_c}{W_Q}, \quad (1)$$

где  $Q_c$  – суточная производительность пункта разгрузки, авт·т/ч;

$W_Q$  – производительность единицы подвижного состава, т/ч.

Суточная производительность пункта разгрузки может быть выражена через число автомобилезаездов, которое пункт может обслужить в течение суток,

$$Q_c = \lambda_{\text{опт}} T_p q \gamma_i, \quad (2)$$

где  $\lambda_{\text{опт}}$  – оптимальная интенсивность входящего потока автомобилей, авт/ч;

$T_p$  – режим работы пункта, ч;

$q$  – грузоподъемность транспортного средства, т;

$\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности.

Производительность единицы подвижного состава

$$W_Q = \frac{Z_e q \gamma}{t_e}; \quad (3)$$

где  $Z_e$  – число ездов;

$t_e$  – время оборота (ездки), ч.

Время оборота (ездки) определяется из выражения

$$t_e = \frac{l_{\text{гз}}}{\beta V_T} + t_{\text{об}}, \quad (4)$$

где  $V_T$  – техническая скорость автомобиля, км/ч;

$l_{\text{гз}}$  – длина ездов с грузом, км;

$\beta$  – коэффициент использования пробега;

$t_{\text{ср}}$  - среднее время погрузочно-разгрузочных работ за один оборот, ч.

Проведя необходимые преобразования, получаем

$$W_Q = \frac{Z_{\text{пл}} V_T \beta}{t_{\text{ср}} + V_T t_{\text{ср}} \beta} \quad (5)$$

Полученная зависимость позволяет сделать анализ влияния скорости движения на выработку транспортного средства, что позволит определить факторы влияющие на ход выполнения транспортных услуг и тем самым повысить эффективность использования подвижного состава.

Согласно формуле (5) с увеличением скорости движения производительность транспортных средств всегда возрастает по закону гиперболы. Нелинейное изменение скорости можно объяснить тем, что в результате увеличения  $V_T$  сокращается время движения за езду или оборот. Тогда за одно и то же время работы на линии появляется возможность выполнить большее число ездов. Вместе с тем с увеличением скорости движения транспортное средство чаще попадает в погрузочно-разгрузочные пункты, что вызывает рост затрат времени на эти работы. В связи с этим как показали исследования, прирост скорости в интервале малых значений может дать больший эффект, чем в интервале больших значений скорости. Это положение необходимо учитывать для разработки программы по оптимизации перевозок.

С повышением скорости движения всегда возрастают затраты связанные с расходом топлива. Исходя из принципа, что за плановое время пребывания на линии автомобиль может выполнить только целое число ездов, можно утверждать, что приращение среднетехнической скорости только тогда сопровождается ростом производительности, когда за счет сокращения затрат времени на движение появляется возможность выполнить за плановое время дополнительную езду. В противном случае увеличение скорости не дает увеличение производительности, а ведет к возрастанию удельных затрат.

Для выявления закономерности изменения выработки автомобиля при различных скоростях движения рассмотрим пример при сле-

дующих условиях:  $T_n=8$  ч;  $\beta=0,5$ ;  $t_{\text{ср}}=0,5$  ч;  $q=5$  т;  $\gamma=1$ .

При расчете выработки автомобилей учитывалось, что за плановое время пребывания в наряде каждое транспортное средство может выполнить только целое число ездов  $Z_c$ .

Число ездов, выполняемое единицей подвижного состава равно

$$Z_c = \frac{T_n}{t_{\text{св}}}, \quad (6)$$

где  $T_n$  – время пребывания автомобиля в наряде, ч.

Количество перевезенного груза  $Q$  и выполненной транспортной работы  $P$  за время  $T_n$  с учетом выше изложенного будет соответственно равно

$$Q = Z_c q \gamma;$$

$$P = Z_c q \gamma \frac{P}{q}. \quad (7)$$

Для решения практической задачи по определению оптимальной скорости движения на заданном участке дороги удобно пользоваться предлагаемой номограммой (рисунок 2), которая была рассчитана и построена с учетом формул (3-7). Анализ влияния скорости движения на эффективность работы подвижного состава показывает, что на достаточно больших интервалах приращения скорости не наблюдается увеличение выработки автомобилей. Поэтому повышение скорости движения автомобиля не всегда приносит положительный эффект. Не знание этого явления может приводить к ошибкам в анализе и планировании работы транспортных средств. Так при пробеге с грузом 5 км автомобиль выполнит всего 11 ездов хотя при этом увеличение скорости движения составит от 40 км/ч до 60 км/ч. При изменении скорости движения до 60 км/ч также не происходит приращения выработки автомобиля, т.е. количество перевезенного груза составит 55 т, а выполненной транспортной работы 275 т·км. С увеличением пробега с грузом до 25 км автомобиль может выполнить только 5 ездов даже при увеличении скорости движения от 45 км/ч до 55 км/ч, а количество перевезенного груза и выполненной транспортной работы за время  $T_n$  составит соответственно 25 т и 625 т·км. С ростом пробега с грузом интервалы приращения скорости движения, при которых не наблюдается увеличение выработки автомобилей, уменьшаются.

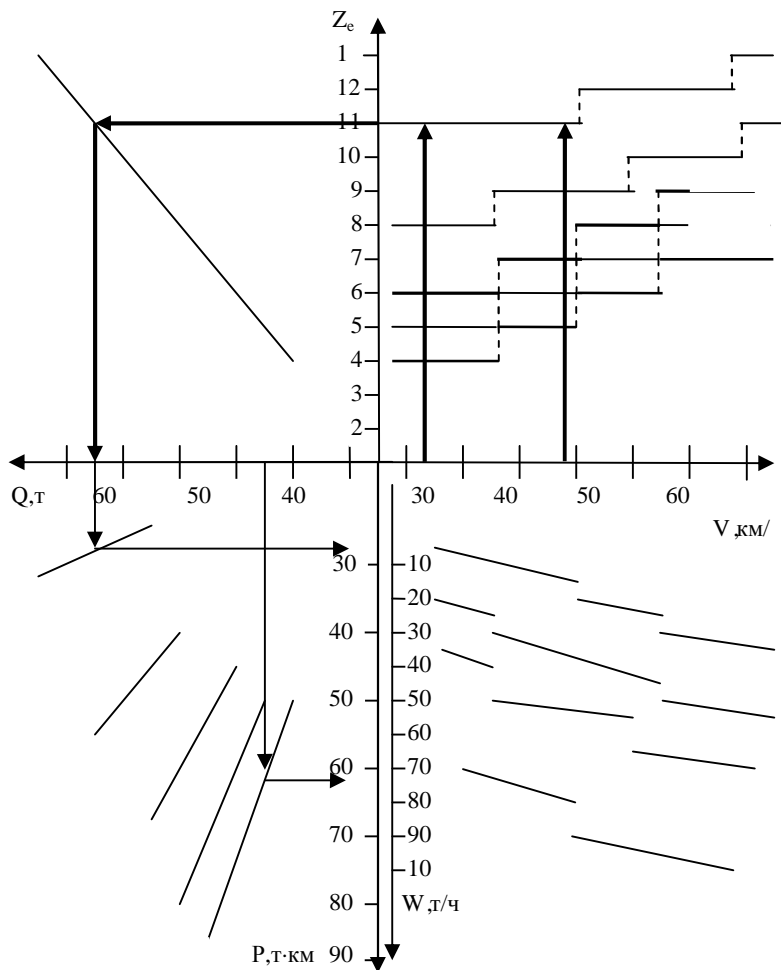


Рисунок 2 – Номограмма для определения количества перевозимого груза, выполненной транспортной работы и производительности единицы подвижного состава в зависимости от скорости движения

Производительность транспортного средства с увеличением скорости движения увеличивается за счет уменьшения времени ездки. Выработка автомобиля описывается линейными зависимостями (см. рисунок 2), а не гиперболическими, согласно дискретному характеру в

соответствии с целым числом ездов, выполняемых каждым автомобилем.

Выявленные закономерности соответствуют реальным транспортным процессам. Использование их при планировании дает возможность получить строго обоснованный план работы транспортных средств, что позволит определить оптимальное количество автомобилей, необходимых для перевозки сельскохозяйственной продукции.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ СОКОВ В КАЧЕСТВЕ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМОКИСЛОТНЫХ СЫРОВ**

*М.П. Щетинин, О.В. Кольтюгина, М.В. Бычкова*

*ГОУ ВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Разработка безотходных и малоотходных технологий переработки молока в условиях дефицита пищевого белка является актуальным направлением исследований современной науки.

