

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
РАСТВОРИМОГО ПЕЧЕНЬЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА
Гершончик К.Н.¹, Кондратова И.И.¹, Лодыгина С.В.², Лодыгин А.Д.²,
Курченко В.П.³

¹ Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию г. Минск

² Северо-Кавказский государственный университет, г. Ставрополь

³ Белорусский государственный университет, Минск, г. kurchenko@tut.by

Изучено влияние процесса ферментации клейковины нейтралой при изготовлении детского растворимого печенья. Показано, что происходит значительный протеолиз глиадинов и частично глютеинов с образованием низкомолекулярных пептидов. Процесс ферментации повышает намокаемость и снижает плотность печенья.

В возрасте 4-6 месяцев у ребенка значительно возрастает потребность в витаминах, минеральных веществах и энергии в связи с интенсивной двигательной активностью, быстрым ростом и ежемесячной прибавкой массы тела. В связи с этим ребенку вводят прикорм [4]. Одним из продуктов прикорма является растворимое печенье. Для детей с 6 месяцев печенье предварительно растворяют в теплом молоке и кормят ребенка из бутылочки или с ложечки. Для детей старше 7 месяцев печенье используют в качестве дополнения к основным блюдам без предварительного растворения. Реологические характеристики теста и структура готовых изделий обуславливают его намокаемость и растворимость. Косвенной характеристикой структуры печенья является плотность: с понижением плотности увеличивается пористость и хрупкость печенья и, как следствие, повышаются его намокаемость и растворимость.

При изготовлении мучных кондитерских изделий находят применение ферментные препараты протеолитического действия, которые позволяют корректировать свойства муки, снижать упруго-эластичные свойства теста, ускорять набухаемость белков, улучшать качества готовой продукции. Кроме того, добавление протеаз в тесто приводит к гидролизу высокомолекулярных белков пшеницы до пептидов, которые легко перевариваются в желудочно-кишечном тракте ребенка. Фермент в процессе выпечки подвергается термоинактивации.

Важным фактором, обуславливающим качество мучных кондитерских изделий, является качество используемой муки. При изготовлении мучных кондитерских изделий преимущественно используют муку пшеничную. В своем составе пшеничная мука содержит от 7,0 до 26,0 % белков, фракционный состав которых представлен альбуминами, глобулинами, глиадинами и глютеинами. Уникальными свойствами глиадиновой и глютеиновой фракции белков пшеницы, в отличие от белков семян других растений, является способность набухать с образованием упругой,

пластичной массы, называемой клейковиной. Основополагающими технологическими свойствами пшеничной муки являются содержание клейковины и ее качество, в значительной степени определяющие структурно-механические свойства теста и качество готовых изделий [1, 2].

Целью работы являлось изучение влияния ферментного препарата и вида пшеничной муки с различным содержанием клейковины на качество растворимого печенья для детского питания.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследований использовали нейтразу (КФ 3.4.24.28, protease from *Bacillus amyloliquefaciens*, протеолитическая активность 0,9 Е/г, «Sigma», США) и муку пшеничную высшего сорта производства ОАО «Лидахлебопродукт» с содержанием клейковины 25, 28 и 32 %, при этом количество белка в муке составило 10,2, 10,3 и 10,5 % соответственно. Качество клейковины исследуемых видов муки составляет 70-79 усл. ед., мука с содержанием клейковины 25 и 32 % относится к первой группе качества (хорошая), а с содержанием клейковины 28 % – ко второй (удовлетворительно слабая).

Степень протеолиза белков растворимого печенья анализировали методом SDS-электрофореза в полиакриламидном геле [3]. В качестве стандартов молекулярных масс использовали: α -лактоальбумин - 14,2 кДа; β -лактоглобулин - 18,3 кДа; пепсин - 34,5 кДа; пероксидаза хрена - 40 кДа; бычий сывороточный альбумин - 66 кДа; лактоферрин - 80 кДа. Для оценки электрофореграмм применяли графический редактор Adobe Photoshop.

Результаты и их обсуждение.

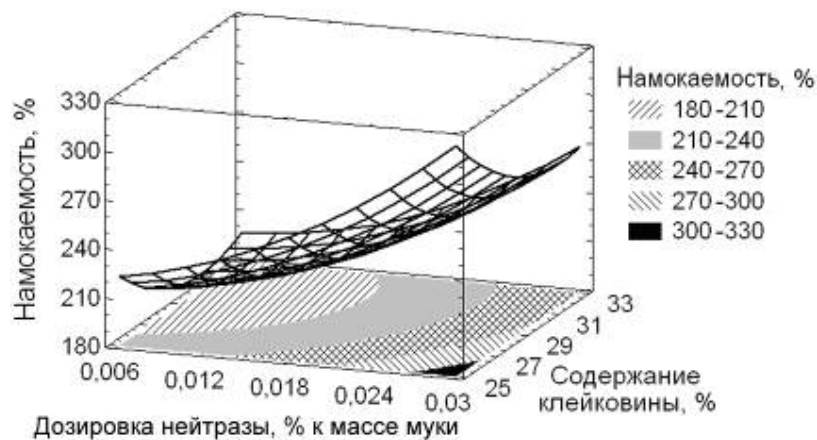
Из муки с различным содержанием клейковины изготавливалось печенье с добавлением нейтразы и без ее внесения (контроль). На стадии замеса теста вносили нейтразу в количестве 0,006, 0,018 и 0,03 % к массе муки. Ферментацию теста осуществляли в течение 30 минут при температуре 35°C.

