

## УДК 664.6

### **Влияние ферментативной подготовки зерна пшеницы на выход и качество муки**

**М.А. Кузьмич**, доктор с.-х. наук

*ФИЦ «Немчиновка»*

**Е.В. Карпушина**, канд. техн. наук, руководитель технологического направления ООО «Грейн Ингредиент»,

**А.С. Озаренчук**, заместитель генерального директора по развитию ассортимента ООО «Грейн Ингредиент»

**Аннотация.** Проведены исследования влияния ферментативного Улучшителя Зерна, применяемого на стадии подготовки зерна к помолу, на общий выход муки и долю высшего, 1-го и 2-го сортов муки. Установлено, что применение ферментов при отволаживании зерна способствует повышению общего выхода муки, а также увеличивает долю муки высшего и 1-го сортов за счёт снижения выходов муки 2-го сорта и отрубей. Ферментативная обработка зерна 4-го класса с содержанием клейковины 22% позволила повысить показатели помола до уровня зерна 3-го класса с массовой долей клейковины 25%, не подвергаемого ферментативной обработке. Качество муки при этом сохраняется на уровне контрольного помола.

**Ключевые слова:** отволаживание зерна, выход муки при помолу, качество муки, реологические показатели теста.

### **Проблематика**

Увеличение валовых сборов зерна, наблюдаемое в нашей стране на протяжении последнего десятилетия, позволило снизить остроту проблемы с обеспечением населения хлебопекарным зерном. Вместе с тем, в ассортименте выращиваемого зерна начисто исчезло сильное зерно 1-го и 2-го классов, в результате чего продовольственное зерно 4-го класса улучшать нечем. Основная причина такого явления – недостаточный уровень применения минеральных удобрений, прежде всего азотных, отвечающих за синтез белков и формирующих соответствующий уровень белка и клейковины в зерне. Зерно хлебопекарное с содержанием не менее 23% клейковины мы производим в достаточном количестве. Однако это же

зерно наиболее востребовано и для продажи на внешнем рынке, где цена существенно выше. Поэтому, исследования, направленные на увеличение выхода и качества муки при переработке зерна особенно 4-го класса, являются актуальными.

Компания «Грейн Ингредиент» реализует на территории РФ запатентованную технологию Улучшителей зерна по ферментативной подготовке зерна к помолу. В ходе эксперимента было изучено влияние комплексного ферментного Улучшителя зерна, используемого для подготовки зерна 4-го класса (количество клейковины 22%) к помолу, на выход муки и её качество. Для стандартного контрольного помола использовали зерно 3-го класса, (количество клейковины 25%). Качество зерна и муки определяли в Лаборатории технологии и биохимии зерна ФИЦ «Немчиновка» – укомплектованной современными приборами для тестирования зерна и муки.

Применение ферментного улучшителя зерна на этапе подготовки зерна к помолу сопровождалось увеличением общего выхода муки, а также муки высшего и 1-го сортов за счёт снижения выходов муки 2-го сорта и отрубей. Качество муки при этом не претерпело существенных изменений, несмотря на снижение качества помольной партии зерна.

### **Как работает ферментативная подготовка зерна к помолу?**

Задача каждого мукомола максимально отделить эндосперм от оболочек, чтобы получить менее зольную и, в то же время, ценную в пищевом отношении муку. Но природные связи между оболочками и эндоспермом в зерне пшеницы очень прочны, и большая часть ценных макро- и микронутриентов, содержащихся в периферийном слое зерновки, при помолу уходит в отруби.

Ферментативная подготовка зерна к помолу с Улучшителями Зерна позволяет гидролизовать оболочки, облегчая их отделение во время размола. Зерно после ферментации проходит первоначальную «белую» очистку в обоечных и различных пилинговых машинах, эффективность которых с применением Улучшителей Зерна значительно повышается (в 1,5–2 раза), например, зольность зерна снижается дополнительно на 0,02–0,03% – это подтверждает увеличение эффективности работы обоечных машин.

