

УДК: 631. 8: 633.112

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

**Мударисов Ф.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Сергаченко С.Н., кандидат биологических наук, доцент  
Игнатова Т.Д., кандидат биологических наук, доцент  
Сергаченко М.А., студентка, тел. 8(8422) 55-95-47, bio-  
kafedra@yandex.ru  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

**Ключевые слова:** микроэлементы, пшеничная мука, газообразующая способность муки, дыхание теста

*Работа посвящена исследованию газообразующей способности теста, полученного из пшеничной муки. В технологии возделывания озимой пшеницы были использованы различные способы внесения микроэлементов цинка и марганца. Установлено положительное воздействие данных микроэлементов на газообразующую способность теста в процессе брожения, что способствует улучшению качества хлебобулочных изделий.*

**Введение.** Пшеница является основной продовольственной культурой во всем мире. Качество зерна - это сложный набор свойств, обусловленный определенным биохимическим составом, который формирует различную хлебопекарную способность полученной муки. Одной из основных характеристик, определяющих хлебопекарные качества муки, является газообразующая способность теста [1]. Способность муки при действии дрожжей образовывать углекислый газ – и есть газообразующая способность муки. Чем больше в муке собственных сахаров, тем выше эта способность.

Газообразование, возникающее во время брожения теста, включает в себя как собственные сахара, так и сахара, образующиеся в результате гидролиза крахмала теста [2,3]. Собственные сахара муки играют существенную роль только в самом начале брожения теста. Успех технологического процесса приготовления хлеба обусловлен газообразованием в конце брожения теста, во время расстойки и на начальном этапе выпечки. Таким образом, газообразующая способность муки, хотя и зависит в определенной степени от содержания в ней собственных сахаров, в основном определяется сахарообразующей способностью муки [3, 4].

Получение качественной муки с высокой газообразующей способностью является перспективным направлением в сельскохозяйственном производстве.

Содержание крахмала и других углеводов в зерне пшеницы определяет интенсивность дыхания теста и зависит от условий выращивания, а также от обеспеченности растений основными минеральными элементами [4]. В связи с этим вопрос изучения зависимости интенсивности газообразования муки, полученной из зерна пшеницы, подвергнутого различным видам обработки такими микроэлементами, как марганец и цинк, представляет несомненный научный интерес.

**Материалы и методы исследований.** Объектом изучения являлась мука, полученная из зерна озимой мягкой пшеницы сорта Саратовская 17, в технологии возделывания использовалась предпосевная обработка семян сульфатом марганца и сульфатом цинка и внекорневая подкормка этими элементами. Схема опыта: 1) Контроль; 2)  $MnSO_4$  (предпосевная обработка семян); 3)  $ZnSO_4$  (предпосевная обработка семян); 4)  $MnSO_4 + ZnSO_4$  (предпосевная обработка семян); 5)  $MnSO_4$  (предпосевная обработка семян + внекорневая подкормка); 6)  $ZnSO_4$  (предпосевная обработка семян + внекорневая подкормка); 7)  $MnSO_4 + ZnSO_4$  (предпосевная обработка семян + внекорневая подкормка); 8)  $MnSO_4$  (внекорневая подкормка); 9)  $ZnSO_4$  (внекорневая подкормка); 10)  $MnSO_4 + ZnSO_4$  (внекорневая подкормка).

Газообразующую способность теста определяли волюметрическим методом на приборе Яго-Островского. Показателем газообразующей способности является объем  $CO_2$ , выделившегося на протяжении 3 ч брожения теста при температуре  $35^\circ C$ . Количество выделившегося углекислого газа фиксировалось каждые 30 минут, замеры производились через 30 минут, 60 минут, 90 минут, 120 минут, 150 минут, 180 минут от начала брожения.

**Результаты и обсуждение.** В основе приготовления теста лежат различные способы брожения. Определяющими среди них считают молочнокислое и спиртовое брожение, поскольку они формируют органолептические характеристики хлеба [3, 5]. Интенсивность спиртового брожения является основным параметром, определяющим газообразующую способность теста или его дыхания. Количество выделившегося углекислого газа влияет на такие показатели хлебобулочных изделий как пористость и объем хлебного мякиша.

