

**ВЛИЯНИЕ САХАРА И ЖИРА НА ПРОЦЕСС
ФЕРМЕНТАЦИИ КЛЕЙКОВИНЫ 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, kurchenko@tut.by

При разработке технологии изготовления детского растворимого печенья изучено влияние процесса ферментации клейковины нейтразой. Показано, что происходит значительный протеолиз глиадинов и частично глютеинов с образованием низкомолекулярных пептидов. Установлено, что сахар по сравнению с жиром обладает более высокой ингибирующей активностью по отношению к нейтразе. В связи с этим, его дозировка при изготовлении растворимого печенья не должна превышать 28 % к массе муки. В качестве жирового ингредиента целесообразно использовать подсолнечное и крестьянское масло в количестве до 17 % к массе муки. Полученные данные позволили научно обосновать и оптимизировать рецептурный состав растворимого печенья по сахару и жиру.

Продукты для питания детей должны обладать необходимой пищевой и энергетической ценностью, что достигается использованием различных по составу и свойствам рецептурных компонентов. Так, согласно требованиям ТНПА [1-3], содержание белка в растворимом печенье должно составлять 5-11 %, жира – 6-12 %, углеводов – 65-80 %, энергетическая ценность – 330-440 ккал на 100 г продукта, количество добавленных углеводов из сахарозы, сиропа глюкозы, меда, фруктозы не должно превышать 7,5 г/100 ккал.

Основными рецептурными компонентами, входящими в состав растворимого печенья, наряду с мукой, являются сахар, жир и молочные продукты. При изготовлении такого печенья находят применение ферментные препараты протеолитического действия, которые позволяют корректировать свойства муки, снижать упруго-эластичные свойства теста, ускорять набухаемость белков, улучшать качества готовой продукции [4]. Внесение сахара, жира может снижать активность протеаз и, тем самым, влиять на водопоглотительную способность клейковины, процесс образования теста и его структурные свойства, а, следовательно, и на качество печенья [4].

В связи с этим, целью работы являлось изучение влияния сахара и жира вносимых совместно с ферментным препаратом протеолитического действия, на показатели качества растворимого печенья.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследований использовали муку пшеничную высшего сорта с содержанием клейковины 25

% и ферментный препарат протеолитического действия Нейтразу 1,5 МГ (далее по тексту – ФП) в количестве 0,15 % к массе муки. Ферментацию теста осуществляли в течение 30 минут при температуре 35°C. В качестве жирового компонента использовали подсолнечное масло и масло крестьянское с содержанием белка 0,8 % с соответствующим пересчетом по жиру.

Продукты ферментативного гидролиза белков печени анализировали при помощи SDS-электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ) [5]. Для оценки электрофореграмм применяли графический редактор Adobe Photoshop. Степень протеолиза определяли как относительное количество гидролизованного белка, выраженное в процентах.

Результаты и их обсуждение. При изучении белкового комплекса клейковины и пшеничной муки было установлено, что типичными белковыми фракциями для них являются белки с молекулярными массами 15, 20, 30-33, 37-38, 50, 66, 100, 129, 151 кДа, а также низко- и высокомолекулярные (нерастворимые) белки [4]. В результате анализа унифицированных рецептов печени отобраны рецептуры, соответствующие по пищевой и энергетической ценности требованиям, предъявляемым к продуктам детского питания. Установлено, что дозировки сахара и жира в данных рецептурах составляют 18-38 и 8-17 % к массе муки соответственно.

Проведены лабораторные выпечки образцов печени, в которых содержание сахара изменяли от 18 до 38 % с шагом 5 %, жира – от 8 до 17 % с шагом 2,25 %. Для изготовления растворимого печенья оптимальная дозировка ФП составляет 0,15 % к массе муки [4]. Количественный состав белков и пептидов растворимого печенья, изготовленного без ФП и с добавлением ФП в количестве 0,15 % представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Количественный состав белков и пептидов растворимого печенья