Ферментные улучшители зерна добавляли на этапе первого увлажнения зерна, затем зерно отволаживали в течение 16 ч. Холодное кондиционирование проводили в два этапа с доведением конечной влажности зерна перед I драной системой до 16,5%.

При обычном помолу часть субалейронового слоя эндосперма в основном переходит в отруби, так как связь между оболочкой и эндоспермом очень прочная. Несмотря на то, что доля субалейронового слоя невелика, он наиболее богат макро- и микронутриентами, содержит часть клейковинных белков, обогащён витаминами, пищевыми волокнами и прочими ценными микроэлементами. Ферментативная подготовка зерна к помолу с Улучшителями Зерна позволяет эффективно отделить оболочку зерновки таким образом, что ценный субалейроновый слой эндосперма поступает в муку и не уходит в отруби.

Содержание количества и качества клейковины в зерне и муке определяли на ИК-анализаторе SpectraStar 2600XT и ручным методом отмывания клейковины по ГОСТ–27839. Реологические свойства муки определяли на

приборах: «Фаринограф» (фирма «Брабендер»), «Альвеограф» (Shopin, Франция) и «Миксолаб» (Shopin, Франция).

Производственные сравнительные испытания влияния ферментативной подготовки зерна к помолу с Улучшителями зерна на общий выход и качество продукции при размоле проведены на мельничном предприятии мощностью 400 т/с.

В сравнительном анализе использовали две помольные партии:

1. Контрольная помольная партия без применения Улучшителей зерна – это зерно 3-го класса со средним содержанием сырой пшеничной клейковины 25%;
2. Экспериментальная помольная партия зерна с ферментативной подготовкой к помолу – зерно 4-го класса по ГОСТ 9353–2016 с содержанием сырой пшеничной клейковины 22%.

В табл. 1 приведены фактические показатели качества зерна помольных партий.

### 1. Фактические показатели качества зерна контрольной и экспериментальной помольных партий

Зерно (пшеница)	Влажность зерна , %	Зольность в пересчёте на сухое вещество, %	Натура, г/л	Протеин, %	Стекловидность, %	Количество клейковины, %		Качество клейковины, ед. пр. ИДК
						ИК анализ	ГОСТ 27839	
Контрольная партия (3- й класс)	12,3	1,68	796	12,87	55	25,0	25	78

Помольная партия (4-й класс)	12,5	1,70	790	12,37	49	22	22,5	73
------------------------------	------	------	-----	-------	----	----	------	----

Результаты по выходам продукции представлены в табл. 2. Следует отметить, что размол контрольной и экспериментальной помольных партий проходил при прочих равных условиях подготовки зерна и режимах размола.

## 2. Выход муки, %

Зерно (пшеница)	Мука пшеничная			Крупа манная, %	Отруби, %	Отходы, %	Общий выход, %
	Высший сорт, %	1-й сорт, %	2-й сорт, %				
Контрольная партия, 3-й класс зерна	62,05	5,72	6,83	1,08	22,65	1,67	75,68
Экспериментальная партия, 4-й класс зерна	65,45	6,47	4,46	0,98	21,45	1,19	77,36
Разница	+3,40	+0,75	-2,37	-0,10	-1,2	-0,48	+1,68

В результате применения ферментных улучшителей зерна:

- общий выход муки повысился на 1,68%;
- выход муки высшего сорта увеличился на 3,4%, а 1-го сорта – на 0,75%;
- доля муки 2-го сорта и отрубей, уменьшилась на 2,37% и 1,2% соответственно.

Таких значимых результатов удалось достичь благодаря тому, что с ферментативной подготовкой зерна к помолу эффективно прошёл процесс гидролиза некрахмалистых полисахаридов между оболочками и эндоспермом зерна.

В итоге мельница получила больше муки высшего и 1-го сортов, сохранив при этом качество муки.

### **Как изменились характеристики муки в результате ферментативной подготовки зерна к помолу**

В процессе помола контрольной и экспериментальной партий были отобраны образцы муки для анализа. Результаты представлены в табл. 3.