По результатам органолептической оценки печенья можно сделать заключение, что все образцы имеют правильную круглую форму, вкус и запах – свойственные печенью. С увеличением дозировки фермента улучшается состояние поверхности печенья: снижается количество трещин, поверхность становится более гладкой. Цвет печенья изменяется от светлого до желтого и светло-коричневого за счет накопления продуктов протеолиза, вступающих в реакцию образования меланоидных структур. Печенье приобретает более пористую и хрупкую структуру за счет снижения упруго-эластичных свойств клейковины. Наиболее интенсивный цвет имеют образцы, изготовленные из муки с содержанием клейковины 32 %. Влажность исследуемых образцов печенья находилось в пределах 7-10 %.

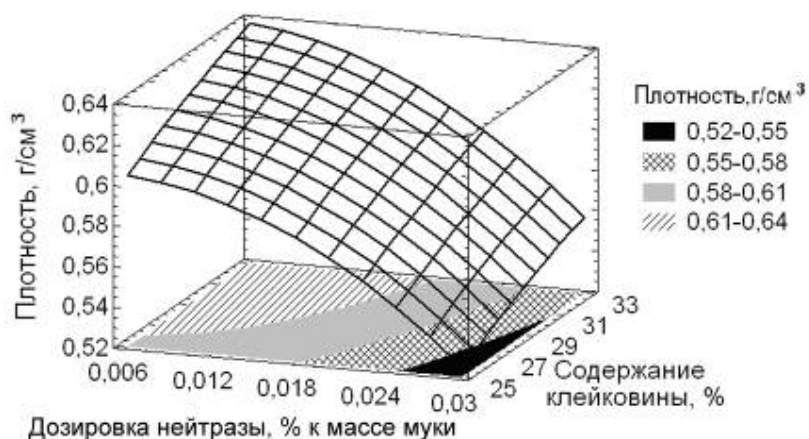
Для оценки намокаемости и снижения плотности печенья в зависимости от содержания фермента и клейковины использовали графическую систему Statgraphics Plus for Windows. Критерием оценки влияния выбранных

факторов на качество растворимого печенья являются функции отклика: намокаемость Y_1 и плотность Y_2 .

На рисунке 1 представлены поверхности отклика, которые отражают влияние нейтразы и муки с различным содержанием клейковины на намокаемость и плотность печенья.



А – намокаемость печенья



Б – плотность печенья

Рисунок 1 – Влияние дозировки нейтразы и содержания клейковины в муке на намокаемость и плотность печенья

Как следует из рисунка 1А, с увеличением дозировки фермента намокаемость всех образцов печенья увеличивается. Печенье, изготовленное из муки с содержанием клейковины 28 и 32 %, имеет близкие значения намокаемости: от 195 до 282 %. Контрольные образцы печенья без добавления нейтразы имеют намокаемость 172 и 168 % соответственно. Максимальную намокаемость имеет печенье, изготовленное из муки с содержанием клейковины 25 %. В зависимости от количества фермента намокаемость печенья составляет 214 - 315 %, что на 10 - 45 % выше, чем у аналогичных образцов с более высоким содержанием клейковины. При этом контрольный образец печенья имеет намокаемость 174 %.

С увеличением дозировки фермента плотность печенья (рисунок 1Б) снижается. Печенье с содержанием клейковины в муке 25 % имеет минимальную плотность 0,61-0,53 г/см³. Плотность печенья, изготовленного из муки с содержанием клейковины 28 и 32 %, находится в пределах от 0,63 г/см³ до 0,54 г/см³.

Наряду с достижением необходимых физико-химических показателей качества растворимого печенья, немаловажным является увеличение усвояемости продукта за счет низкомолекулярных пептидов. Электрофоретические исследования показали, что при дозировке нейтразы в количестве 0,006, 0,018 и 0,03 % к массе муки происходит незначительный протеолиз белка.

С целью определения оптимальной дозировки фермента проведены лабораторные выпечки печенья из муки пшеничной высшего сорта с содержанием клейковины 25 %, в которых содержание нейтразы увеличивали до 0,3 % к массе муки с интервалом 0,03 %.

С увеличением фермента до 0,24 % эластичность теста увеличивается, и оно легко поддается прокатке и формованию. При дозировке нейтразы 0,24-0,30 % тесто становится липким, что затрудняет формование тестовых заготовок и снижает качество готовых изделий.