В результате наших исследований было установлено, что интенсивность газообразования теста, полученного из экспериментальных образцов пшеничной муки, зависела от вида и способа применения микроэлементов цинка и марганца в технологии возделывания озимой пшеницы (рисунок 1).

Наибольший объем углекислого газа, выделившегося в течение 3 часов брожения, был зафиксирован на варианте с применением  $ZnSO_4$  как по вегетации, так и при предпосевной обработке семян. Резкий подъем интенсивности дыхания в этом варианте опытов наблюдался через 90 минут после начала брожения (рисунок 3) и превышал контрольное значение на 47,7 %, то есть возникло скачкообразное увеличение выработки  $CO_2$ . Затем происходило резкое снижение объема выделявшегося углекислого газа (рисунки 4, 6). По-видимому, высокая газообразующая способность на данном варианте связана с наличием большого количества сахаров в тесте, образованных при разложении крахмала эндогенными амилолитическими ферментами.

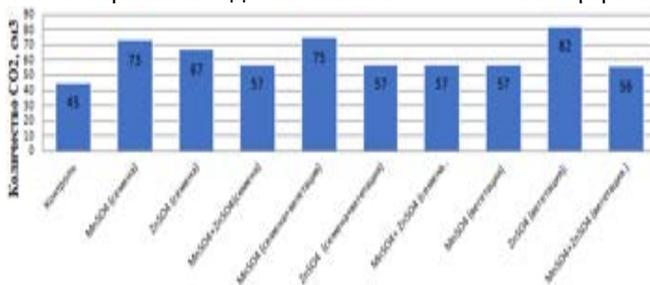


Рисунок 1 - Газообразующая способность теста через 30 минут

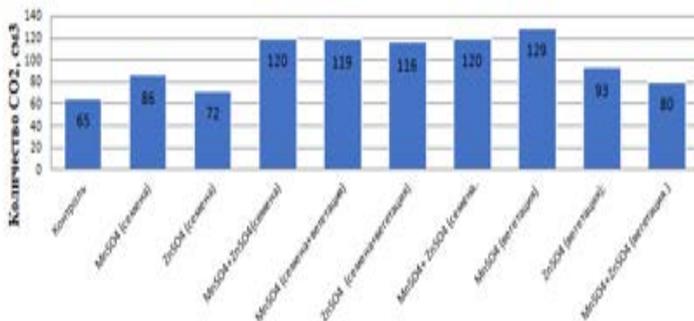


Рисунок 2 - Газообразующая способность теста через 60 минут

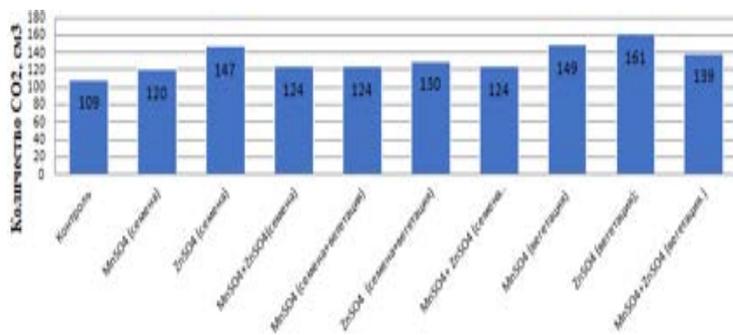


Рисунок 3 - Газообразующая способность теста через 90 минут

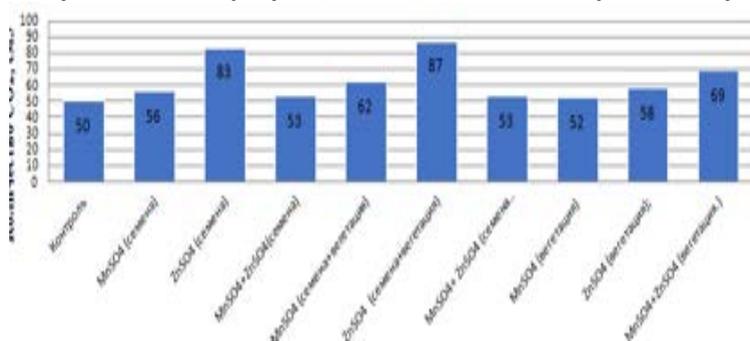


Рисунок 4 - Газообразующая способность теста через 120 минут

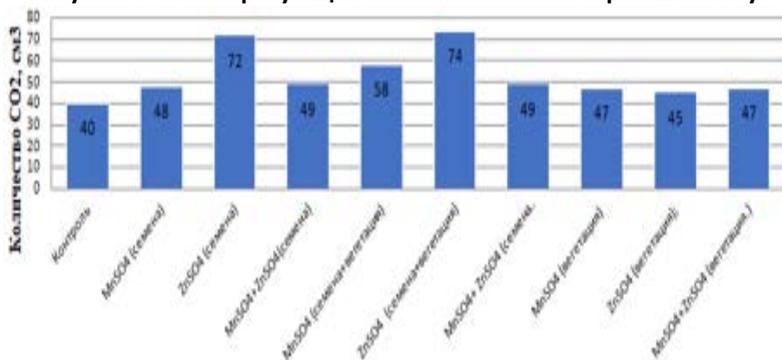
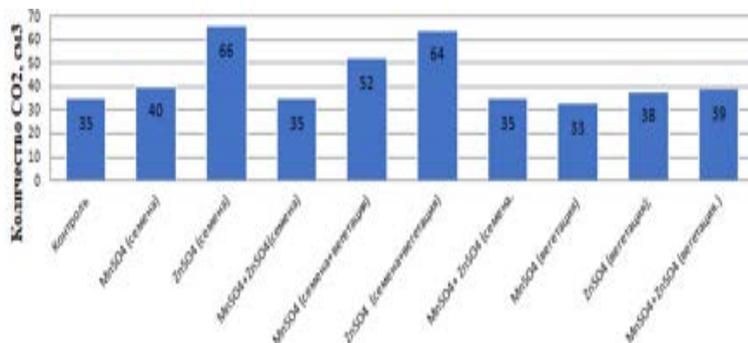


