

УЛУЧШИТЕЛИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СВОЙСТВА ХЛЕБОПЕКАРНОГО ТЕСТА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Э.Э. Байрамов^{1*}

¹Азербайджанский Технологический Университет, Гянджа, Азербайджан

IMPROVERS AFFECTING THE PROPERTIES OF BAKERY DOUGH OF WHEAT FLOUR

E.E. Bayramov (Azerbaijan University of Technology, Ganja, Azerbaijan)

Резюме. В представленной работе обобщены и систематизированы особенности широко распространённых хлебопекарных улучшителей, не влияющих на свойства клейковины, повышающих эластичность и снижающих растяжимость теста. Результаты исследований и данные, приведенные в виде таблицы позволяют технологам хлебопекарного производства после анализа пшеничной муки с легкостью подобрать улучшителей и выявить, в каком именно направлении надо воздействовать на компоненты муки, а также на реологические свойства теста при его замесе, т.е. обеспечить повышение эластичности и понижение растяжимости теста в зависимости от свойств муки.

Abstract. In the work the features of the widespread bakery improvers not influencing on the properties of gluten and increasing elasticity and reducing tensility of dough are generalized and systematized. The results of the research and the data presented in the table allow the technologists of the baking industry easily select the improvers and to determine in which direction to influence the components of flour as well as the rheological properties of the dough during its mixing, i.e. to ensure an increase in elasticity and a decrease in the extensibility of the dough, depending on the properties of the flour.

Ключевые слова: мука, тесто, улучшитель, клейковина, эластичность, растяжимость.

Keywords: flour, dough, improver, gluten, elasticity, tensile properties.

* *Эльданиз Байрамов, кандидат технических наук, доцент, Азербайджанский Технологический Университет, Гянджа, Азербайджан, e-mail: eldaniz@rambler.ru*

Поступила в редакцию: 9 октября 2017

1. Введение

Для устойчивой работы предприятий хлебопекарной промышленности необходимо решить проблему сырья, качество которого, должно соответствовать требованиям стандарта.

Благополучие и стабильность в любой стране определяются достатком пищевых продуктов, в первую очередь муки и хлеба высокого качества, обеспечение которых во многом зависит от качества исходного сырья и соблюдения требований и регламентов производства. Для обеспечения стабильного качества муки и хлеба необходимо зерно, соответствующее требованиям стандарта. Однако, в сложных экономических условиях производители зерна оказались не в состоянии обеспечивать стабильные поставки на мукомольные предприятия зерна требуемого качества и необходимого количества, что является наиболее сложной проблемой.

Исследования качественных параметров зерна показывают, что из зерна низкого качества не представляется возможным выработка муки высоких сортов по ГОСТу. Поэтому для улучшения качества муки на мукомольных предприятиях применяют различные мероприятия. Но не смотря на это из такой муки, поступающей на хлебопекарные предприятия, при замесе не всегда получается клейковина и тесто удовлетворительного качества. Например, клейковина и тесто после замеса получается с повышенной эластичностью и пониженной растяжимостью, или наоборот с пониженной эластичностью и повышенной растяжимостью. Это связано с гидратационной способности составных частей, особенно белков муки.

2. Актуальность темы

Гидратированные белки теста из пшеничной муки представляют собой весьма лабильные коллоиды, реологические свойства которых могут сильно изменяться под влиянием различных химических воздействий [7]. Для понимания роли всех компонентов теста в определении его особенностей как упруго-вязкопластичного тела важно подчеркнуть, что во всех случаях, когда происходит изменение реологических свойств отмытой клейковины, изменяются в том же направлении и свойства теста.

В настоящее время в тесто в процессе его приготовления добавляют разнообразные химические вещества, т.е. улучшители имеющие назначение оказать влияние на реологические свойства теста.

Следует подчеркнуть, что вопрос о природе воздействия того или иного улучшителя неразрывно связан и с вопросом оценки его с позиций санитарии и гигиены питания [10].