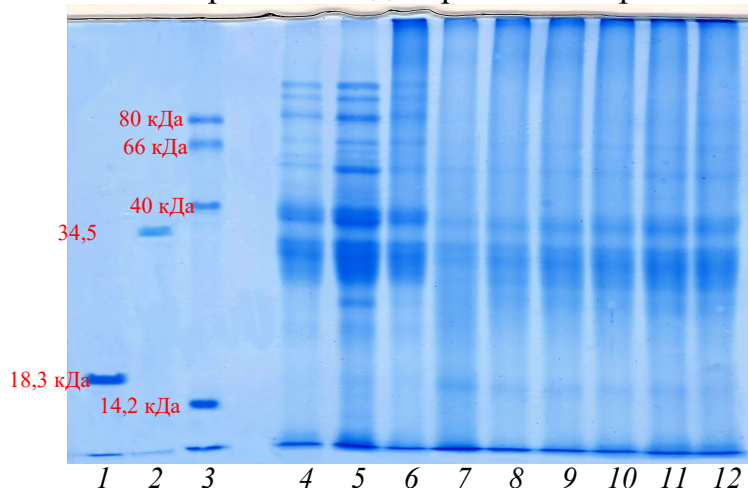
Дозировка ФП	Состав белков, %										
	низко молекулярные	белки с молекулярной массой, кДа									высоко молекулярные
		15	20	30-33	37-38	50	66	100	129	151	
Контроль (без ФП)	23	19	7	100	100	100	100	100	100	100	100
Печенье с 0,15 % ФП	70	37	24	69	61	66	61	12	5	5	43

Анализ таблицы 1 показывает, что при внесении ФП белки с молекулярной массой более 30 кДа гидролизуются на 30-88 % относительно их первоначального количества; при этом количество образующихся в результате протеолиза низкомолекулярных белков и пептидов с молекулярной массой 15 и 20 кДа увеличивается в 2-3,5 раза.

В детское печенье вносится значительное количество сахара, который существенно влияет на структуру теста и может оказывать ингибирующие

действие на ферментативную активность нейтразы. Это приведет к изменению намокаемости и плотности печенья.

На рисунке 1 представлены результаты электрофоретического исследования состава белков и пептидов ферментированного растворимого печенья, изготовленного с различной дозировкой сахара.



- | | |
|---|-----------------------------|
| 1-3. стандарты молекулярных масс; | 8. 0,15 % ФП, 18 % сахара; |
| 4. пшеничная клейковина; | 9. 0,15 % ФП, 23 % сахара; |
| 5. мука с содержанием клейковины 25 %; | 10. 0,15 % ФП, 28 % сахара; |
| 6. контроль: печенье без ФП и без сахара; | 11. 0,15 % ФП, 33 % сахара; |
| 7. 0,15 % ФП, без сахара; | 12. 0,15 % ФП, 38 % сахара |

Рисунок 1 – Электрофореграмма растворимого печенья, изготовленного с различной дозировкой сахара

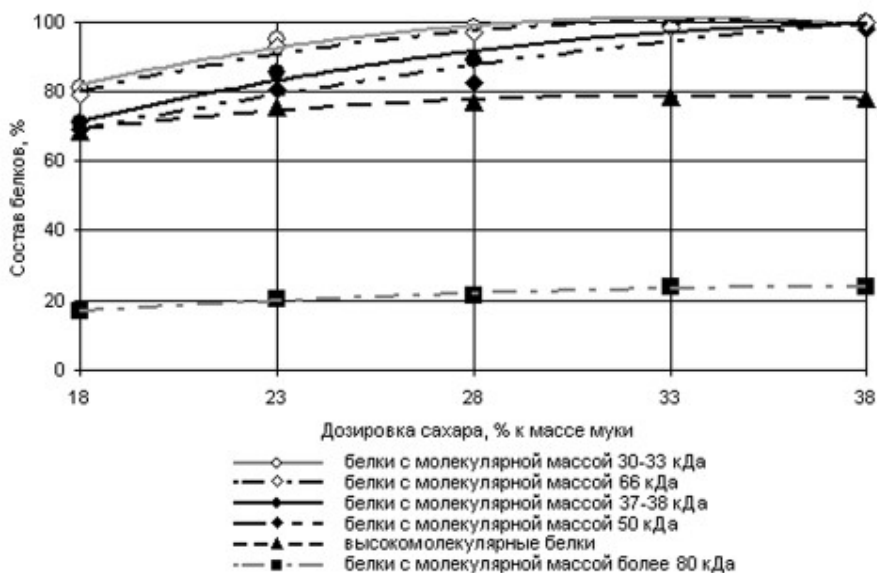


Рисунок 2 – Состав белков растворимого печенья в зависимости от дозировки сахара

Анализ данных, представленных на рисунках 1, 2 и в таблице 1, позволяет сделать вывод, что добавление сахара в растворимое печенье, изготовленное с применением ФП, значительно снижает его активность. Наибольшее влияние сахар оказывает на протеолиз глиадиновой фракции белков с молекулярными массами 30-33 и 66 кДа, который замедляется на 17-52 % при добавлении сахара в количестве до 23 %, а при увеличении его дозировки до 28 % – не происходит. Схоже протекает процесс протеолиза белков с молекулярными массами 37-38 и 50 кДа: при добавлении сахара до 28 % их количество снижается на 16-46 %, а с увеличением его дозировки до 33 % данные фракции не подвергаются гидролизу. Скорость протеолиза белков с молекулярной массой 100, 129, 151 кДа в присутствии сахара снижается в 1,4-2 раза, но инактивации фермента при этом не происходит, так как даже при максимальной дозировке сахара данные фракции гидролизуются на 76 % и 22 % соответственно.