Рисунок 5 - Газообразующая способность теста через 150 минут



**Рисунок 6 – Газообразующая способность теста через 180 минут**

Применение сульфата цинка только при предпосевной обработке семян и при сочетании способов его внесения оказывало сходное действие с использованием только внекорневой подкормки  $ZnSO_4$ , однако динамика газообразования носила более сглаженный характер: более плавный подъем в первой половине брожения и постепенное снижение выработки  $CO_2$  последние 90 минут брожения. Суммарный объем выделившегося углекислого газа превышал вариант с применением цинка по вегетации на 6,3 % и на 10,7% с обработкой семян и вегетативной массы. Второй микроэлемент – марганец показал наибольший газообразующий эффект в варианте с применением по вегетации. Максимальный объем выделившегося  $CO_2$  в этом варианте фиксировался на 60 и 90 минуте брожения теста (рисунки 2, 3). Через 120 минут брожения наблюдалось резкое снижение газообразующей способности теста на 75 % (рисунок 3), через 3 часа бродильного процесса объем выделившегося  $CO_2$  отмечался ниже контрольных параметров. В остальных вариантах с применением марганца изменения газообразующей способности теста носили сходный характер.

Совместное применение цинка и марганца во всех вариантах опытов не оказывало столь выраженное действие на газообразующую способность теста. Максимальный объем выделившегося углекислого газа фиксировался на 60 и 90 минуте брожения, но численные значения были ниже вариантов применения микроэлементов по отдельности.