Применение способа термокислотной коагуляции для получения мягких сыров позволяет, благодаря совместной коагуляции казиенат-кальцийфосфатного комплекса и сывороточных белков увеличить выход продукта и, соответственно, уменьшить потери белка с сывороткой. Производство сыров этим способом позволяет сократить такие технологические операции, как сычужное свертывание, разрезка сгустка и постановка зерна, созревание, что снижает трудоемкость технологического процесса, такое производство не требует дорогостоящих молокосвертывающих ферментов и как следствие снижает себестоимость готового продукта.

С учетом вышеизложенного на базе Алтайского государственного технического университета были проведены эксперименты, цель которых заключалась в исследовании особенностей производства сыров термокислотной коагуляцией белковой фракции молока при использовании в качестве коагулянтов молочной сыворотки и облепихового, вишневого и яблочного соков.

Для исследований использовали молоко из одного хозяйства, для статистической достоверности исследования проводились в трех повторностях. В первую очередь производилась оценка качества исход-

ного сыра, в результате которой были выделены факторы, влияющие на процесс получения сыра методом термокислотной коагуляции. Затем изучено влияние наиболее существенных факторов, таких как вид коагулянта, температура коагуляции, продолжительность термокислотной коагуляции, объемы вводимых коагулянтов. На основании результатов эксперимента выделены рациональные параметры получения термокислотных сгустков при использовании определенных коагулянтов. Далее проведена оценка качества полученного продукта.

Исследование проводилось в несколько этапов. На первом этапе качестве коагулянтов применялись пищевые кислоты (уксусная и лимонная), плодово-ягодные соки (облепиховый, яблочный, вишневый), молочная сыворотка (творожная и подсырная) и смесь сока каждого вида с сывороткой в различных пропорциях.

Применение в качестве коагулянтов плодово-ягодных соков с творожной или подсырной сывороткой позволяет получить белковые сгустки, выгодно отличающиеся органолептическими показателями, увеличить выход продукта по сравнению со сгустками, полученными при использовании уксусной или лимонной кислот. Зависимость изменения выхода сыра от используемого коагулянта представлена на рисунке 1. Из диаграммы видно, что использование в качестве коагулянта указанных плодово-ягодных соков в сочетании с творожной или подсырной сывороткой позволяет увеличить выход сгустка.

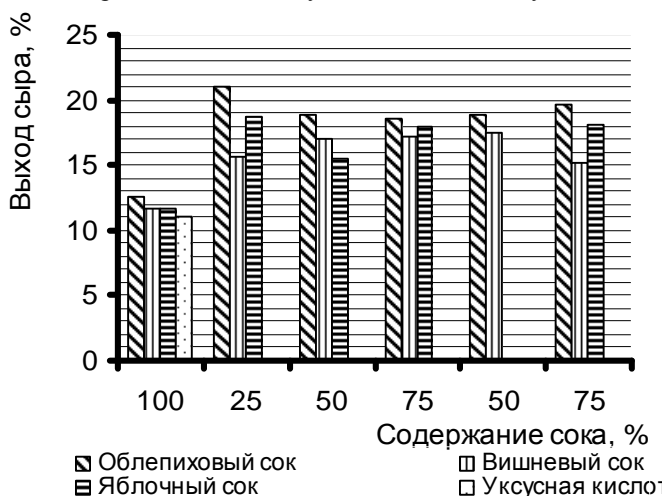
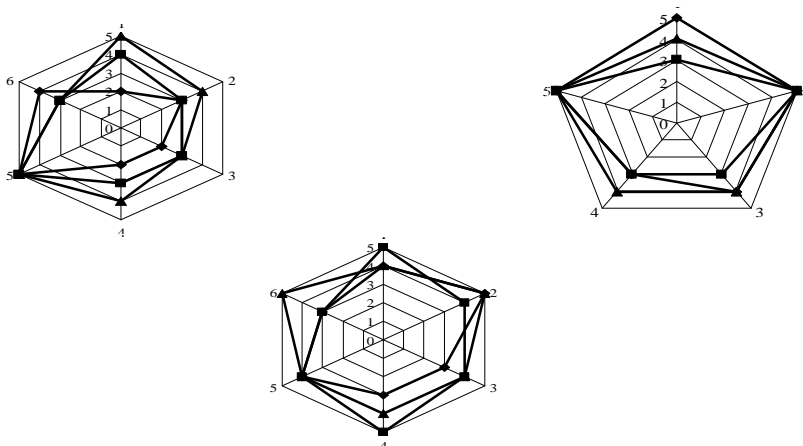


Рисунок 1 – Изменение выхода сгустка в зависимости от используемого коагулянта

После проведения серии опытов было выявлен состав коагулянтов, позволяющий получить наибольший выход продукта. Кроме того, применение коагулянтов позволило получить хорошие органолептические показатели сыворотки и сгустков, представленные на рисунке 2.



- 1 – 100 % сок
- 2 – 25 % сока + 75% творожная сыворотка
- 3 – 50 % сока + 50% подсырная сыворотка
- 4 – 75 % сока + 25% творожная сыворотка
- 5 – 50 % сока + 50% подсырная сыворотка
- 6 – 75 % сока + 25% подсырная сыворотка

а) с облепиховым соком; б) с яблочным соком; в) с вишневым соком

◆ Вкус    ■ Цвет    ▲ Запах

Рисунок 2 – Органолептические показатели сыворотки и сгустков

Следующим этапом было изучение влияния температуры коагуляции на выход сгустка.

Зависимость выхода белковых сгустков от температуры коагуляции представлена на рисунке 3. Коагуляция проводилась при температурах в интервале от 75 °С до 94 °С. Для всех коагулянтов с увеличением температуры пастеризации наблюдалось снижение содержания сухих веществ в сыворотке, полученной после отделения сгустка, что указывает на более эффективное использование белков молока в продукте. Сгусток с хорошей и плотной консистенцией был получен при высокотемпературной обработке молока от 90 °С до 95 °С. Температу-



ра коагуляции менее 80 °С способствовала получению дряблого рыхлого сгустка.

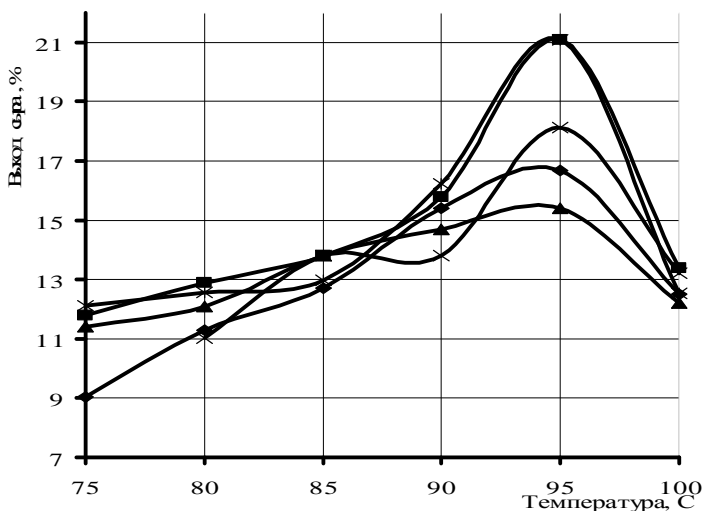


Рисунок 3 – Влияние температуры коагуляции на выход сыра

На третьем этапе определялась продолжительность коагуляции при температуре 94 °С. Влияние продолжительности коагуляции представлена на рисунке 4. Наибольший выход сгустка наблюдается в интервале от 10 до 12,5 минут. Продолжительность коагуляции менее 10 минут не позволяет получить плотный сгусток, а коагуляция более 12,5 минут дает слишком плотные резиновые сгустки.

При сравнении действия разных коагулянтов следует отметить, что при использовании смеси молочной сыворотки и плодово-ягодных соков в сгусток переходит часть белков коагулянта, что, в свою очередь, повышает выход готового продукта.

Проведенные исследования показали, что использование в качестве коагулянтов смесь молочной сыворотки и плодово-ягодных соков в производстве сыров целесообразно и рентабельно.

