



- biosynthesis, genetics and ecophysiology – Plant Physiology and Biochemistry, vol. 72, pp. 1 – 20, 2013.
7. Wang T.Y., Li Q., Bi K.S. – Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate – Asian journal of Pharmaceutical Sciences, 13, pp.12 – 23, 2018.
 8. Bidel L.P.R., Coumans M., Baissac Y., Dumas P., Jay-Allemand C. – Biological activity in plant cells – Recent advances in Polyphenol Research. Vol.2, pp. 163 – 205, 2010.
 9. Mierziak J., Kostyn K., kulma A. – Flavonoids as important molecules of plant interactions with the environment – Molecules, 19, pp. 16240 – 16265, 2014.
 10. Naikoo M.I., Dar M.I., Raghieb F., Jaleel H., Ahmad B., Raina A., Naushin F. – Role and regulation of plant phenolics in abiotic stress tolerance: an overview – Plant signaling molecules, pp. 157 – 168, 2019.
 11. Terao J. – Dietary flavonoids as antioxidants – Forum Nutr., vol.61, pp.87 – 94, 2009.

Plant Antioxidants - Flavonoids

Gamkrelidze N.

**Georgian Technical University, Faculty of Agrarian Sciences and Biosystems
Engineering, Food Technologies**

Summary

Recently, there is a growing interest in the production of foods rich in natural antioxidants and vitamins. In this respect plant polysaccharides – flavonoids are of particular interest. Flavonoids have the ability to bind free radicals involved in oxidative processes. The antioxidant activity of flavonoids is related to their structure, properties and the nature of the oxidant itself.

Технологические аспекты использования гречневой закваски спонтанного брожения в технологии пшеничного хлеба

Гетьман И.А., Михоник Л.А.

Национальный университет пищевых технологий

Аннотация. В статье исследовано возможность использования муки зеленой гречки в составе питательной смеси хлебопекарных заквасок спонтанного брожения. Описаны схемы разводочного и производственного циклов для получения закваски с показателями, которые обеспечат необходимый ход технологического процесса и высокое качество готовых изделий. Установлено, что дозировка гречневой закваски в количестве 10-15% к массе муки позволяет сократить технологический процесс, улучшить вкусо-ароматические свойства хлеба, и, учитывая химический состав гречневой муки, увеличить пищевую ценность хлеба.

При условии изменений потребительских предпочтений иметь доступ к «свежей выпечке» и переформатирования структуры рынка в сторону роста предприятий средней и малой мощности, в частности, мини-пекарен, начинают развиваться ускоренные технологии. Современные требования потребителей к рациону питания, увеличение доли «здоровой» и физиологически-функциональной продукции стимулируют внедрение инновационных решений и расширения ассортимента хлебобулочных изделий оздоровительного назначения.

Ассортимент хлебобулочных изделий представлен преимущественно изделиями из сортовой пшеничной муки, которая, как известно, лишена важных составляющих зерна.



Дополнение сортовой муки биологически активными веществами других видов сырья будет способствовать решению проблемы предоставления хлеба оздоровительных свойств [1,2].

Высокая питательная ценность гречневой муки создает предпосылки для использования ее в качестве питательной среды для заквасок. В частности, отсутствие операции термообработки при производстве муки зеленой гречки позволяет максимально сохранить весь спектр витаминов, макро- и микронутриентов, ферментного комплекса этой муки и мощные антиоксидантные свойства, поскольку в состав входят флавоноиды: ориентин, кверцетин, витексин, рутин, изовитексин, изоориентин, проантоцианидины, которые вместе с молибденом, витаминами -антиоксидантами Е и А участвуют в нейтрализации свободных радикалов. Включение в рецептуру муки зеленой гречки позволяет повысить пищевую, биологическую и физиологическую ценность хлеба благодаря содержанию высококачественного белка (13-15%) со сбалансированным аминокислотным составом, который хорошо усваивается. Углеводов содержится 62-68% с низким гликемическим индексом (около 15), что придает муке диетических свойств. Жиры (3,0-3,5%) представлены незаменимыми полиненасыщенными жирными кислотами (ω -3, ω -6), которые, как известно, не синтезируются организмом человека, а должны поступать с пищей для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма. Клетчатки в гречневой муке около 6-12%, которая помогает выводить токсины и улучшать работу желудочно-кишечного тракта, ускоряя метаболизм. Также в муке выше, по сравнению с пшеничной сортовой мукой, содержание минеральных веществ (калий, магний, фосфор, железо, медь, цинк, хром, молибден, марганец), витаминов – группы В (B_1 , B_2 , B_6 , B_9), Е, РР [2,3].

