

*Бобушова С.Т., Конурбаева М.У., Доолоткельдиева Т.Д.*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНОЙ БИОМАССЫ САПРОТРОФНЫХ МИКРОМИЦЕТОВ (β- ГЛЮКОНАЗЫ И АМИЛАЗА) ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ХЛЕБА**

*Bobushova S.T., Konurbaeva M.U., Doolotkeldieva T.D.*

**THE FERMENT BIOMASS OF SAPROPHYTIC FUNGI (β - GLUCONASE AND AMYLASE) FOR IMPROVEMENT OF BREAD QUALITY**

*Ферментная биомасса (β-глюконазы и амилаза), полученной из сапротрофных штаммов 5Н-3-12 (Aspergillus sp.) и Ш-4-ком (Penicillium sp) была использована в качестве добавки к закваске для приготовления теста из 3 видов муки: высшего сорта пшеничной, отрубной и ржаной. Были изучены показатели действия ферментной массы на физико-химические, биохимические свойства теста и выпеченного хлеба.*

*The ferment biomass (β-gluconase and amylase), produced by saprophytic fungi Aspergillus nidulans, strain 5H-3-12 and Penicillium lividum, strain Sh-com-4 sp has been used as the additive to ferment for test preparation from 3 kinds of a flour: the premium wheaten, bran and rye. The parameters of ferment action on the weight, on physical, chemical and biochemical properties of the test and the baked bread were investigated.*

Как известно, ферменты, присутствующие в самом зерне, всегда участвуют в процессе получения хлебопродуктов. Амилазы расщепляют крахмал до сахаров, которые служат питательными веществами для дрожжевой клетки; протеазы разрыхляют весьма плотную структуру белка клейковины. Однако уровень нативных ферментов в муке подвержен колебаниям в связи с условиями выращивания зерна, что влияет на отклонение свойств хлеба, от принятых стандартов. В какой-то мере обогатить тесто ферментами можно путем внесения осоложенной муки или растительного сырья, однако спектр действия и соотношения ферментов в таких добавках не всегда соответствует требованиям современных технологий и потребителей. Ферменты микробного происхождения полностью устраняют пекаря от непостоянства состава исходного сырья и в каждом конкретном случае позволяют выбрать наиболее подходящую пропорцию амилаз и протеаз. При этом еще можно улучшить стабильность и подъем теста благодаря, гемицеллюлазам (2,3).

Амилазы расщепляют цепочку крахмала до декстринов и отдельных сахаров, усиливают созревание теста, благотворно влияют на формирование вкуса и обеспечивают субстратом дрожжи. Протеазы ослабляют белок клейковины и придают тесту эластичность. Гемицеллюлазы и пентозаназы придают тесту большую стабильность и увеличивают его подъем. Применение

ферментов в хлебопечении дает возможность, прежде всего, сбалансировать содержание этих природных катализирующих соединений в зерне разных урожаев, что обеспечивают стандартизацию и постоянство свойств муки. Однако ферменты способны ещё и заменять различные применяемые в хлебопечении и кондитерском производстве химические агенты (1,4).

Целью настоящей работы явилось изучение возможности использования ферментной биомассы микромицетов как добавки к закваске при получении теста из различных типов муки.

**Материалы и методы исследований**

Ферментная биомасса, полученной на 6, 8, 10 и 12 сутки культивирования штаммов 5Н-3-12 (*Aspergillus sp.*) и Ш-4-ком (*Penicillium sp*) были использованы в качестве добавки к закваске. Ферментная биомасса представляла комплекс амилаолитических ферментов - β-глюконазы и амилазы. Было использовано 3 вида муки: высший сорт пшеничной, отрубной и ржаной для приготовления теста.

Закваску в тесто вносили по следующей схеме:

1. Дрожжи 0,40г, 0,40 г соли к массе + ферментная биомасса, полученная на 6 сутки культивирования штаммов 5Н-3-12 и Ш-4-ком в 10 % -ном объеме к общей массе теста.
2. Дрожжи и соли в том же количестве как в предыдущем + ферментная биомасса, полученная на 8 сутки культивирования штаммов в 10 % -ном объеме к общей массе теста.
3. Дрожжи и соли в том же количестве как в предыдущем + ферментная биомасса, полученная на 10 сутки культивирования штаммов в 10 % -ном объеме к общей массе теста
4. Дрожжи и соли в том же количестве как в предыдущем + ферментная биомасса, полученная на 12 сутки культивирования штаммов в 10 % -ном объеме к общей массе теста.
5. Контроль - дрожжи 0,40г, 0,40 г соли к массе, без добавления ферментной биомассы.