Снижение скорости протеолиза высокомолекулярных белков при добавлении сахара приводит к уменьшению количества продуктов протеолиза – низкомолекулярных белков и белков с молекулярными массами 15 и 20 кДа (рисунок 3).

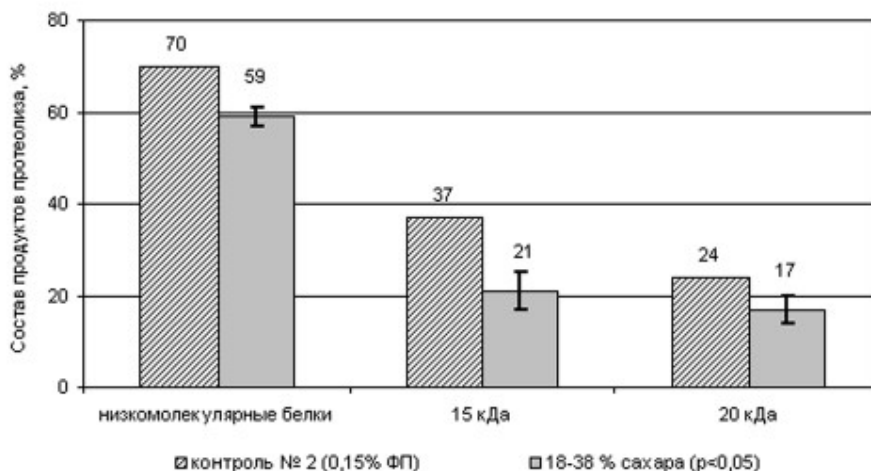


Рисунок 3 – Состав продуктов протеолиза белков детского печенья в зависимости от дозировки сахара

Содержание низкомолекулярных белков, образующихся в результате протеолиза (рисунок 3), уменьшается на 13-19%, белков с молекулярной массой 15 кДа – на 32-54%, а белков с молекулярной массой 20 кДа – на 17-42%. Необходимо отметить, что снижение количества продуктов протеолиза происходит при минимальной дозировке сахара, а с увеличением его содержания, изменения в составе белков и пептидов не достигают контроля.

Таким образом, сахар в количестве более 28 % ингибирует действие протеолитического фермента, при этом протеолиз белков с молекулярными массами 100, 129, 151 кДа снижается в 1,4-2 раза, а белки с молекулярными массами от 30 до 66 кДа не подвергаются гидролизу.

Влияние подсолнечного и сливочного масла на процесс протеолиза белков в составе растворимого печенья представлено на электрофореграмме (рисунок 4) и в таблице 2.