### **3 Показатели качества муки**

Мука	Зольность в пересчёте на сухое вещество, %	Белок, %	Количество клейковины, %		Качество клейковины, ед. пр. ИДК		Белизна, усл. ед. пр. РЗ-БПЛ	USD (количество повреждённого крахмала,
			ИК-анализ атор	ГОСТ 27839	ИК-анализ атор	ГОСТ 27839		
Высший сорт								

Конт рольн ая parti я	0,51	11,61	28,9	29	65	73	59	20
Экспе риме нталь ная parti я	0,49	11,25	27,6	28	65	72	58	19,5

Результаты сравнительного анализа контрольной партии зерна 3-го класса и экспериментальной партии зерна 4-го класса помола:

- зольность в пшеничной муке высшего сорта снизилась на 0,02%;
- потери белка от зерна к муке сократились с 1,26 до 1,12% – на 0,14%;
- прирост клейковины от зерна к муке по высшему сорту дополнительно увеличился на 1,7% (прирост клейковины от зерна к муке высшего сорта в контрольном помоле – 3,9%, а в экспериментальном помоле с ферментативной подготовкой – 5,6%);
- прирост клейковины от зерна к муке по 1-го сорту увеличился на 2,7% (в контрольном помоле прирост клейковины от зерна к муке составил 4,8%, в экспериментальном – 7,5%);
- белизна и индекс деформации клейковины (ИДК) существенно не изменились, в пределах погрешностей измерений.

В тесте из муки высшего сорта экспериментальной партии реологические свойства: водопоглощение, стабильность, разжижение не изменились по сравнению с контрольным образцом. Однако нужно отметить незначительное изменение  $W$  (энергии деформации). Основанием для признания этих изменений незначительным является тот факт, что отношение упругости клейковины к растяжимости  $P/L$  осталось в

диапазоне 0,8–1,5, что соответствует отличным хлебопекарным свойствам муки по квалификационным нормам, принятым в сортоиспытании [3].

Результаты анализа реологических показателей теста представлены в табл. 4.

**Табл. 4. Реологические характеристики теста**

Показатель	Контрольная партия, 3-й класс зерна	Экспериментальная партия, 4-й класс зерна
<i>P</i>	92	100
<i>L</i>	106	83
<i>G</i>	23	20
<i>W</i>	318	292
<i>P/L</i>	0,87	1,20
<i>Ie</i>	57	57
ВПС	58	58
Время образования	3,2	2,7
Стабильность	10,9	9
Разжижение	34	36

Дальнейшие исследования реологических свойств теста проводили на приборе «Миксолаб» по программе Chopin+ (рис. 1, 2).

*Рис. 1. Сравнение качества муки и теста из стандартной муки и муки щадящего помола с ферментативной подготовкой зерна на миксолабограмме. Стандартный образец муки*

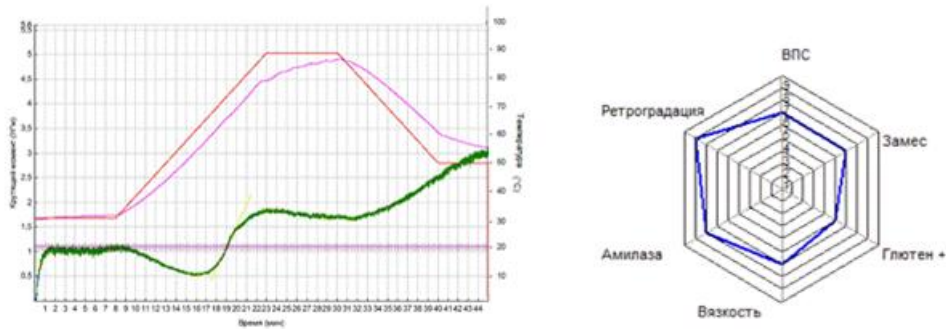
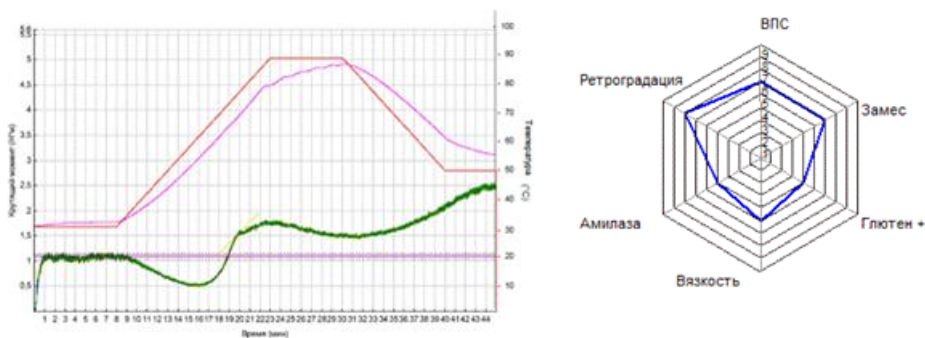