**Рис. 1.** Приготовление муки к исследованию, получение теста с добавлением ферментной биомассы.

Для активизации действия фермента на первом этапе работы ферментную массу штамма Ш-4-ком добавили к муке разных сортов, замесили тесто до 60-65 %-ной влажности и ставили в термостат на 1 час при 50°C режиме (как оптимальная температура для работы ферментной массы). А ферментную массу штамма 5Н-3-12 после добавления к муке и приготовления тесто ставили в термостат на 1 час при 40°C режиме. Через 1 час после инкубации тесто с ферментной массой микромицетов в него было добавлена закваска, состоящей из дрожжей и соли.

Тесто для брожения было инкубировано при температуре 30-32°C, после брожения готовое тесто делили на куски массой 50 г, которым придавали продолговато-овальную форму с гладкой поверхностью. Выпекали хлеб в электропечи при температуре 200 °С в течение 40 минут.

Активность ферментов в тесте определяли по следующим параметрам: подъемная сила в минутах, рН теста и готового хлеба, пористость хлебной массы и скорость наступления черствости хлеба при хранении при комнатной температуре.

### Результаты и обсуждение

#### 1. Показатели действия ферментной массы штамма 5Н-3-12 (*Aspergillus sp*) на физико-химические и биохимические свойства теста

В результате исследований были получены отличающиеся от контрольного варианта показатели при использовании ферментной биомассы при замесе теста из различных сортов муки (табл.1).

Как видно из данных таблицы 1 при добавлении ферментной биомассы микромицета (штамма 5Н-3-12 *Aspergillus sp*) происходит заметное снижение значений рН в конце брожения теста и в готовом хлебе, чем в контроле. Снижение значений рН теста из высшего сорта муки до 6,903 и 6,981 наблюдалось при добавлении ферментной биомассы, полученной на 6, 10 и 12 сутки. Резкое снижение значений рН теста из отрубной и ржаной муки до 6,0 наблюдалось во всех вариантах опыта. Показатели веса готового хлеба также колебались в широких пределах.

##### 1.1. Биохимические показатели теста из высшей муки.

Наиболее положительные эффекты были получены при использовании 8 суточной ферментной закваски. При брожении тесто меньше разжижалось по сравнению с тестом без закваски и с другими вариантами закваски. При внесении 6, 8 и 12 суточной ферментной закваски наблюдался хороший подъем теста, в среднем 3,7–4,0 см, а при внесении 10 суточной ферментной закваски наблюдалось появление газовых пузырьков, тесто сильно разжижалось. В контрольном варианте средний подъем теста составлял 2 см. (рис. 2).

Таблица 1.

**Показатели рН теста и масса хлеба при использовании ферментной массы штамма 5Н-3-12, n = 3**

	Наименование образцов	Начальные показатели рН теста	Конечные показатели рН теста	рН готового хлеба	Масса хлеба г
Высшая мука					
1	Ферментная масса на 6 суточном культивировании	7,505	7,175	6,903	63,42
2	Ферментная масса на 8 суточном культивировании	7,300	7,266	7,05	52,16
3	Ферментная масса на 10 суточном культивировании	7,516	7,020	6,981	68,63
4	Ферментная масса на 12 суточном культивировании	7,215	7,344	6,983	52,51
5	Контроль (только дрожжи)	7,430	7,157	7,071	63,36
Отрубной					
6	Ферментная масса на 6 сутки	7,259	7,080	6,541	47,58
7	Ферментная масса на 8 сутки	7,103	7,204	6,772	41,40

8	Ферментная масса на 10 сутки	7,407	7,396	6,923	51,87
9	Ферментная масса на 12 сутки	7,121	6,966	6,420	31,55
10	Контроль (только дрожжи)	7,443	7,396	6,923	51,87
Ржаной					
11	Ферментная масса на 6 сутки	6,783	6,460	6,416	55,48
12	Ферментная масса на 8 сутки	6,745	6,184	6,412	47,14
13	Ферментная масса на 10 сутки	6,645	6,450	6,490	39,45
14	Ферментная масса на 12 сутки	6,829	6,570	6,350	41,12
15	Контроль (только дрожжи)	7,092	6,374	6,482	52,96



А



В

**Рис. 2.** Тесто из высшего сорта муки, полученного при использовании :  
А - 8 суточной ферментной закваски, В- 10 суточной ферментной закваски

### 1.2. Биохимические показатели теста из ржаной муки.

При использовании 8 и 12 суточных ферментной закваски наблюдался хороший подъем теста и значительное выделение газовых пузырьков, что свидетельствует об интенсивном сбраживании сахара с выделением углекислого газа. Следовательно, ферментная масса способствует быстрому разложению крахмала муки до моносахаридов, которые уже легко усваиваются дрожжевыми клетками с образованием небольшого количества спирта и выделением углекислого газа. В контроле и при использовании 6 и 10 суточных ферментной закваски наблюдается слабое брожение теста и оно принимает пресноватый вид (рис. 3).