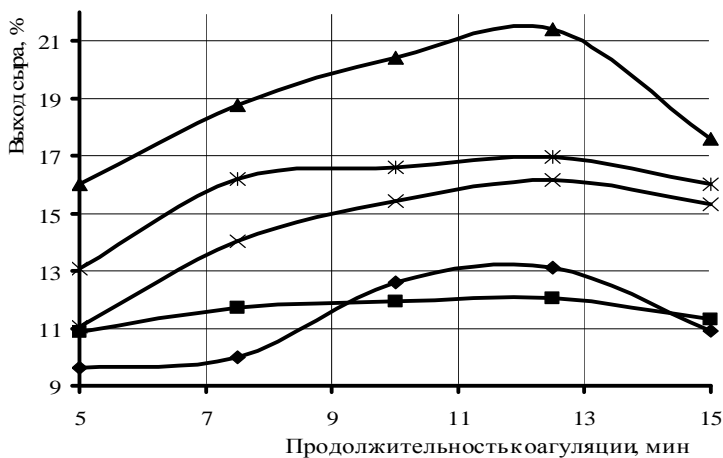


Рисунок 4 – Влияние продолжительности коагуляции на выход сгустка

## ВЛИЯНИЕ ДИФФУЗИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЛАВЛИВАНИЯ ЧАСТИЦ В ЦИКЛОНАХ

*Н.Н. Гаркуша, В.П. Тарасов*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Результаты математического моделирования улавливания твердых частиц в циклонных камерах практически всегда отличаются от эмпирических данных, полученных даже при самом тщательном соблюдении всех необходимых требований к точности эксперимента.

Многие из используемых математических моделей, описывающих движение частиц в центробежных полях циклонов, помимо главных противодействующих сил (центробежной и сопротивления среды) учитывают и менее значимые силы, например, Магнуса, Кориолиса, Бассе и т.д., что, безусловно, имеет значение при определенных условиях. Реальная ситуация в циклонной камере несколько отличается от

модельной, поскольку предполагает не только асинхронное движение твердых частиц и турбулентного потока газа в стесненном объеме криволинейного канала, но и взаимодействие частиц между собой и со стенками канала в условиях высоких градиентов окружных скоростей, давлений, концентраций, причем результат этого взаимодействия оказывается различным в зависимости от размера и массы частиц. Поведение высокодисперсных частиц несколько отличается от движения крупно и средне-дисперсных фракций, поскольку существенное влияние на них оказывают молекулярная и турбулентная диффузии частиц.

Одной из весомых причин расхождения теоретических и эмпирических результатов, влияющих на центробежное осаждение высокодисперсных фракций т.е. частиц диаметром  $d \leq 20 \mu\text{м}$ , является радиальный градиент их концентрации в сепарационной камере.

При вращательном движении аэродисперсного потока в корпусе циклона, через  $180^\circ$  поворота от входного патрубка, под действием центробежной силы происходит его практически полное расслоение; в результате чего вблизи боковой поверхности сепарационной камеры скапливается более 80% всего количества твердых частиц. Такое неравномерное их распределение по сечению канала образует высокий радиальный градиент концентрации частиц, что в свою очередь оказывает влияние на процесс дальнейшего формирования периферийного слоя потока, состояние которого в конечном итоге и определяет эффективность сепарации высокодисперсных фракций. В процессе вращения потока в слое возникает сила, препятствующая радиальному перемещению частиц к поверхности осаждения. Значение этой силы возрастает по мере продвижения аэрозоля в корпусе циклона, в том числе за счет увеличения толщины и плотности пристенного слоя. Анализ процесса центробежного расслоения аэрозоля показывает, что крупные и тяжелые частицы, суммарная концентрация которых значительно превышает содержание высокодисперсных фракций, достигают поверхности осаждения ранее других и препятствуют осаждению более мелких частиц. В результате чего, по мере увеличения количества движущихся в пристенном слое твердых частиц и соответственно радиального градиента концентрации; возможность (вероятность) проникновения к стенке циклона высокодисперсных фракций из центральных слоев потока снижается.

Высокий градиент концентрации пыли в пристенном слое стимулирует диффузионный (градиентный) поток частиц, направленный противоположно радиальному смещению частиц под действием центробежной силы. В соответствии с законом Фика диффузионный поток

$$dM = -D(dc/dy)Sdt, \quad (1)$$

где  $dM$  – масса частиц проходящих через площадь  $S$  за время  $dt$ , а  $D$  – коэффициент диффузии. Обозначим удельный поток (т.е. массу частиц в единицу времени, через единичную площадь) как  $q_d$

$$dM = q_d, \quad (2)$$

тогда диффузионный (градиентный) поток частиц можно выразить так:

$$q_d = -D(dc/dy) \quad (3)$$

Скорость перемещения частицы к поверхности осаждения (скорость сепарации  $V_c$ ) обусловлена радиальной скоростью потока. В свою очередь радиальная скорость потока в фазовой плоскости циклона непостоянна, как установлено [2] и достигает своего максимума на расстоянии  $1/3$  от стенки циклона в таком случае

$$V_c = \phi k^2 / R^3, \quad (4)$$

где  $k$  – величина, характеризующая распределение скоростей потока в циклоне.

Как правило, в периферийных слоях потока течение является квазипотенциальным, т.е. происходит по концентрическим окружностям [1] и скорости распределяются по закону площадей

$$WR = k = \text{const} \quad (5)$$

Тогда сепарационный поток частиц, вызванный радиальной скоростью

$$q_c = C \phi k^2 / R^3, \quad (6)$$

где  $C$  – концентрация частиц.

Сопоставляя два встречных потока частиц в радиальном направлении, можно считать их отношение  $q_c/q_d$  как соответствующее поведению частиц в сепарационной зоне циклона. В том случае, когда  $q_c/q_d > 1$  – частицы переносятся радиальным потоком в пристенный слой, где происходит их сепарация; если  $q_c/q_d < 1$  – частицы выносятся из пристенного слоя диффузионным (градиентным) потоком в сторону оси вращения, где, вероятно, они будут захвачены турбулентными пульсациями и унесены из сепарационной камеры.

Когда  $q_c/q_d = 1$  – сепарационный и диффузионный потоки находятся в равновесии, эффективность улавливания высокодисперсных фракций стабилизируется.

В этом случае

$$(C \phi k^2 / R^3) / (-D(dc/dy)). \quad (7)$$

Так как  $D = kTB$ , то

$$(C \phi k^2 / R^3) / (-kTB (dc/dy)). \quad (8)$$

Величину выноса частиц  $DR$  из пристенного слоя можно описать формулой Смолуховского [2]

$$DR = (2Dt)^{0.5}, \quad (9)$$

где  $t$  - время пребывания частиц в зоне сепарации.

Коэффициент диффузии в соответствии с формулой Эйнштейна [2] равен

$$D = kTB, \quad (10)$$

где  $k$  - постоянная Больцмана,  $T$  - температура, а  $B$  - подвижность частиц.

В свою очередь,  $B = \phi / m$ , где  $\phi = c d^2 / 18m$  - время релаксации твердой частицы, а  $m$  - её масса

В таком случае диффузионное смещение частиц из слоя в радиальном направлении составит

$$DR = \sqrt{(2kT\phi t) / m}, \quad (11)$$

$$DR^2 = (2kT c d^2 t) / 18m. \quad (12)$$

Приняв форму частиц шарообразной и выразив массу частицы как  $c \rho d^3 / 6$ , после преобразований получаем

$$DR^2 = (2k / 3\rho) (Tt) / (m d). \quad (13)$$

Откуда следует, что величина диффузионного выброса частиц из слоя пропорциональна температуре потока и времени пребывания частиц в циклоне, причем это влияние тем существеннее, чем меньше размер частиц. Анализ данного выражения позволяет сделать вывод о нецелесообразности длительного вращения аэрозоля в циклоне без промежуточного отбора отсепарированных частиц, поскольку увеличение концентрации частиц в пристенном слое способствует диффузионному выносу высокодисперсных фракций по направлению к оси вращения. Однако абсолютные значения величины диффузионного выноса частиц из пристенного слоя не могут быть достаточными для возникновения значимого течения, а являются подпиткой более интенсивного процесса турбулентной диффузии частиц.

### Список литературы

1. Пирумов, А.И., Аэродинамические основы инерционной сепарации / А.И. Пирумов; Под ред. Н.Я.Фабриканта. – М.: Госстройиздат, 1961.
2. Белоусов, В.В. Теоретические основы процессов газоочистки / В.В. Белоусов. – М.: Металлургия, 1988.

# ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУХОДУВНЫХ МАШИН

*В.П. Тарасов*

*ГОУ ВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

В пневмотранспортной установке воздуходувная машина – это источник гидравлической энергии и от ее характеристик во многом зависят параметры работы всей системы. Прежде всего, такие важные показатели, как энергозатраты на транспортирование, устойчивость работы, а также количество отработанного воздуха (выбросы в окружающую среду).