Рис. 2. Экспериментальный образец муки



В процессе моделирования выпечки, при перемешивании теста и его нагревании, исследуется поведение белков, ферментов и крахмала, т.е. основных составляющих, определяющих качество конечного продукта – хлеба. В первой части эксперимента, где определяются параметры теста, зависящие от содержания и качества белкового компонента, различия между образцами незначительны. Эти данные совпадают с приведенными в табл. 4 показателями ВПС, времени образования, стабильности и разжижения, которые были практически идентичными.

Во второй части эксперимента, когда в процесс выпечки включается углеводно-амилазный комплекс, появляются различия между образцами. Мука образца стандартного помола характеризовалась большей вязкостью, в сравнении мукой шадящего помола. Индекс ретроградации крахмала при этом также был выше. Поэтому скорость черствения хлеба из стандартного образца будет выше.

**Вывод: устойчивое качество даже при нестабильном сырье**

Проведённые исследования убедительно показали, что часть зерна 4-го класса может стать сырьём для производства качественной хлебопекарной

муки, соответствующей ГОСТ, с применением технологии ферментативной подготовки зерна к помолу с Улучшителями Зерна.

В итоге мы получаем управляемый и контролируемый процесс для мукомола, предсказуемые реологические свойства теста для пекаря и высокий по качеству итоговый продукт для потребителя.

## Литература

1. Кузьмич, М.А. Качество российского зерна – проблемы и перспективы / М.А. Кузьмич [и др.] // Агрофорум. – 2020. – № 4. С. 46–52.

2. Медведева, А. ФГБУ «Центр оценки качества зерна» озвучил предварительные итоги мониторинга урожая 2023 г. // Agro XXI. 09.01.2024.

3. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. – М., 1988. – С. 121.

## **Influence of Enzymatic Grain Conditioning on Flour Yield and Quality**

M.A. Kuzmich, Doctor of Agricultural Sciences, Federal Research Center “Nemchinovka”

E.V. Karpushina, Ph.D., Head of Technological Development, LLC “Grain Ingredient”

A.S. Ozarenchuk, Deputy General Director for Product Development, LLC “Grain Ingredient”

### **Abstract.**

The study was conducted to evaluate the effect of an enzymatic grain improver on total flour yield and the distribution of flour according to ash content, a key indicator of its composition. The use of enzymes during grain tempering increased total flour yield and the proportion of flour with low ash content (e.g., 00, T45, T55, 405). Enzymatic treatment of class 4 wheat grain with a gluten content of 22% made it possible to achieve milling performance comparable to that of untreated class 3 grain with 25% gluten content. At the same time, flour quality improves.

**Keywords:** grain tempering, flour yield, flour quality, dough rheological properties.

### **References**

1. Kuzmich, M.A. Quality of Russian Grain – Problems and Prospects. Agroforum, 2020, No. 4, pp. 46–52.
2. Medvedeva, A. The Federal State Budgetary Institution “Center for Grain Quality Assessment” Presented Preliminary Results of the 2023 Harvest Monitoring. Agro XXI, January 9, 2024.
3. Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops. Technological Evaluation of Cereal, Groat, and Legume Crops. Moscow, 1988, p. 121.