Анализ органолептических показателей качества печенья показал, что с увеличением дозировки фермента цвет продукта изменяется от светло-серого до коричневого, кроме того увеличивается его хрупкость, печенье приобретает более пористую структуру. При использовании нейтразы в количестве более 0,24 % печенье приобретает горький вкус, что обусловлено образованием низкомолекулярных пептидов. Влажность исследуемых образцов печенья находится в пределах от 7,6 до 9,3 %.

Влияние дозировки нейтразы на намокаемость и плотность печенья представлено на рисунке 2.

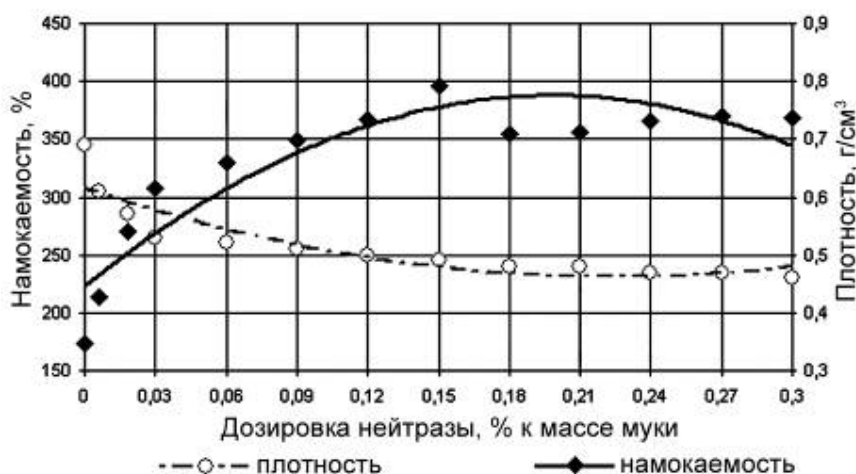


Рисунок 2 – Влияние дозировки нейтразы на намокаемость и плотность печенья

Анализ физико-химических показателей качества печенья (рисунок 2) показывает, что содержание нейтразы от 0 до 0,15% способствует увеличению намокаемости печенья с 174 до 396% и снижению плотности с 0,69 г/см³ до 0,49 г/см³. Дальнейшее увеличение дозировки фермента приводит к некоторому снижению намокаемости печенья: до 338-372%, плотность при этом изменяется незначительно и составляет 0,47-0,49 г/см³.

Электрофореграмма белков растворимого печенья, изготовленного с различной содержанием нейтразы, и результаты количественного обсчета электрофореграммы представлены на рисунке 3.

1. Стандарты молекулярных масс; 2. Пшеничная клейковина; 3. Мука пшеничная высшего сорта; 4. Контроль: печенье без нейтразы; 5. 0,006 % нейтразы; 6. 0,018 % нейтразы; 7. 0,03 % нейтразы; 8. 0,06 % нейтразы; 9. 0,09 % нейтразы; 10. 0,12 % нейтразы; 11. 0,15 % нейтразы; 12. 0,24 % нейтразы; 13. 0,27 % нейтразы; 14. 0,3 % нейтразы.

Рисунок 3 – Электрофореграмма белков растворимого печенья, изготовленного с различной дозировкой нейтразы

Анализ результатов влияния количества фермента, добавленного в тесто на стадии его замеса, на содержание глиадиновой и глютениновой фракции и нерастворимых белков пшеничной муки в образцах печенья показал их снижение. Наряду с этим возрастает количество низкомолекулярных пептидов. Наиболее существенное изменение белкового комплекса происходит при дозировке нейтразы 0,15 % к массе муки, при которой количество продуктов гидролиза с молекулярной массой 15 кДа и 20 кДа увеличивается в два раза. Содержание белков с молекулярной массой более 80 кДа (глютенины) снижается в 7 раз, глиадинов и нерастворимых белков - в 2 раза, при этом глютенин расщепляется полностью (рисунок 4). Дальнейшее

увеличение дозировки нейтразы не приводит к существенному изменению контролируемых показателей.

Рисунок 4 – Состав продуктов протеолиза белков в зависимости от дозировки нейтразы

Таким образом, добавление в тесто на стадии его замеса ферментного препарата протеолитического действия – нейтразы, позволяет изготовить растворимое печенье с увеличенной намокаемостью и пониженной плотностью, что положительно отражается на органолептических показателях качества готовых изделий. Установлено, что для изготовления растворимого печенья целесообразно использовать муку пшеничную высшего сорта с содержанием клейковины 25 % и оптимальной дозировкой ферментного препарата 0,15 % к массе муки. Эти условия обеспечивают необходимый протеолиз белков клейковины, высокую намокаемость (396 %) и низкую плотность (0,49 г/см³) готового детского печенья.

Список литературы:

1. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий / А.В. Зубченко. – 2-е изд. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 323 с.
2. Козаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Козаков, Г.П. Карпиленко. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. – С. 83-84.
3. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование. М., 1981.
4. Технология продуктов детского питания / Н.В. Попова [и др.]; под общ. ред. Э.С. Токаева. – Минск: ДеЛи принт, 2009. – С. 37-38.