А



Б

**Рис.3.** Тесто из ржаной муки, полученного при использовании:  
А - 6- суточной; Б- 8 суточной ферментной закваски

### 1.3. Биохимические показатели теста из отрубной муки.

Показатели теста из отрубной муки отличались от показателей высшего сорта и ржаной муки. В контрольном варианте, а также при использовании 6 – 8 суточных ферментной закваски не наблюдался подъем теста, вид теста - пресный, тогда как при использовании 10 и 12 суточных ферментной закваски наблюдался высокий подъем теста, интенсивное появление пузырьков по сравнению с другими вариантами (рис.4).



А

Б

**Рис.4** Тесто из ржаной муки, полученного при использовании: А- 8 суточной ферментной закваски; Б- 12 суточной ферментной закваски

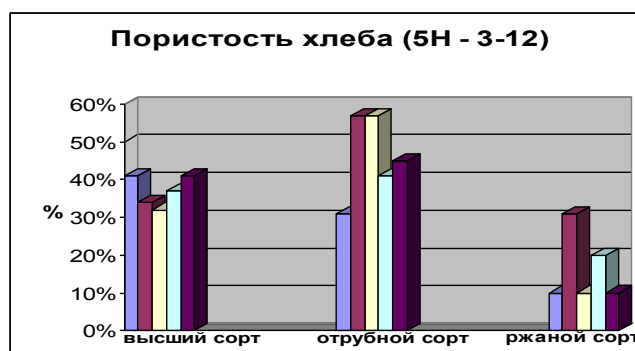
**1.3. Органолептические показатели хлеба из различных сортов муки.**

Как показывают, данные таблицы 2 при использовании ферментной закваски штамма 5Н-3-12 для улучшения качества хлеба были получены отличающиеся друг от друга результаты с различными сортами муки. Пористость хлеба была высокой при применении отрубной муки, чем другие два вида. Наименьшая пористость хлеба получилась при применении ржаной муки, хотя ферментная масса, полученная, на 8 сутки культивирования повысила пористость хлеба в три раза по сравнению с контролем (рис.5).

Таблица 2

**Пористость и черствость хлеба при применении ферментной массы штамма 5Н-3-12**

№	Наименование образцов	Пористость хлеба, в % от общей массы	Черствость хлеба, на 4 сутки хранения на открытом воздухе, при комнатной температуре
<b>Высшая мука</b>			
1	Ферментная масса на 6 сутки	41%	Средней твердости
2	Ферментная масса на 8 сутки	34%	Средней твердости
3	Ферментная масса на 10 сутки	32%	Мякоть мягкая, корка твердая
4	Ферментная масса на 12 сутки	37%	Мякоть мягкая, корка твердая
5	Контроль, дрожжи без добавления ферментной закваски	41%	Ниже средней твердости
<b>Отрубной</b>			
6	Ферментная масса на 6 сутки	31%	Мякоть и корка мягкая
7	Ферментная масса на 8 сутки	57%	Мякоть и корка мягкая
8	Ферментная масса на 10 сутки	57%	Средней твердости
9	Ферментная масса на 12 сутки	41%	Мякоть и корка мягкая
10	Контроль, дрожжи без добавления ферментной закваски	45%	Средней твердости
<b>Ржаной</b>			
11	Ферментная масса на 6 сутки	10%	Мякоть и корка твердая
12	Ферментная масса на 8 сутки	31%	Мякоть и корка твердая
13	Ферментная масса на 10 сутки	10%	-//-
14	Ферментная масса на 12 сутки	20%	-//-
15	Контроль, дрожжи без добавления ферментной закваски	10%	-//-



**Рис.5.** Пористость хлеба, выпеченного из различных сортов муки с добавлением ферментной закваски штамма 5Н -3-12

Как показывают данные диаграммы 5, пористость выпеченного хлеба из отрубной муки была высокой, чем при использовании муки высшего сорта и ржаной муки. Черствость хлеба из высшего сорта муки, на 4 сутки хранения была наименьшей при использовании ферментной массы на 6 и 8 сутки культивирования штамма микромицета, тогда как наименьшая черствость хлеба наблюдалась при использовании отрубной муки. Следовательно, данный ферментный препарат оказывает стабилизирующее действие на муку с высоким содержанием клетчатки. При большом содержании в рецептуре отрубей нарушается оптимальное соотношение крахмала, глютена и пентозанов, что приводит к ухудшению свойств муки. В присутствии ферментных добавок основные компоненты муки стабилизируются, и влияние клетчатки не сказывается на результате выпечки.