Основным параметром, характеризующим воздуходувную машину, является ее гидравлическая характеристика – взаимосвязь производительности (массового расхода воздуха),  $G_{в.м.}$  и развиваемого давления,  $P_{в.м.}$ . Здесь и далее под развиваемым воздуходувной машиной давлением понимается разность давлений в нагнетающем и всасывающем патрубках. Поскольку производительность у большинства воздуходувных машин, как правило, зависит от частоты вращения (колебаний) основного рабочего органа, то наиболее полной характеристикой является зависимость

$$G_{в.м.} = f_1(P_{в.м.}, n) \quad (1)$$

Здесь также следует заметить, что для многих типов воздуходувных машин влияние сопротивления на всасывающей и нагнетающей частях установки на производительность не одинаково. В справочной литературе основные характеристики воздуходувных машин, как правило, представлены в виде графических зависимостей – семейства кривых вида  $G_{в.м.} = f_2(P_{в.м.})$  при различных (постоянных) частотах вращения основного рабочего органа. Для некоторых воздуходувных машин приводится только величина производительности при номинальном давлении. Для анализа работы, этого часто бывает недостаточно, поэтому представляется важным иметь аналитические зависимости производительности воздуходувных машин.

Проведенные экспериментальные исследования [4] и анализ справочных данных [2,3,5] свидетельствуют о том, что рабочую часть основной характеристики многих воздуходувных машин можно описать зависимостью вида:

$$G_{в.м} = A_0 - A_1 \cdot P_{в.м}^c \quad (2)$$

где  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $c$  - коэффициенты, величина которых зависит от типа, вида воздуходувной машины и ее технического состояния.

Следует учитывать, что выражение (2) можно использовать для воздуходувных машин, у которых частота вращения (колебаний) основного рабочего органа постоянна, а также иметь в виду наличие ограничения по давлению и постоянство сопротивлений на одном из патрубков (всасывающем или нагнетающем), причем величина коэффициентов для одной и той же машины может быть разной в зависимости от того, работает ли воздуходувная машина на всасывание или на нагнетание.

Воздуходувные машины, применяемые в пневмотранспортных установках по способу преобразования механической энергии в гидравлическую можно разделить на центробежные, осевые (одно- и многоступенчатые), поршневые, шестеренчатые, винтовые, лопастные, водокольцевые и комбинированные, а по виду основной характеристики на воздуходувные машины с крутой («жесткой») и пологой характеристиками. Последнее деление носит условный характер. Обычно считают пологими характеристиками центробежных и осевых воздуходувных машин. «Жесткость» характеристики во многом определяется способом преобразования механической энергии в гидравлическую, конструктивными особенностями (величинами «мертвого» пространства, объемов «паразитных» полостей и пр.), точностью изготовления основных рабочих органов, а также характеристиками привода (главным образом зависимостью частоты вращения от момента сопротивления).

Большинство воздуходувных машин могут работать как для получения избыточного давления, так и для создания разрежения. Однако есть и исключение, например водокольцевые воздуходувные машины.

Количественно оценить крутизну («жесткость») гидравлической характеристики воздуходувной машины можно величиной жесткости,  $J$  - способностью воздуходувной машины обеспечивать стабильность производительности при изменении сопротивления сети

$$J = \frac{\partial G_{в.м}}{\partial P_{в.м}} \quad (3)$$

Для воздуходувных машин, у которых гидравлическая характеристика описывается выражением (2) «жесткость» будет определяться

$$J = -A_1 \cdot c \cdot P_{в.м}^{c-1} \quad (4)$$

Из выражения (4) можно сделать два вывода:

1) «жесткость» для большинства воздуходувных машин – вели-

чина отрицательная (исключение составляют: вентиляторы, имеющие так называемую горбатую характеристику, «жесткость», у которых на определенном участке характеристики – величина положительная, а также некоторые виды шестеренчатых воздуходувных машин);

2) у многих типов воздуходувок величина жесткости на различных участках характеристики изменяется в зависимости от величины развиваемого давления.

Величина «жесткости» воздуходувной машины является важным показателем для оценки устойчивости работы пневмотранспортных установок. Такой анализ (графический) выполнен в работах ВНИИЗа, в частности в [1].

На основании наших исследований [4] и литературных данных [2,3,5] можно утверждать, что в пределах допустимого изменения параметров величина «жесткости» различных воздуходувных машин составляет:

- для поршневых компрессоров от  $-10^{-6}$  до  $-10^{-4}$  м<sup>3</sup>/с·кПа;
- для шестеренчатых, винтовых и пластинчатых воздуходувок от  $-10^{-5}$  до  $-10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с·кПа;
- для водокольцевых воздуходувных машин от  $-10^{-3}$  до  $-10^{-2}$  м<sup>3</sup>/с·кПа;
- для центробежных и осевых воздуходувных машин от  $-\infty$  до  $-0,1$  м<sup>3</sup>/с·кПа, от  $0,1$  до  $\infty$  м<sup>3</sup>/с·кПа.

При этом следует заметить, что область отрицательных значений у всех реальных воздуходувных машин не ограничена и составляет  $-\infty$ . Это определяется у многих воздуходувок наличием предохранительного клапана, а у центробежных, осевых и водокольцевых машин – способом преобразования механической энергии в гидравлическую.

В заключение надо заметить, что выражение (2) лишь приближенно отражает реальность. Для уточнения влияния давления во всасывающем и нагнетающем патрубках, частоты вращения (колебаний) основного рабочего органа и других параметров (в частности привода) необходимо провести дополнительные теоретические и экспериментальные исследования.

### Список литературы

1. Володин, Н.П. Снижение энергоемкости мельничных пневмотранспортных установок / Н.П. Володин. – Колос, 1978. – 264 с.
2. Малис, А.Я. Пневматический транспорт для сыпучих материалов / А.Я. Малис, М.Г. Касторных. – М. Агропромиздат, 1985. – 344 с.
3. Пневмотранспортное оборудование: Справочник / М.П. Кали-



пушкин и др. – Л.: Машиностроен. Ленинградское отдел., 1986.– 286 с.

4. Разработка пневмотранспортной установки муки потоком высокой концентрации производительностью 10 т/час / отчет Алтайского политехнического института: Г.Р. № 81860098832 (промежуточный). – Барнаул, 1988. – 54 с.

5. Справочник по аспирационным и пневмотранспортным установкам / Н.П. Володин, М.Г. Касторных, А.И. Кривошеин. – М.: Колос, 1984. – 288 с.

## **СПОСОБ ИНЕРЦИОННОЙ СЕПАРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ**

*И.А. Ерёмкина, Ю.Ю. Губанов*

*ГОУ ВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

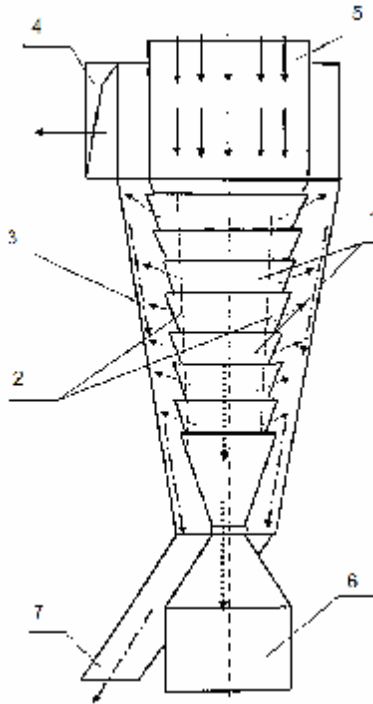
Число технологических процессов, связанных с приготовлением, применением и переработкой пылящих сыпучих материалов, непрерывно возрастает. Пыль стала одной из наиболее распространенных вредных примесей как в атмосферном воздухе, так и в воздушной среде производственных помещений. По требованиям ГОСТ 12.1.005-88 запыленность воздуха в рабочей зоне не должна превышать  $4 \text{ мг/м}^3$  для зерновой пыли и  $6 \text{ мг/м}^3$  для мучной. Концентрация пыли на выходе из пылеотделителя выше данных показателей, поэтому отработанный воздух из аспирационных и пневмотранспортных систем выбрасывается в атмосферу.

В зависимости от вместимости и грузооборота элеватора, производительности мельницы или крупочека, количество аспирационной пыли в виде органических и неорганических твердых частиц может достигать нескольких сотен тонн в год. Согласно проведенным расчетам, мукомольный завод производительностью 500 т/сут, за год выбрасывает в атмосферу около 38 т пыли. Таким образом, эффективная сепарация зерна и продуктов размола была и остается актуальной задачей при производстве муки, особенно остро эта проблема касается малых фермерских хозяйств, занимающихся переработкой собственного зерна. Качество такого зерна, поступившего непосредственно с поля, от комбайна далеко от базисных кондиций, для его дальнейшей переработки необходимо провести предварительную очистку.