Использование заквасок спонтанного брожения является перспективным направлением решения проблем вывода заквасок в условиях предприятий малой мощности, где введение традиционной, непрерывной и длительной, технологии невозможно. Биологические закваски спонтанного брожения имеют ряд преимуществ:

- упрощение процесса производства закваски;
- экономия дрожжей и чистых культур молочнокислых бактерий (МКБ);
- экономия производственных площадей;
- оперативное реагирование на потребности рынка, увеличение или уменьшение объемов и ассортимента.

Как и закваски на основе чистых культур МКБ и дрожжей, спонтанные могут иметь антимикробные свойства в технологии хлеба из пшеничной муки (подавление развития «картофельной болезни»), способствовать удлинению сроков хранения и обеспечивать высокую усвояемость минеральных веществ муки благодаря содержанию фермента фитаза [1,4].

Целью исследований была разработка способа изготовления гречневой закваски спонтанного брожения, выбор ее оптимальной дозировки в рецептуру пшеничного хлеба для получения изделий высокого качества.

Развитие микробиоты заквасок в процессе их приготовления так же зависит от технологических свойств муки, а именно от количества образованных сахаров (сахарообразующей способности) и количества водорастворимых веществ (автолитической активности), которые формируют углеводно-амилазный комплекс.

Исследования технологических свойств муки зеленой гречки показали, что в этой муке, по сравнению с пшеничной, больше собственных сахаров, что положительно влияет на газообразование в тесте в начале брожения, но ниже активность амилолитических ферментов.



Вероятно, менее интенсивное накопление водорастворимых веществ и сахаров в образцах с гречневой мукой также связано с большей крупностью ее частиц [5].

Следующим этапом было приготовления закваски, который состоит из цикла разведения и производственного цикла.

Цикл разведения имеет свои особенности, в основном зависит от водопоглотительной способности и интенсивности кислотонакопления, а также состава питательной среды. Кроме того, важное значение имеют выбранные параметры: влажность и температура брожения закваски.

Цикл разведения длился 120 часов при температуре 26-28 °С. Такие параметры являются оптимальными для развития молочнокислых бактерий и кислотостойких дрожжей. В этом цикле через каждые 24 часа до спелой закваски добавляли питательную смесь из муки и воды (температура 28-30 °С) в соотношении 1:1,25. После пятого обновления качество закваски по органолептическим и физико-химическим показателям стабилизируется, а приятный, мягко выраженный кислотно-спиртовой, «гречневый» запах свидетельствует о вытеснении неспецифической микрофлоры муки. Особенность вкусо-ароматических свойств определяется составом продуктов брожения, в частности, коэффициентом брожения - соотношением нелетучих и летучих кислот. Для этого было исследовано содержание летучих кислот в закваске, которые, как известно, формируют специфический кислый вкус и аромат готового хлеба, но полученное значение, 32%, свидетельствует о том, что в ее составе преобладают нелетучие кислоты (в основном молочная кислота), которые обеспечивают соответствующий приятный кисловатый вкус.

Хлеб с отличными вкусо-ароматическими показателями можно получить при совместной взаимодействия гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий в соотношении 1:2, стоит отметить, что присутствие только гомоферментативных бактерий способно лишить хлеб специфического аромата [1].

Производственный цикл предусматривает приготовление закваски влажностью (60±5) %, где отбор закваски происходит через каждые 10-12 ч. Отбирают на производство 70% готовой закваски, а к оставшейся закваске вносят питательную смесь из муки и воды (соотношение 1: 1,25). Кислотность готовой закваски - 16,0-18,0 град, рН = 3,85-3,70 ед. прибора, количество молочнокислых бактерий (МКБ) - $3,1 \times 10^9$ КОЕ / г с активностью 55-65 мин. Закваска склонна к «перекисанию», поэтому целесообразно увеличивать массовую долю влаги, что способствует снижению интенсивности кислотонакопления в результате дефицита питательных веществ для молочнокислых бактерий и дрожжей. Можно предположить, что это связано с преобладанием в их составе гомоферментативных молочнокислых бактерий, которые являются сильными кислотообразователями.