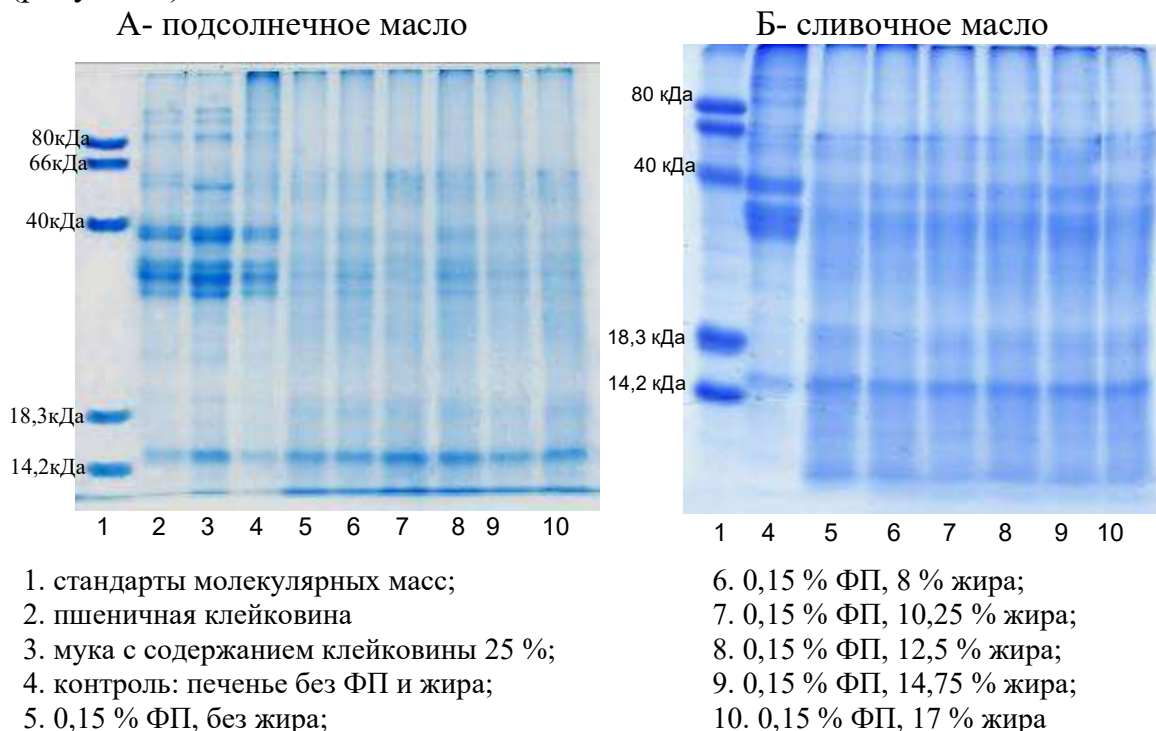


Рисунок 4 – Электрофореграммы белков и пептидов в растворимом печенье с подсолнечным (А) и сливочным (Б) маслом

Таблица 2 – Состав белков растворимого печенья с добавлением жира

Дозировка жира, % к массе муки	Состав белков, %								
	низко молеку лярные	белки с молекулярной массой, кДа							высоко молеку лярные
		15	20	30-33	37-38	50	66	100, 129, 151	
Печенье с 0,15% ФП	70	37	24	69	61	66	61	12	43
Печенье с 0,15% ФП, 8-17 % подсолнечного масла (p<0,05)	66±4	39±4	27±3	75±3	69±2	77±5	70±3	15±2	46±4
Печенье с 0,15% ФП, 8-17 % крестьянского масла (p<0,05)	65±2	36±2	23±1	78±4	70±4	68±1	59±4	14±2	40±1

Анализ данных, представленных на рисунке 4 и в таблице 2, позволяет сделать вывод, что добавление подсолнечного и сливочного масла снижает протеолиз белков с молекулярной массой 30-33 и 37-38 кДа на 4-21 %. В то же время исследуемые жиры оказывают различное влияние на белки с

молекулярной массой более 50 кДа. Подсолнечное масло замедляет на 8-42% протеолиз белков с молекулярными массами 50, 66, 100, 129, 151 кДа. Количество высокомолекулярных белков при этом уменьшается на 16 %. При внесении сливочного масла содержание белков с молекулярной массой 100, 129, 151 кДа снижается на 33%, а скорость протеолиза белков с молекулярной массой 50, 66 кДа и высокомолекулярных белков не изменяется. Количество низкомолекулярных белков при добавлении исследуемых жиров снижается на 11 %, а состав белков с молекулярными массами 15 и 20 кДа практически не изменяется.

Таким образом, внесение в тесто ферментного препарата в сочетании с подсолнечным и сливочным маслом снижает реологические свойства конечного продукта. Это происходит за счет ингибирования активности нейтразы высокими концентрациями сахара и масел. При этом максимальное снижение процесса протеолиза клейковины происходит при внесении жира в количестве до 8 %.

Выводы

1. Изучено влияние сахара и жира на процесс протеолиза кондитерского теста при изготовлении растворимого печенья для детского питания. Результаты исследований позволили научно обосновать и оптимизировать дозировки сахара и жира, которые с одной стороны обеспечивают необходимые показатели качества растворимого печенья, его пищевую ценность, а с другой стороны позволяют управлять процессом протеолиза кондитерского теста.

2. Для изготовления растворимого печенья дозировка сахара не должна превышать 28 % к массе муки, в качестве жирового ингредиента целесообразно использовать подсолнечное и сливочное масло в количестве до 17 % к массе муки.

Список литературы:

1. Рецептуры на печенье: утв. Госагропромом СССР. – М., МТ РСФСР, 1986. – 248 с.
2. Технология продуктов детского питания / Н.В. Попова [и др.]; под общ. ред. Э.С. Токаева. – Минск: ДеЛи принт, 2009. – С. 152.
3. Мэнли, Д. Мучные кондитерские изделия / Д. Мэнли; пер. с англ. В.Е. Ашкинази; науч. ред. И.В. Матвеева. – СПб.: Профессия, 2008. – С. 222-224.
4. Кондратова, И.И. Исследование влияния протеолитического фермента и вида пшеничной муки на процесс протеолиза кондитерского теста при изготовлении растворимого печенья для детского питания / И.И. Кондратова, К.Н. Гершончик, В.П. Курченко, Н.В. Гавриленко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – Минск, 2012. – №2. – С. 111-118.
5. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование (практическое пособие). М., 1981.