В настоящее время выделение твердой фракции из воздушнопылевого потока происходит в два этапа. На первом этапе очистки, где отделяется основная масса крупных частиц, используют различные типы циклонов. Циклоны прекрасно показали себя и как пылеуловители и как разгрузители пневмотранспорта. Циклонный эффект возникает в очень большом диапазоне скоростей - от нескольких метров до нескольких десятков метров в секунду. Коэффициент очистки обычных циклонов может достигать 95-98%. Но степень очистки в циклонах зависит многих факторов: от размеров отделяемых частиц, скорости потока, конфигурации основных элементов и соотношения геометрических размеров циклона, объема очищаемого воздуха на входе в пылеуловитель, а так же от места расположения циклона и удобства его обслуживания; состояния внутренней поверхности и его герметичности, надежной работы шлюзового затвора. Четко выдерживать все условия работы циклона не всегда возможно, поэтому реальная степень очистки в циклоне, работающем на производстве, зачастую не превышает 80 %.

Таким образом, вторым этапом после циклонов предусматривается очистка удаляемого воздуха тканевыми фильтрами. В зерноперерабатывающей промышленности используют рукавные фильтры с регенерацией фильтровального материала посредством обратной продувки в импульсном режиме РЦИ и РЦИР. При этом требуется использование агрегата для выработки сжатого воздуха высоких давлений (45-60 КПа) и сложных систем для его распределения. Большинство фильтров обладает высокой эффективностью очистки, но стоимость очистки в фильтрах выше, чем в большинстве других пылеуловителей. Это объясняется конструктивной сложностью фильтров по сравнению с другими аппаратами, большим расходом электроэнергии и сложностью в эксплуатации.

Для уменьшения энергоемкости и повышения эффективности отделения дисперсных частиц от воздуха предлагается новый тип пневмоинерционного отделителя – циклон с коническими элементами. Способ инерционной сепарации мелкодисперсных частиц, на основе которого была разработана конструкция данного устройства, теоретически обоснован, основные результаты опубликованы в ряде научных статей [1,2] и защищен патентом РФ №2317155. На приведенном чертеже (рисунок 1) изображена схема осуществления способа инерционной сепарации мелкодисперсных частиц.



1 – конические элементы; 2 – гибкие подвесы; 3 – корпус; 4 – патрубок для очищенного воздуха; 5 – патрубок для ввода аэродисперсного продукта; 6, 7 – накопительные бункеры

Рисунок 1 – Схема пневмоинерционной сепарации дисперсных частиц

Процесс отделения осуществляется следующим образом. Отделяемый материал в потоке движущейся воздушной среды осесимметрично 5 подается внутрь корпуса 3. Наличие конических элементов 1, подвешенных на гибких подвесах 2, позволяет интенсифицировать процесс отделения. Под действием гравитационных сил на внутренних стенках конусных элементов образуется движущийся слой с повышенной концентрацией.

Твердые частицы, перемещаясь с одного конуса на другой, расположенный ниже, теряют скорость за счет возникновения сил трения и выводятся в накопительный бункер 6. Очищенный воздух выходит

из зазора между конусами и далее по касательной к корпусу отделителя, и если не все частицы отделились после конусов, то под действием центробежных сил они отбрасываются к стенкам корпуса и выводятся через накопительный бункер 7 перед выходом воздуха через выпускной патрубок 4.

Повышение эффективности отделения мелкодисперсных частиц от воздуха обеспечивается благодаря предварительному концентрированию аэродисперсного потока и началу разделения мелкой фракции на конических элементах, совершающих свободные колебания посредством ввода аэродисперсного потока внутрь корпуса осесимметрично пульсационно, обеспечивающего движение осевших фракций к отверстию для вывода крупной фракции.

Уменьшение энергоемкости обеспечивается, во-первых, отсутствием необходимости закрутки аэродисперсного потока на входе в устройство, во-вторых, пониженным аэродинамическим сопротивлением за счет осисимметричного ввода материала и уменьшения количества и протяженности рабочих пространств.

В результате испытания опытного образца пневмоинерционного отделителя были определены основные характеристики работы устройства (таблица 1).

Таблица 1 - Технические характеристики

Характеристика	Ед. изм.	Значение
Расход воздуха Q	м <sup>3</sup> /ч	486 - 704
Скорость воздуха на входе V	м/с	8,6 - 16
Сопротивление отделителя Н <sub>ц</sub>	Па	314 - 670
Концентрация аэросмеси	г/м <sup>3</sup>	60 - 110

Максимальная эффективность работы отделителя достигается при работе на продуктах размола с драных систем 97,2% , при этом скорость воздуха находится в пределах 9-14 м/с. При той же скорости воздуха достигается максимальная эффективность 93% на продукте с размольных систем [3]. При этом энергетические затраты на 30% ниже, чем у пылеотделителей, используемых в производстве.

Также, следует отметить влияние присосов на работу предлагаемого устройства. Для сравнения присосы воздуха в циклон ЦОЛ резко снижают эффективность работы: при присосе 0; 5; 8; 10: 15% значение эффективности соответственно 92; 91; 85; 50; 12%. По результатам испытаний предлагаемого отделителя такое влияние значительно сни-

жено. Это актуально особенно для перегрузки зерна, где соблности требую герметичность не всегда возможно.

Таким образом, пневмоинерционный отделитель эффективен в работе с различными по дисперсности продуктами, и может быть использован в качестве первой ступени очистки воздуха в аспирационных сетях, как разгрузитель в системах пневмотранспорта, отдельным агрегатом для первичной очистки зерна на механизированных токах и в составе пневматического перегружателя сыпучих продуктов.

Предлагаемое устройство будет востребовано на рынке переработки сельхозсырья, благодаря невысокому аэродинамическому сопротивлению, доступной цене, простоте конструкции, не требующей высоких затрат к монтажу и эксплуатации, позволяющей существенно повысить качество исходного зернового сырья и выпускаемой продукции.

### **Список литературы**

1. Терехова, О.Н. Пневмоцентробежное сепарирование дисперсных материалов / О.Н. Терехова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2008. № 11. С 49-53.

2. Злочевский, В.Л. Моделирование процесса движения продуктов размола в кольцевом вращающемся канале / В.Л. Злочевский, О.Н. Терехова, И.А. Еремина, М.Н. Белоусов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009. № 8. С. 78-83.

3. Терехова, О.Н. Экспериментальные исследования работы циклона с коническими элементами / О.Н. Терехова, И.А. Еремина // Техника в сельском хозяйстве. – М., 2009. №6. С. 36-38.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ТРИТИКАЛЕ УРОЖАЯ 2009Г**

*Н.А. Свистунова, Л.Е. Мелёшкина, А.Ю. Прибытков*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Основу развития всех отраслей сельского хозяйства составляет зерновое производство и прежде всего ускоренное и устойчивое наращивание валовых сборов продовольственного и фуражного зерна.

Наряду с увеличением производства зерна большое значение

имеет улучшение его качественных показателей. Качество зерна – это второй урожай.

Несмотря на то, что потребность в высококачественном зерне сильных и ценных сортов с каждым годом растет, сложилось мнение, что зерно тритикале, выращенное в условиях Западно – Сибирского региона, пригодно только для комбикормового производства или фуража.

Тем не менее, большой интерес к тритикале со стороны селекционеров объясняется тем, что, во-первых, это культура достаточно устойчива к инфекционным заболеваниям, неблагоприятным почвенно-климатическим условиям и другим факторам внешней среды. Во-вторых, главной задачей не только в нашей стране, но и в других странах является увеличение производства зерна, причем наряду с увеличением урожайности необходимо также повысить сборы с единицы площади более полноценной продукции. Последнее – требование сегодняшнего дня и необходимое условие селекции будущего.

Селекционеры Алтайского края активно работают в данном направлении.

В настоящее время районированны и допущенные к использованию в Западно - Сибирском регионе следующие сорта:

1. ЦЕКАД 90 – сорт, выведенный ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО РАСХН Сорт зернофуражный. Средняя урожайность зерна в регионе - 20,7 ц/га. Зимостойкость хорошая. Устойчивость к полеганию высокая.

2. СИРС 57 - сорт, выведенный ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО РАСХН Сорт зернофуражный. Средняя урожайность зерна в регионе - 30,7 ц/га.

3. Омская – сорт, выведенный ФГОУ ВПО Омским государственным аграрным университетом. Сорт зернокормового назначения. Обладает высокой зимостойкостью. Средняя урожайность зерна в регионе 19,9 ц/га.

4. Алтайская 4 - сорт, выведенный ГНУ Алтайским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства, зернового направления использования. Средняя урожайность зерна в регионе - 19,4 ц/га. Зимостойкость хорошая.

Средняя урожайность пшеницы по Алтайскому краю в 2009 году составила 15,4 центнера с гектара. Таким образом, все указанные сорта имеют хорошую урожайность, высокую зимостойкость. Но указанные сорта имеют низкую стекловидность, зерно мучнистое, плохо выполнено, щуплое, выход муки низкий. В связи с чем, чаще всего зерно тритикале используется на непроемственные цели.