Для выбора оптимальной дозировки гречневой закваски проводили пробную лабораторную выпечку пшеничного хлеба с добавлением 10-20 % закваски к массе муки. В случае указанной дозировки количество гречневой муки, которая вносится с закваской, составляет 5-12 %, таким образом, соответствующее количество пшеничной муки заменяется крупяным.

При этом нужно ориентироваться на то, что кислотность хлеба из муки пшеничной первого сорта согласно ГСТУ 7517: 2014 «Хлеб из пшеничной муки. Общие технические условия» не должна превышать 4,0 град.

Тесто готовили согласно технологических инструкций по рецептуре «Паляниця тернопільська» из пшеничной муки 1 сорта. По ГСТУ 15.8.00389676.009-2000 изделие имеет



следующие показатели качества: масса - 0,5 кг; массовая доля влаги, не более - 43, 0%; кислотность, не более - 4,0 град; пористость, не менее - 68%.

Поскольку добавление закваски ускоряет технологический процесс, тесто готовили ускоренным безопасным способом, продолжительность брожения составляла 90 мин. Контролем служил пшеничный хлеб с добавлением 15% пшеничной закваски спонтанного брожения с такими показателями качества: кислотность - 14,8 град, массовая доля влаги - 56,9%, активность МКБ – 48 мин, подъемная сила - 58 мин. Основные показатели качества теста и готовых изделий приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры технологического процесса и показатели качества пшеничного хлеба с добавлением гречневой закваски

Показатель	Контроль (15 % пшеничной закваски)	Образец з добавлением гречневой закваски, % к массе пшеничной муки			
		10 %	15 %	20 %	
Тесто					
Влажность, %	43,0	43,0	43,2	43,2	
Кислотность, град.	начальная	2,8	2,6	2,8	3,2
	конечная	3,6	3,6	4,0	4,6
рН, ед. прибора	начальная	5,52	5,76	5,50	5,27
	конечная	5,38	5,32	5,15	4,98
Длительность расстойки, мин	45	45	42	40	
Хлеб					
Удельный объем, см ³ /100 г	355	352	350	346	
Пористость, %	78	78	77	76	
Влажность, %	42,5	42,5	42,6	42,7	
Кислотность, град	3,2	3,0	3,4	4,2	
Н/D	0,46	0,46	0,44	0,42	

Установлено, что увеличение дозировки закваски из муки зеленой гречки приводит к повышению начальной кислотности теста. За период брожения титруемая кислотность теста выросла в контрольном образце на 0,8 град, при добавлении 10, 15, и 20% гречневой закваски - на 1,0, 1,2 и 1,4 град соответственно. Положительное влияние увеличения количества закваски наблюдается и на продолжительность расстойки образцов, так как образцы с добавлением 15 % и 20 % закваски созревали несколько быстрее, по сравнению с контролем. Это может быть связано с кислой средой, в котором тесто быстрее приобретает нужных реологических характеристик и создается благоприятное значение рН для жизнедеятельности дрожжей. Стоит отметить и то, что закваска отличалась большим количеством дрожжей в составе микрофлоры - $1,5 \times 10^9$ КОЕ/г.

Вероятно, интенсивное кислотонакопление в закваске из муки зеленой гречки и в тесте с ее добавлением связано не только с углеводно-амилазным комплексом этой муки (способностью обеспечить сахарами микрофлору закваски) и составом микрофлоры, но и с химическим составом муки, а именно содержанием в муке β-глюкана, который, как известно, интенсифицирует жизнедеятельность молочнокислых бактерий.



Рисунок 1 - Исследуемые образцы пшеничного хлеба с добавлением закваски спонтанного брожения из муки зеленой гречки (К - контроль, 1 - образец с добавлением 10 % закваски, 2 - образец с добавлением 15 % закваски, 3 - образец с добавлением 20% закваски).

По органолептическим показателям, изделия (рис. 1) незначительно отличались друг от друга. Корочка хлеба имела равномерную окраску, от светло-желтого до светло-коричневого, мякиш хлеба с гречневой закваской имел серый оттенок. Все изделия характеризовались развитой, равномерной и тонкостенной пористостью, пропеченным и эластичным мякишем. Аромат и вкус контрольного образца и образца с минимальным процентом закваски - свойственный пшеничному хлебу. Образцы с добавлением 15% и 20% характеризовались слабым кисловатым, «гречневым» ароматом и вкусом.