Эффективное использование улучшителей предусматривает, во-первых четкое определение причин неудовлетворительного качества муки, которую необходимо улучшить. Для этого следует провести достаточно полный анализ ее особенностей и выявить, в каком именно направлении надо воздействовать на ее компоненты для получения теста, а значит и хлеба нормального качества. Вторым весьма важным моментом является определение оптимальных дозировок улучшителей, так как многие из них при превышении доз могут оказать резко отрицательное влияние на свойства клейковины и теста, а в итоге на качество хлеба. Иначе говоря, необходимо продуманное и строго специализированное использование химических улучшителей, основанное на изучении особенностей как объекта улучшения, так и самого улучшителя.

Проведенные исследования позволили обобщить и систематизировать особенности влияния применяемых улучшителей, понижающих эластичность и повышающих растяжимость [4], а также особенности влияния применяемых улучшителей, повышающих эластичность и снижающих растяжимость [5] клейковины и теста.

Однако следует отметить, что на хлебопекарные предприятия иногда поступает мука с удовлетворительной клейковиной, но не соответствующая требованиям стандарта тем, что тесто из которой получается с низкой эластичностью и высокой растяжимостью. В таких случаях перед технологом возникает трудность по выбору улучшителей, которые не влияя на свойства клейковины должны обеспечить только повышение эластичности и снижение

растяжимости теста. Всё это требует изучения влияния хлебопекарных улучшителей на реологические свойства, т.е. на эластичность и растяжимость теста, их обобщение и систематизации, что является весьма актуальным.

Целью исследования является обобщение и систематизация хлебопекарных улучшителей, не изменяющих свойства клейковины, повышающих эластичность и снижающих растяжимость теста.

Объектом исследования является клейковина и тесто из пшеничной муки. Предметом исследования является исследование хлебопекарных улучшителей, влияющих на реологические свойства теста.

Теоретические исследования основаны на литературных данных и достоверных источниках интернета, а практические исследования – на опыт применения хлебопекарных улучшителей.

3. Материалы и обсуждение

Выясним особенности влияния и проведем обобщение и систематизацию хлебопекарных улучшителей, наиболее широко распространенных в хлебопечении, которые не изменяя свойства клейковины только повышают эластичность и снижают растяжимость теста.

Улучшители, воздействующие на свойства теста, но не оказывающие влияния на клейковину представляют наибольший интерес для понимания всей сложности происходящих процессов в замешенном тесте.

К этим улучшителям относятся весьма различные по своим свойствам вещества: бромат калия E924a, йодат калия E917; простые эфиры целлюлозы (метилцеллюлоза E461, гидроксипропилцеллюлоза E463, гидроксипропилметилцеллюлоза E464, карбоксиметилцеллюлоза E466), представляющие собой гидрофильные коллоиды [7], характеристика которых приведена в [8]. Добавление этих веществ в тесто при замесе понижает растяжимость и повышает сопротивление растяжению, а также эластичность, однако этот эффект проявляется различно. Гидрофильные коллоиды оказывают влияние уже в момент замеса, тогда как для обнаружения воздействия бромата требуется не менее часа времени. Несколько быстрее оказывает свое воздействие йодат, представляющий собой более энергичный окислитель, чем бромат.

Для понимания механизма воздействия веществ, нужно представить, что тесто это значительно более многокомпонентная система, чем отмытая из него клейковина. В клейковине основными компонентами являются глиадин и глютеин, тогда как в тесте основной по количеству компонент - крахмал. Наряду с ним присутствуют и другие полисахариды, из которых особого внимания заслуживают растворимые и нерастворимые пентозаны [7].

Установлено, что добавление 1% водорастворимых пентозанов при замесе значительно повышает сопротивление растяжению и стабилизирует его на более высоком уровне. Влияние на эти показатели свойств теста фракции нерастворимых пентозанов выражено менее резко, но все же существенно. Исследованиями было выявлено очень важное для понимания механизма воздействия йодата и бромата обстоятельство: прибавление в тесто при замесе йодата оказывало почти такой же эффект, как и пентозаны. Но еще больший эффект повышения сопротивления теста растяжению был получен при совместном добавлении йодата и пентозанов. Наиболее вероятным объяснением

этих фактов является предположение, что в данном случае происходит образование плотных гелей при воздействии окислителя на пентозаны [7].