Таким образом, необходимо получать стекловидные сорта тритикале с хорошими технологическими свойствами. Это является первоочередной задачей селекционеров тритикале, которые в настоящее время работают с селекционными образцами МР7/09; МР-6/09; Алтайская-4; КСИ 6/09; КСИ 16/09; КСИ 37-1/09; КСИ 13/09; КСИ 11/09.

Оценка технологических свойств указанных образцов явилось целью наших исследований.

Для проведения исследований применяли стандартные общепринятые методики [ 1,3 ].

Были изучены следующие технологические свойства: масса 1000 зерен, запах, цвет, натура, число падения, линейные размеры, крупность, плотность, объем 100 зерен, сорная примесь, зараженность вредителями, содержание мелких зерен. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 Характеристика зерна тритикале по технологическим свойствам

Показатель качества	Селекционный номер							
	МР-7/09	МР-6/09	Алтайская-4	КСИ 6/09	КСИ 16/09	КСИ 37-1/09	КСИ 13/09	КСИ 11/09
Запах	Нормальный, свойственный здоровому зерну							
Цвет	Нормальный, свойственный здоровому зерну							
Масса 1000 зерен, г	33,76	36,78	34,62	38,08	38,08	52,84	38,2	38,51
Натура, г/л	697,3	689,85	674,35	665,2	724,35	747,35	654,4	705,1
Сорная примесь, %	Не обнаружено							
Показатель качества	Селекционный номер							
	МР7/09	МР-6/09	Алтайская-4	КСИ 6/09	КСИ 16/09	КСИ 37-1/09	КСИ 13/09	КСИ 11/09
Объем 100 зерен	29,63	26,07	20,4	37,45	26,07	34,69	30,01	30,29
Число падения, сек	89	117	62	64	73	110	64	72
Крупность, %	47,12	70,26	83,86	73,16	69,5	96,25	72,9	80,76
Содержание мелких зерен, %	1,27	1,11	0,2	1,22	0,24	0,1	0,3	0,26
Линейные размеры, мм*	Ш=2,53 Д=11,38 Т=2,45	Ш=2,91 Д=7,9 Т=2,7	Ш=2,7 Д=7,11 Т=2,53	Ш=2,85 Д=11,85 Т=2,64	Ш=2,8 Д=7,89 Т=2,79	Ш=3,3 Д=8,47 Т=2,92	Ш=3,0 Д=7,81 Т=3,02	Ш=3,02 Д=7,96 Т=3,0
Зараженность вредителями	Не обнаружено							

\* Ш – ширина зерновки; Д – длина зерновки; Т – толщина зерновки

Масса 1000 зерен является показателем крупности, выполненности зерна. Связана она с его линейными размерами, химическим составом и комплексом технологических свойств, которые впоследствии и

сформируют качество получаемой продукции.

Натура зерна – весьма изменчивый показатель, зависящий от сорта и условий его произрастания, влажности и формы зерна.

Плотность зерна указывает на степень его зрелости. Этот показатель отражает комплекс характеристик физико-химических свойств зерна, таких как масса 1000 зерен, структура, химический состав и т.д. В связи с этим плотность зерна находится в достаточно высокой корреляционной зависимости с основными показателями технологических свойств зерна.

Известно, что плотность зерна с повышением содержания крахмала увеличивается, а с содержанием белка наоборот – уменьшается. Это особенно становится заметным при сопоставлении величин плотности тритикале с пшеницей и рожью. Относительное содержание крахмала в тритикале меньше, а белка больше.

Выравненность зерна по размеру является важным показателем качества. Тритикале превосходит пшеницу по выравненности, что выгодно выделяет его в технологическом смысле. Чем однороднее зерно по размеру, или чем более оно выровненное, тем меньше бывает потеря при переработке и тем лучше качество вырабатываемых продуктов. Особенно это относится к переработке зерна в крупу.

Кроме того, в технологических процессах особенно ценным считается зерно, крупное по ширине и толщине, в этом случае его сферичность выше, что определяет более высокое содержание эндосперма.

Форма и линейные размеры зерна существенно влияют на выбор условий хранения, транспортирования и переработки.

Объем единичных зерновок имеет большое значение для определения режимов очистки зерна, расчета выхода готовой продукции и т.д.

В условиях Восточной Сибири из-за неблагоприятных факторов среды, степень повреждения при прорастании определяется по показателю числа падения, характеризующего активность амилолитических ферментов.

В наших исследованиях средняя масса 1000 зерен изменялась от 33,76 г у образца МР 7/09 до 52,84 г у образца КСИ 37-1/09, что свидетельствует о высоких значениях массы 1000 зерен, так как абсолютные значения массы 1000 зерен для пшеницы в интервале от 46,1 до 54,4 г считаются высокими.

Наибольший показатель натуры зерна отмечен у образцов КСИ 37-1/09 (747,35 г/л) и КСИ 16/09 (724,35 г/л).

Исходя из литературных данных, средняя плотность зерна тритикале составляет 1,40 г/см<sup>3</sup>[2]. В результате исследований, наимень-



ший показатель относительной плотности составил  $1,21 \text{ г/см}^3$  образца КСИ 13/09, наибольшей плотностью обладает образец КСИ 11/09 –  $1,40 \text{ г/см}^3$ , что свидетельствует о средних показателях плотности зерна.

В результате проведенных нами исследований объем 100 зерен тритикале колеблется от  $20,4 \text{ см}^3$  у сорта Алтайская 4 до  $37,45 \text{ см}^3$  у образца КСИ6/09.

Погодные условия в период уборки способствовали прорастанию зерна на корню, поэтому выявлены относительно низкие показатели числа падения (89-117 с.), что позволяет рекомендовать использование исследуемых образцов, в большей степени, для крупяного производства.

Исходя из полученных результатов, наилучшими технологическими свойствами обладает образец КСИ 37-1/09. Известно, что чем выше масса 1000 зерен, тем ценнее зерно. Как правило, с увеличением массы 1000 зерен возрастает крупность зерна, показатели линейных размеров, выполненность. Эта закономерность прослеживается и при анализе полученных данных.

Масса 1000 зерен у данного образца составила  $52,84 \text{ г}$ , а следовательно и зерно более крупное (96,25%), соответственно имеет наилучшие показатели линейных размеров: длина  $8,47 \text{ мм}$ ; ширина  $3,3 \text{ мм}$ ; толщина  $2,92 \text{ мм}$ ; а значит и сферичность его выше, что определяет более высокое содержание эндосперма.

Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод, что образец КСИ 37 – 1/09 обладает лучшими технологическими свойствами, следовательно, его можно рекомендовать для дальнейшей селекции.

### Список литературы

1. Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна / Н.С. Беркутова - М., 1991 г.
2. Ригин, Б.В., Орлова, И.Н. Пшенично-ржаные амфидиплоиды / Б.В. Ригин - Л., «КОЛОС», 1977 г.
3. Авдусь, П.Б., Сапожникова, А.С. Определение качества зерна муки и крупы / П.Б. Авдусь - М., 1976 г.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ В КАСКАДНЫХ ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩИХ КАНАЛАХ

*М. А. Седешев, О. В. Шишкина*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

В промышленности для разделения сыпучих материалов широко используются воздушные каскадно-гравитационные классификаторы (сепараторы) с чередующимися наклонными каналами. Принцип действия таких сепараторов основан на многократном изменении направления воздушного потока, который разделяет частицы по их аэродинамическим свойствам, в результате чего крупные или тяжелые частицы выпадают вниз, а мелкие или легкие частицы поднимаются вверх и затем осаждаются в следующей секции или циклонах.

В конструкции таких аппаратов реализована каскадная схема сепарации, при которой процесс классификации носит повторяющийся характер. Преимущества данного вида сепаратора являются высокая точность классификации, простота и высокая надежность оборудования.

Однако у данных сепараторов имеются также недостатки. Они обладают повышенными гидравлическими потерями по сравнению с сепараторами с прямолинейными вертикальными или наклонными каналами. При изменении движения воздушного потока при повороте канала на 90 градусов, возникают местные сопротивления, в которых обычно возникают крупные вихри, где воздушный поток движется в основном по замкнутым кривым или близким к ним траекториям.

Нами была построена математическая модель движения сепарируемой воздухом частицы в наклонных чередующихся каналах. Частица моделируется материальной точкой с массой  $m$ . Движение частицы, в разработанной модели процесса сепарации (рис.1), происходит на плоскости в декартовой прямоугольной системе координат  $OXY$  в каналах, состыкованных друг с другом под углом в 90 градусов. Угол наклона первого канала по отношению к горизонтали составляет  $45^\circ$ . Ось  $OY$  декартовой системы координат совпадает с левой стенкой нижнего канала. Ввод частиц в воздушный канал производится из правой или левой стенок канала (см. рис.1) под углом  $\alpha$  к оси  $OX$  с некоторой начальной скоростью  $W_0$ .