## 2. Показатели действия ферментной массы штамма Ш - 4-ком (*Penicillium sp*) на физико-химические и биохимические свойства теста и хлеба

**2.1. Биохимические показатели теста из высшей муки.** Брожение теста началось через 15 минут. При внесении 8, 10 и 12 суточных культур подъем теста наступил сравнительно быстро, доходил до 3,5 – 4,5 см. Хлеб с закваской 8 суточного фермента имел следующие показатели: цвет корочки хлеба – золотисто-желтый и пористость была хорошей. При использовании 6 суточной ферментной закваски и в контрольном варианте пористость хлеба невысокая и вид пресноватый (рис 6.).



Рис. 6. Выпеченный хлеб из высшего сорта муки с добавлением ферментной массы.

**2.2. Биохимические показатели теста из отрубной муки.** Лучшие качества имело тесто при добавлении 6 суточной ферментной массы: подъемная сила была выше, по продолжительности брожения опережал на 15 мин, чем в других вариантах. Пористость получаемого хлеба составляла 48%. Самые низкие показатели по подъему теста и по пористости хлеба показали контрольный вариант и 10 суточная ферментная масса (рис.7).



Рис. 7. Выпеченный хлеб из отрубной муки с добавлением ферментной массы.

**2.3. Биохимические показатели теста из ржаной муки.** Тесто, не содержащее ферментной закваски (контроль), в процессе брожения разжижалось. При внесении в тесто ферментной закваски (8, 10, 12 сутки), оно принимало стабильный вид, качество хлеба улучшалось. Особенно при 8 и 10 суточной ферментной закваски пористость хлеба становилась более равномерной и развитой, кислотность возрастала. При применении 12 суточной ферментной закваски хлеб имел среднюю пористость (рис.8).

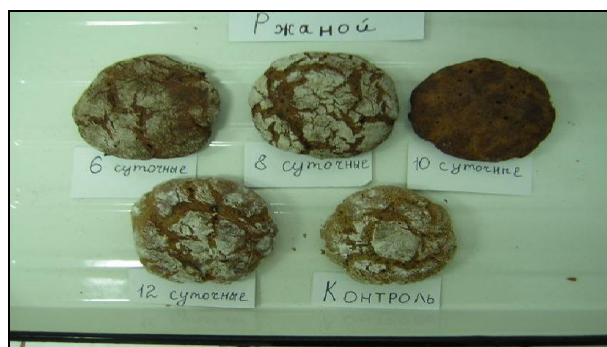
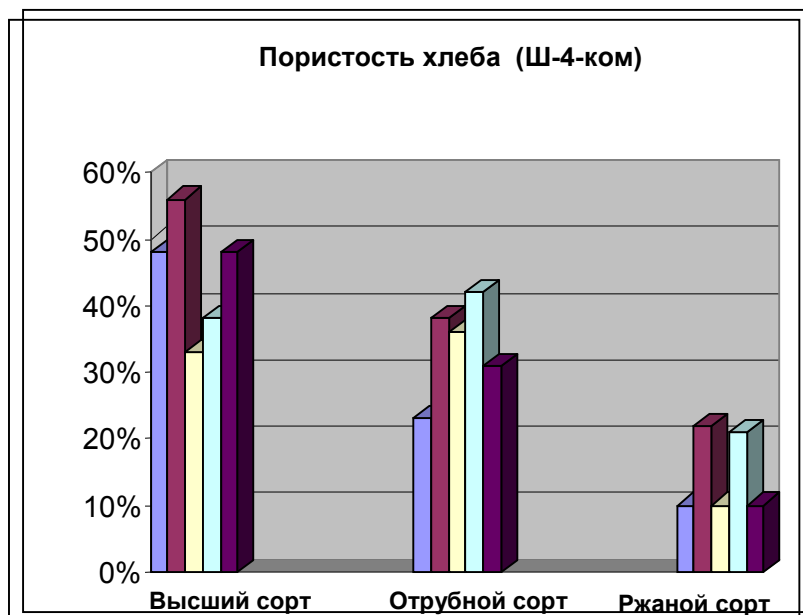


Рис. 8. Выпеченный хлеб из ржаной муки с добавлением ферментной массы.