Исходя из полученных данных можно предположить, что в течение первых 90 минут брожения преобладающим видом являлось спиртовое брожение, о чем свидетельствует возрастающий объем выделяющегося  $CO_2$ . Особенно наглядно этот эффект прослеживался в вариантах с применением цинка. Данное явление можно объяснить ускорением расщепления крахмала до глюкозы под действием амилолитических ферментов. Глюкоза

быстрее включалась в процессы анаэробного гликолиза как в форме спиртового, так и молочно-кислого брожения [5, 6]. Цинк входит в состав более 100 ферментов, среди которых дегидрогеназы анаэробного и аэробного гликолиза, гексокиназа и ряд других дыхательных ферментов [6]. Цинк также активизирует алкогольдегидрогеназу, кальций- $\alpha$ -амилазу, щелочную фосфатазу. Вещества, образующиеся в ходе реакции, катализируемых данными ферментами, имеют углеводную природу и могут вступать в различные виды брожения, в том числе и спиртового, тем самым повышая газообразующую способность теста. Кроме того, цинк входит в состав пептидаз, которые катализируют расщепление пептидных связей в белках с образованием свободных аминокислот [7]. Аминокислоты взаимодействуют с простыми углеводами и образуют меланоидиновые соединения, ответственные за формирование хрустящей золотистой корочки, а также вкуса и аромата хлебобулочных изделий.

Таким образом, использование таких микроэлементов, как цинк и марганец, в технологии выращивания пшеницы благоприятно влияет на газообразующую способность теста при брожении, что улучшает качество хлебобулочных изделий. В частности, положительно сказывается на увеличении объема тестовой заготовки в начале выпечки и образовании меланоидинов путем объединения свободных сахаров со свободными аминокислотами в хлебной корке. Благодаря этому образуется золотистая корочка хлеба.

### **Библиографический список**

1. Тарасенко, О. А. О листовых подкормках микроэлементами языком растений / О. А. Тарасенко // Пропозиция. Удобрения в условиях интенсификации агропроизводства. – 2016. - с. 22 - 28.
2. Семашкина, А.И. Влияние микроэлементов цинка и марганца на мукомольные и хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы / А.И. Семашкина, Ф.А. Мударисов, В.И. Костин, Т.Д. Игнатова // Сахарная свекла. –2017/7. –С. 36–40.
3. Новый справочник химика и технолога. Сырьё и продукты промышленности органических и неорганических веществ. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://booksee.org/book/1238150>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Рус.
4. Мударисов, Ф.А. Влияние марганца и цинка в составе микроудобрений на урожайность и мукомольные показатели озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья/Ф.А. Мударисов//Фундаментальные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства. -2017. -С.280-283.

5. Питательные элементы марганец [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://www.pesticide.ru/active\\_nutrient/manganese](http://www.pesticide.ru/active_nutrient/manganese), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Рус.

6. Новый справочник химика и технолога [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://chemanalytica.com/book/novyy\\_spravochnik\\_khimika\\_i\\_tekhnologa/06\\_syre\\_i\\_produkty\\_promyshlennosti\\_organicheskikh\\_i\\_neorganicheskikh\\_veshchestv\\_chast\\_II/5426](http://chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/06_syre_i_produkty_promyshlennosti_organicheskikh_i_neorganicheskikh_veshchestv_chast_II/5426), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Рус.

7. Физиологическая роль микроэлементов Экология ► ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://studme.org/292600/ekologiya/fiziologicheskaya\\_rol\\_mikroelementov](https://studme.org/292600/ekologiya/fiziologicheskaya_rol_mikroelementov), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Рус.

## INVESTIGATION OF THE GAS-FORMING ABILITY OF WHEAT FLOUR

Mudarisov F.A., Sergatenko S.N., Ignatova T.D., Sergatenko M.A.

**Key words:** *trace elements, wheat flour, gas-forming ability of flour, dough respiration.*

*The work is devoted to the study of the gas-forming ability of the dough obtained from wheat flour. In the technology of winter wheat cultivation, various methods of introducing trace elements of zinc and manganese were used. The positive effect of these trace elements on the gas-forming ability of the dough during fermentation has been established, which contributes to improving the quality of bakery products.*