Вектор скорости  $\vec{U}$  набегающего воздушного потока направлен вдоль стенок воздушных каналов с постоянным значением модуля и меняет свое направление в сечениях, соединяющих концы каналов.

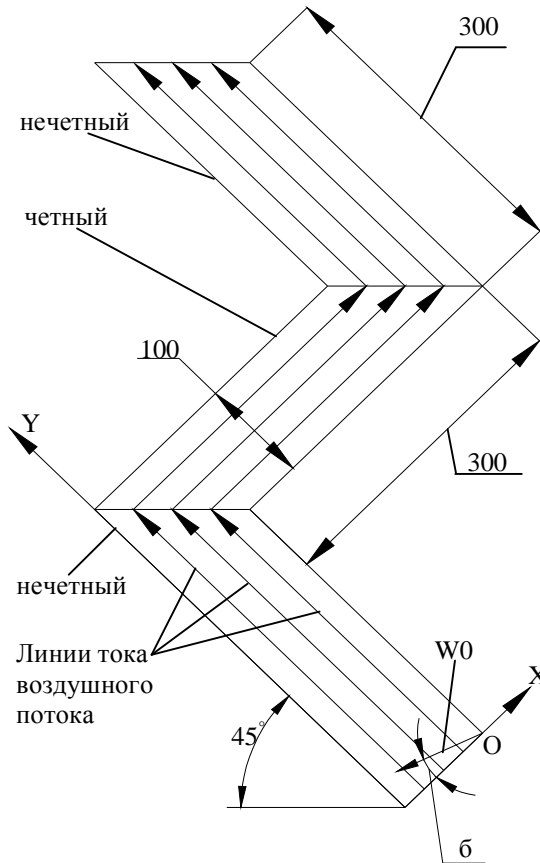


Рисунок 1 - К постановке задачи. Схема наклонных каналов

В воздушном потоке на каждую частицу действуют две силы: сила тяжести  $\vec{G}$  и сила аэродинамического сопротивления  $\vec{R}$ . Сила реакции воздуха направлена в противоположную сторону скорости перемещения частицы относительно воздуха и выражена через скорость витания частицы  $U_0$ .

Для описания движения частиц были разработаны две математические модели, соответственно для четного и нечетного каналов. По-

лучены следующие системы дифференциальных уравнений движения частицы по осям координат. Для четных каналов

$$\ddot{x} = -\frac{g}{U_g^2} \cdot \sqrt{\dot{x}^2 + (\dot{y}-U)^2} \cdot \dot{x} - g \cdot \sin(45^\circ), \quad (1)$$

$$\ddot{y} = -g \cdot \cos(45^\circ) - \frac{g}{U_g^2} \cdot \sqrt{\dot{x}^2 + (\dot{y}-U)^2} \cdot (\dot{y}-U), \quad (2)$$

и для нечетных каналов

$$\ddot{x} = -\frac{g}{U_g^2} \cdot \sqrt{(\dot{y}-U)^2 + \dot{x}^2} \cdot (\dot{y}-U) - g \cdot \sin(45^\circ) \quad (3)$$

$$\ddot{y} = -g \cdot \cos(45^\circ) - \frac{g}{U_g^2} \cdot \sqrt{(\dot{y}-U)^2 + \dot{x}^2} \cdot \dot{x}. \quad (4)$$

Здесь  $g$ -ускорение земного притяжения,  $U_B$ -скорость витания частицы,  $U$ -скорость набегающего воздушного потока.

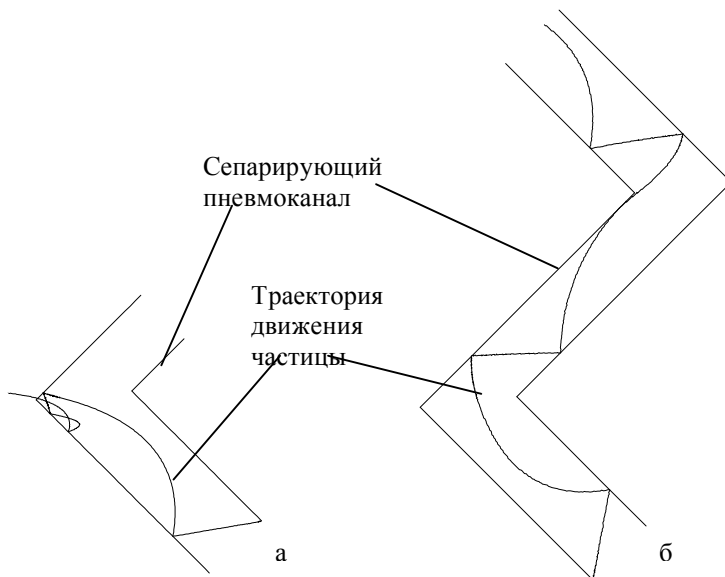


Рисунок 2-Движение частицы в пневмоканале

Нелинейные дифференциальные системы уравнений решались численным методом в пакете MathCAD.

Для решения была выбрана одна частицы со скоростью витания  $U_g=5\text{м/с}$ , но с разными условиями входа в пневмоканал. В первом варианте частица попадала в пневмоканал с левой стороны (рис. 2б) и во

втором – с правой (см.рис 2а). Скорость воздушного потока составляла в обоих случаях  $U=6\text{м/с}$ , начальная скорость частицы -  $0,1\text{м/с}$ , угол наклона к оси  $OX$  – 20 градусов.

При подводе слева частица движется по каналу, отражаясь от его стенок, (см. рис.2б) и беспрепятственно удаляется из него. При подводе с правой стороны, частица попадает в область где, многократно отражаясь от стенок, не может выйти из нее (см. рис.2а). В нашем случае это не вихревая зона, но, однако, при выбранной модели она также не может ее покинуть.

Данная модель позволила увидеть недостатки каскадных пневмоканалов, что при любом подводе частиц, среди них могут найтись такие, которые могут находиться бесконечно долго в пневмоканале и не участвует в дальнейшем переносном движении.

Для решения таких проблем нужно изменить форму канала так, как показано на рис.3 или переход от одного канала к другому выполнить в виде закругленного колена.

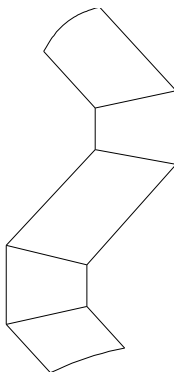


Рисунок 3 - Предлагаемый вариант каскадного сепаратора

Это позволит уменьшить гидравлическое сопротивление и, следовательно, улучшить работу сепаратора, при этом сохранив все достоинства каскадной сепарации.

# **ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ КОНТАКТА МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ С ВОДНО-СПИРТОВОЙ СМЕСЬЮ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОПРИМЕСЕЙ В ВОДКЕ**

*В.П. Коцюба, Е.С. Дикалова*

*ГОУВПО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И. ПОЛЗУНОВА»*

Основной технологической стадией производства водки является обработка водно-спиртовой смеси (сортировки) активным углем. Перспективным представляется способ обработки сортировки во взвешенном слое мелкодисперсного угля, так как применение его при периодической работе производства позволяет избежать брака, который неизбежно образуется при запуске колонки на свежем угле или после остановок.

Для эффективной реализации процесса необходимо подобрать марку активного угля, степень дисперсности и оптимальное время контакта его с сортировкой. С целью изучения влияния времени контакта сортировки с углем на содержание микропримесей в водке на кафедре «Технология бродильных производств и виноделия» АлтГТУ им. И.И. Ползунова была проведена серия опытов.

Для исследования выбрали четыре марки активных углей: косточковые КАУСОРБ 212 и КАУСОРБ 221, древесные БАУ-А и БАУ-А, импрегнированный серебром. Уголь каждой марки измельчили и путём ситового анализа отобрали фракцию с размером частиц 0,3 – 0,4 мм. Для приготовления сортировки крепостью 40 %об. использовали спирт сорта «Экстра» и дистиллированную воду. Сортировку (100 мл) и уголь определённой марки (0,2 г) интенсивно перемешивали в закрытой конической колбе в течение 5 – 20 минут при постоянной температуре 20 °С. Затем жидкость сливали с осадка и центрифугировали для удаления угольной взвеси. Каждый опыт проводили в трёх повторностях. В полученных образцах водки определяли содержание токсичных микропримесей газохроматографическим экспресс-методом по ГОСТ Р 51698-2000.