Результаты определения физико-химических показателей изделий свидетельствуют, что образцы с 15 и 20 % гречневой закваски имеют на 0,1-0,2 % выше показатель влажности, что является несущественным и находится в пределах погрешности опыта. Увеличение дозировки гречневой закваски способствовало росту кислотности готовых изделий, но при ее дозировке 10-15 % значения не превышают допустимые пределы согласно ГСТУ 7517: 2014 «Хлеб из пшеничной муки. Общие технические условия». В случае внесения 20 % закваски кислотность изделий превышает нормативную на 0,2 град.

Замена части пшеничной муки на часть крупяной в составе закваски вызывает незначительное ухудшение показателей объема и пористости, поскольку данные виды муки не имеют клейковинных белков. Образцы с добавлением 10 и 15% гречневой закваски по этим показателям были близки к контрольному образцу. Внесение гречневой закваски несколько ухудшает формоустойчивость изделий, больше всего – с добавлением закваски в количестве 20 %. Очевидно, это связано с протеиновым комплексом гречневой муки и требует дальнейших исследований.

Учитывая показатели изделий, полученные во время пробного лабораторного выпекания, рекомендованной дозировкой закваски спонтанного брожения из муки зеленой гречки в технологии пшеничного хлеба следует считать 10-15 % к массе муки.

Таким образом установлено, что приготовление пшеничного хлеба с использованием закваски спонтанного брожения из муки зеленой гречки позволяет получить изделия с показателями, близкими к контрольному образцу с пшеничной закваской. Кроме того, добавление гречневой закваски придает изделиям приятный вкус и аромат, способствует значительному сокращению технологического процесса и, учитывая химический состав гречневой муки, повышает пищевую ценность изделий.

При микробиологическом анализе готовых, выведенных по четко регламентированной схеме вывода заквасок, их использование является эффективным и безопасным.

Несмотря на низкие показатели активности амилолитических ферментов, особенности



химического состава гречневой муки позволяют использовать ее в составе питательной среды хлебопекарных заквасок с целью интенсификации технологических процессов, улучшение пищевой ценности и расширения ассортимента хлебных изделий.

Список литературы.

1. Дробот В., Сильчук Т. Використання закваски спонтанного бродіння при виробництві житньо-пшеничного хліба. *Наукові праці НУХТ*. 2016. Том 22, № 1. С 180-184.
2. Невская Е.В., Шлеленко Л.А., Смирнов С.О., Тюрина О.Е., Урубков С.А. Разработка рецептур и технологий хлебоулучочных изделий специализированного и функционального назначения на основе продуктов переработки крупяных культур. *Хранение и переработка зерна*. 2014. №3(180). С. 36-38.
3. Гетьман І. А., Михонік Л. А., Науменко О. В. Борошно круп'яних культур як перспективна нетрадиційна сировина в хлібопеченні. *Інноваційний розвиток харчової індустрії: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції*, 21 листопада 2019 р. Київ: ІПР, 2019. С. 23-25.
4. Hetman I.A., Mikhonik L.A., Naumenko O.V. Perspectives of usage spontaneous fermentation starters of cereal crops cultures in bread technologies. *Science and innovations in the 21st century: матеріали I Всеукраїнської Інтернет-конференції студентів та молодих вчених*, 12 травня 2021 р. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021. С. 12-15.
5. Гетьман І.А., Михонік Л.А., Кухаренко І.О. Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу борошна круп'яних культур і його сумішей з пшеничним. *Харчова промисловість*. 2020. №27. - С. 46-52. DOI: 10.24263/2225-2916-2020-27-7.

Technological aspects of using buckwheat sourdough of spontaneous fermentation in wheat bread technology

Getman I.A., Mikhonik L.A.

National University of Food Technology

Summary

The article investigates the use of green buckwheat flour in the composition of a nutritious mixture of baking sourdough cultures of spontaneous fermentation. The schemes of breeding and production cycles are described for obtaining a starter culture with indicators that will ensure the necessary course of the technological process and high quality of finished products. It has been established that the dosage of buckwheat sourdough in the amount of 10-15% by weight of flour allows to reduce the technological process, improve the taste and aromatic properties of bread, and, taking into account the chemical composition of buckwheat flour, increase the nutritional value of bread.