Бромат калия E924a и йодат калия E917. Эти улучшители не включены в список пищевых добавок, разрешенных к применению при производстве пищевых продуктов в России, а также в Азербайджане. Однако их применяют в ряде стран Европы как сильный окислитель. Например, бромат калия в сухом виде добавляют в муку на мельницах [9]. В большинстве случаев и бромат калия и йодат калия вносятся в тесто при его приготовлении в виде водного раствора. Дозировки этих улучшителей зависят от сорта (выхода) пшеничной муки, ее хлебопекарных свойств (в первую очередь от силы муки) и интенсивности механического воздействия на тесто. Чем выше выход муки, чем она слабее и чем интенсивнее механическая обработка теста, тем выше оптимальная их дозировка. При незначительной дозировке этих улучшителей повышается газодерживающая способность теста и его формоустойчивость, в результате чего происходит резкое увеличение объема хлеба (на 10-40%), повышение пористости, улучшение структуры и структурно-механических свойств мякиша. Мякиш становится более светлым, тонкой и равномерной, а корка более румяной [6, 2]. Распльваемость подовых изделий значительно снижается. Дозировка этих улучшителей выше оптимальных значений заметно ухудшает качество хлеба. В связи с тем, что бромат калия является относительно медленно действующим окислителем, а йодат калия – относительно быстро действующим окислителем, в США в качестве улучшителя окислительного действия часто применяют их в соотношении 4:1 [1].

Вопрос о механизме воздействия этих улучшителей неоднократно пересматривался и до сих пор не может считаться окончательно выясненным. Высказанная первоначально гипотеза о том, что эти окислители ингибируют протеолитические ферменты муки, окисляя активаторы этих ферментов, глютатион, в частности, была решительно опровергнута, когда было твердо установлено, что протеазы пшеничной муки не требуют активаторов для проявления своей активности.

Значительно более вероятной представляется возможность воздействия окислителей на фракцию пентозанов, в результате которого происходит образование плотных гелей. Между броматом и йодатом имеются существенные различия в их влиянии на свойства теста. Действие первого проявляется, как уже указывалось, не раньше чем через 2-3 ч после его внесения в тесто, тогда как йодат воздействует на свойства теста немедленно, вызывая заметное укрепление его структуры. Экстенсограммы показывают, что влияние йодата заметно уже через 5 минут после замеса, а из фаринограмм следует, что этот окислитель заметно замедляет процесс формирования теста и укрепляет консистенцию последнего, тогда как бромат совершенно инертен в этом отношении.

Весьма вероятно, что эти различия обусловлены тем, что йодат отдает свой кислород в нейтральной среде, тогда как бромат является окислителем только в кислой среде; повышение кислотности теста происходит только через некоторое время после начала брожения. Принципиальное значение имеет тот твердо установленный факт, что ни йодат, ни бромат не оказывают влияния на реологические свойства клейковины, даже в концентрациях, во много раз более высоких, чем применяемые в хлебопечении. Определение процесса разложения обоих окислителей в тесте подтвердило, что бромат очень медленно отдает свой

кислород и только в процессе выпечки происходит его полное превращение в бромистый калий, тогда как йодат разлагается почти мгновенно и уже к моменту окончания замеса его не обнаруживается.

По характеру воздействия близка к йодатам и броматам моно-йодуксусная кислота, однако она эффективна в значительно меньших дозировках, чем оба первых улучшителя. По скорости воздействия на реологические свойства теста она ближе к йодату: укрепляет консистенцию теста в момент замеса [7].

Наиболее интересным является вопрос о влиянии таких гидрофильных коллоидов, как простые эфиры целлюлозы, обуславливающим не только повышение водопоглотительной способности, но и укрепление теста. Можно предполагать, что в этом случае происходит перераспределение влаги между компонентами теста: понижение гидратации клейковины за счет конкурирующего поглощения воды этими коллоидами.

Общепринятая трактовка действия улучшителей окислительного действия разного типа, сводит все изменения реологических свойств теста к образованию дисульфидных мостиков между макромолекулами белка в результате окисления свободных сульфгидрильных групп. Ограниченность этой трактовки видна из источников литературы, где указываются иные пути воздействия на белковые вещества теста. Но следует подчеркнуть, что весь сложный вопрос о роли дисульфидных связей и сульфгидрильных групп в определении свойств клейковины должен подвергаться в настоящее время коренному пересмотру.