После обработки экспериментальных данных был проведён анализ зависимости содержания микропримесей в водке от времени контакта сортировки с углем.

На рисунке 1 представлена зависимость содержания уксусного альдегида в водке от времени контакта сортировки с углем различных марок.

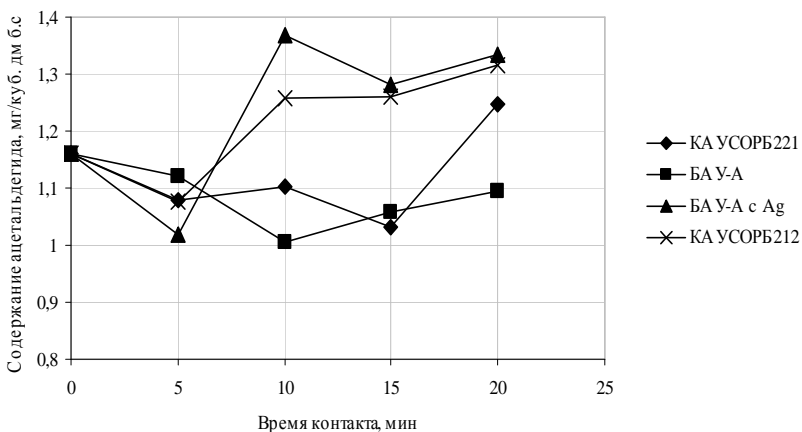


Рисунок 1 – Зависимость содержания уксусного альдегида в водке от времени контакта сортировки с углем

Из графика видно, что при обработке сортировки углем марок БА У-А импрегнированного серебром, и КА УСОРБ-212 минимальное содержание ацетальдегида достигается при времени контакта 5 минут. А при использовании активных углей БА У-А и КА УСОРБ 221 минимальное содержание альдегидов достигается при 10 и 15 минутах соответственно.

Метилацетат в следовых количествах (до 0,5 мг/дм<sup>3</sup> б.с.) обнаруживается в образцах водки, обработанных углем марки КА УСОРБ 212 в течение 20 минут, а этилацетат появляется в следовых количествах в образцах, обработанных углем марок КА УСОРБ 212 и БА У-А в течение 20 и 5 минут соответственно. В образцах водки, обработанных углем БА У-А, импрегнированного серебром, наблюдается рост содержания этилацетата с увеличением времени контакта до 15 минут. Рост содержания ацетальдегида и сложных эфиров можно объяснить каталитическими свойствами активного угля, которые наиболее выражены у угля марки БА У-А, импрегнированного серебром, что обусловлено электрохимической разностью потенциалов, возникающей между серебром и углем, способствующей протеканию окислительно-восстановительных реакций, реакций этерификации и омыления. Появление сложных эфиров благоприятно сказывается на органолептические

ских свойствах продукта, но присутствие уксусного альдегида нежелательно, т.к. он придаёт водке неприятный запах и жгучий вкус. [1]

Наблюдается появление сивушного масла изоамилола при обработке сортировки древесным углем БА У-А, импрегнированного серебром, в течение 15 и 20 минут. Можно предположить, что это также связано с усилением каталитических свойств угля за счет содержания в нем серебра.

В опытах также выявлен неравномерный рост метанола по сравнению с исходной сортировкой в пределах 0,0020-0,0028 % об. в пересчёте на безводный спирт (б.с.). Однако наблюдающиеся изменения находятся в пределах ошибки метода.

Проведённые исследования показали, что содержание микропримесей в водке после обработки водно-спиртовой смеси мелкодисперсным активным углем зависит от свойств угля и времени контакта. Однако предложить наиболее подходящую марку активного угля и оптимальное время нахождения его в сортировке можно только после органолептической оценки полученных образцов, т.к. влияние качественного и количественного состава микропримесей на дегустационную оценку водок оценивается в литературе неоднозначно.

### **Список литературы**

1 Бачурин, П.Я. Технология ликёро-водочного производства: учебник / П.Я. Бачурин, В.А. Смирнов. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 326 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА ПЕНТОПАН МОНО НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА МУКИ <i>Л.В. Анисимова, С.В. Якушев, Т.С. Марушкина</i> .....	3
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОСЯНОЙ МУКИ УЛУЧШЕННОГО КАЧЕСТВА <i>А.А. Сидорова</i> .....	7
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПОМОЛ ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДСИСТЕМЫ МАЯТНИКОВОГО ТИПА <i>В.Л. Злочевский, А.П. Борисов, Л.И. Кострова, Э.П. Могучева</i> .....	12
ОБ ОЦЕНКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЕЛУШЕНИЯ КРУПЯНОГО ЗЕРНА <i>С.Н. Брасалин</i> .....	18
О ФИЗИЧЕСКОМ СМЫСЛЕ ОДНОГО ИЗВЕСТНОГО КРИТЕРИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЕЛУШЕНИЯ ПЛЕНЧАТЫХ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР <i>С.Н. Брасалин</i> .....	21
ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА МЯСНЫХ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ <i>М.А. Вайтанис</i> .....	26
ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ <i>Д.Н. Катусов</i> .....	30
ПРОИЗВОДСТВО ПЕСОЧНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ И РИСОВОЙ МУКИ <i>Л.А. Козубаева, С.С. Кузьмина, М.Н. Вишняк</i> .....	32
ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН ЛЬНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ <i>С. И. Конева</i> .....	35

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗЫ ВНЕСЕНИЯ ЯГОДНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СГУСТКА МОЛОКА <i>М.П. Щетинин, О.В. Кольтюгина, А.А. Косынкина</i> .....	39
АРБУЗНЫЕ СЕМЕНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧЕНЬЯ <i>В.Г. Курцева, Л.В. Белячкова</i> .....	44
ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЗАГРУЗКИ МАТЕРИАЛА НА СТАБИЛЬ- НОСТЬ РАБОТЫ ПНЕВМОТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ <i>К.А. Мухомад</i> .....	48
МЕХАНИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МУКИ <i>Д.Н. Протопопов, Л.А. Козубаева, С.С. Кузьмина, С.В.Иванов</i> .....	52
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОБЕЗЖИРЕННОГО СЫРА ДЛЯ ПЛАВЛЕНИЯ <i>М.П. Щетинин, Е.В. Рожкова</i> .....	55
ЗАМЕС ТЕСТА В ЛОПАСТНОМ СМЕСИТЕЛЕ <i>Г.В. Русьянова, И.Н. Палов</i> .....	60
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ НА КИСЛОТНОСТЬ РЖАНОЙ МУКИ <i>А.В. Снегирева</i> .....	64
ПРОБЛЕМЫ ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>В.С. Солопов</i> .....	68
ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ЯБЛОЧНЫХ ВИНОВАТЕРИАЛОВ ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В ВИНО- ДЕЛИИ <i>Н.К. Шелковская, И.С. Еремна</i> .....	74
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ В КАЧЕСТВЕ ЗАГУСТИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО ДЕСЕРТА «ОБЛЕПИХА» <i>Т.П. Яковлева, Е.Ю. Филимонова</i> .....	78
АНАЛИЗ СТЕКЛОВИДНОСТИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА <i>В.С. Лузев, Д.А. Сорокин</i> .....	82

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ <i>С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца</i> .....	88
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ СОКОВ В КАЧЕСТВЕ КОА- ГУЛЯНТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМОКИСЛОТНЫХ СЫРОВ <i>М.П. Щетинин, О.В. Кольтюгина, М.В. Бычкова</i> .....	94
ВЛИЯНИЕ ДИФфуЗИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЛАВЛИВАНИЯ ЧАСТИЦ В ЦИКЛОНАХ <i>Н.Н. Гаркуша, В.П. Тарасов</i> .....	98
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУХОДУВНЫХ МАШИН <i>В.П. Тарасов</i> .....	102
СПОСОБ ИНЕРЦИОННОЙ СЕПАРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ <i>И.А. Ерёмкина, Ю.Ю. Губанов</i> .....	105
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБ- РАЗЦОВ ТРИТИКАЛЕ УРОЖАЯ 2009г <i>Н.А. Свистунова, Л.Е. Мелёшкина, А.Ю. Прибытков</i> .....	109
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ В КАСКАДНЫХ ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩИХ КАНАЛАХ <i>М.А. Седешев, О. В. Шишкина</i> .....	114
ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ КОНТАКТА МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ АК- ТИВНЫХ УГЛЕЙ С ВОДНО-СПИРТОВОЙ СМЕСЬЮ НА СОДЕР- ЖАНИЕ МИКРОПРИМЕСЕЙ В ВОДКЕ <i>В.П. Коцюба, Е.С. Дикалова</i> .....	118