Таблица 3

**Физико-химические показатели теста и хлеба  
при добавке ферментной массы штамма Ш - 4-ком, п= 3**

Наименование образцов		Начальные показатели рН теста	Конечные показатели рН теста	рН хлеба	Масса хлеба г
Высшая мука					
1	Ферментная масса на 6 сутки	7,505	7,175	6,903	63,42
2	Ферментная масса на 8 сутки	7,300	7,266	7,05	52,16
3	Ферментная масса на 10 сутки	7,516	7,020	6,981	68,63
4	Ферментная масса на 12 сутки	7,215	7,344	6,983	52,51
5	Контроль , дрожжи без добавления ферментной закваски	7,430	7,157	7,071	63,36
Отрубной					
6	Ферментная масса на 6 сутки	7,259	7,080	6,541	47,58
7	Ферментная масса на 8 сутки	7,103	7,204	6,772	41,40
8	Ферментная масса на 10 сутки	7,407	7,396	6,923	51,87
9	Ферментная масса на 12 сутки	7,121	6,966	6,420	31,55
10	Контроль , дрожжи без добавления ферментной закваски	7,443	7,396	6,923	51,87
Ржаной					
11	Ферментная масса на 6 сутки	6,783	6,460	6,416	55,48
12	Ферментная масса на 8 сутки	6,745	6,184	6,412	47,14
13	Ферментная масса на 10 сутки	6,645	6,450	6,490	39,45
14	Ферментная масса на 12 сутки	6,829	6,570	6,350	41,12
15	Контроль , дрожжи без добавления ферментной закваски	7,092	6,374	6,482	52,96



**Рис. 9.** Пористость хлеба при добавлении в муку разного сорта ферментной массы полученной от ферментации штамма Ш-4-ком

Как показывают данные рис.9, пористость хлеба выпеченного из разных сортов муки с добавлением ферментной массы полученной от штамма Ш-4-ком была различной. Наиболее высокая пористость хлеба, почти до 60% наблюдалась у высшего сорта муки при добавлении ферментной массы 8 суточной культуры, тогда как в контроле пористость хлеба от такой муки составила около 48%, то есть намного ниже, чем при добавлении ферментной массы. Пористость хлеба отрубной муки была намного ниже, чем высшего сорта муки по всем вариантам. Однако пористость хлеба была более менее высокая при применении ферментной массы от 12 суточной культуры.

Таким образом, добавление незначительного количества закваски, приводит к улучшению качества хлеба: пористость становится более развитой и равномерной, мякиш становится более эластичным.

Следует отметить, что активное действие ферментной массы у исследованных штаммов было разным в отношении процессов, происходящих в тесте, в зависимости от сорта муки. Так ферментная масса, полученная из штамма 5Н -3-12 (*Aspergillus sp*) улучшила пористость и снизила черствость хлеба из отрубной муки, то ферментная масса, полученная из штамма Ш-4-ком (*Penicillium sp*) показала положительное воздействие на качества хлеба из высшего сорта муки.

Ежегодно огромное количество готового хлеба и изделий из теста выбрасывается, поскольку продукты черствеют. Наиболее часто причиной черствения считается так называемая ретроградация крахмала – процесс восстановления и образования новых водородных связей между цепочками олигосахаридных остатков. В результате структура кристаллизуется, что вызывает ощущение черствости хлеба. Если же исключить процесс рекомбинации водородных связей, то продукт дольше останется мягким и свежим. Предлагаемые нами ферментные препараты оказывают влияние на структуру теста и увеличение срока хранения. Такие ферменты модифицируют крахмал и другие компоненты, подавляя процесс ретроградации.

Эти исследования имеют продолжение.

#### Литература:

1. Евтихов П.Н., Румянцева Г.Н. Теоретические основы биотехнологии. Ч.1. Ферментные препараты: Учеб.пос.- М.МГУПБ,1999.
2. Использование ферментов в хлебопечении. По материалам журнала European Baker, сентябрь/октябрь 1999. Перевод Г.Быковской. В журнале «Хлебопродукты»,5/2000.
3. Козубаева Л.,Коева С. Применение заквасок при производстве зернового хлеба. В журнале «Хлебопродукты»,2/2000.
4. Румянцева Г.Н., Осадько М.И. Роль микробных ферментов при получении белка.2007. Журнал «Хранение и переработка сельхозсырья»,№2, стр.53-54.