Несмотря на то что теория воздействия различных веществ на реологические свойства клейковины и теста разработана еще очень недостаточно, накопленные экспериментальные данные уже позволили использовать в практике хлебопечения целый ряд способов улучшения технологических свойств полуфабрикатов в процессе замеса. Наибольшее распространение в хлебопекарной промышленности нашли методы, основанные на применении окислителей.

Известно, что уже сам по себе замес в среде, содержащей кислород, оказывает заметное влияние на компоненты теста, в первую очередь на ее липидную фракцию; образующиеся при этом перекиси и гидроперекиси воздействуют на белковые вещества клейковины, в результате чего тесто заметно укрепляется. Эти данные явились исходными для разработки ряда способов воздействия на свойства теста путем интенсификации протекающих при замесе окислительных процессов. Наиболее широкое применение нашел этот принцип в США, где выпускается препарат липоксигеназа, вырабатываемый из семян сои.

Преимущество этих способов воздействия на тесто заключается не только в том, что оно приобретает оптимальные технологические свойства, но и в значительном сокращении расхода энергии на замес.

Влияние простых эфиров целлюлозы на пшеничное тесто и его компоненты отличается от воздействия других эмульгаторов неионогенного типа. Эти эфиры дают чрезвычайно вязкие растворы, и добавление их в количестве 0,5% резко повышает водопоглотительную способность муки, а тесто становится более крепким, понижается его расплываемость, улучшается формоустойчивость. На свойства клейковины воздействия различных эфиров целлюлозы отмечено не было, некоторое понижение удельной растяжимости находилось в пределах ошибки опыта.

Наиболее эффективна в этом отношении метилцеллюлоза, добавление которой в очень слабую муку позволяет получить хлеб нормального качества даже в случае применения муки из зерна, поврежденного вредной черепашкой. Так, например, если отношение Н/D хлеба из такой муки равнялось 0,26, то после добавления 0,5% метилцеллюлозы оно повысилось до 0,39, а объем хлеба увеличился на 9% [7].

Метилцеллюлоза E461 и гидроксипропилметилцеллюлоза E464 относятся к группе стабилизаторов используемых для сохранения и стабилизации вязкости и консистенции пищевых продуктов. Растворяются в холодной (но не растворяются в горячей) воде с образованием вязких растворов. Вязкость растворов этих производных целлюлозы, зависящая от их концентрации и практически не зависящая от рН в диапазоне 2-13, снижается с повышением температуры до момента гелеобразования, которое наступает в интервале температур 50-90^oC. По достижении температурной точки гелеобразования вязкость растворов начинает резко повышаться до температуры флокуляции (коагуляции с образованием рыхлых хлопьевидных агрегатов). Процесс обратим, т.е. при снижении температуры может быть получен исходный раствор, что обусловлено обратимостью процесса образования и разрыва водородных связей между полимерными молекулами эфиров целлюлозы и молекулами воды.

Гидроксипропилцеллюлоза E463. Растворяется в воде при температуре, не превышающей 40^oC. Её растворимость повышается в присутствии сахарозы. Вязкость растворов, которая не зависит от рН в интервале 2-11, снижается с повышением температуры до момента флокуляции, наступающего минуя стадию гелеобразования, в интервале 40-45^oC. Процесс обратим, и со снижением температуры будет происходить повторное растворение этого эфира целлюлозы в воде. Водные растворы E463 проявляют поверхностную активность, действуя в дисперсных пищевых системах как эмульгатор. Растворы E463 совместим с большинством натуральных и синтетических водорастворимых полимеров – метилцеллюлозой, карбоксиметилцеллюлозой, желатином, альгинатами и др., что создает возможность их совместного использования для достижения конкретных технологических эффектов: для получения заданной величины вязкости, гелеобразования, формирования необходимой текстуры.

Карбоксиметилцеллюлоза E466. Растворяется и в горячей, и в холодной воде с образованием растворов различной вязкости, которая зависит от степени замещения гидроксильных групп в молекуле целлюлозы. Для пищевых целей обычно применяют карбоксиметилцеллюлозу со степенью замещения 0,65-0,95, образующую растворы высокой и средней вязкости. Как и в случае других производных, вязкость растворов карбоксиметилцеллюлозы уменьшается с повышением температуры, однако в отличие от них в растворах этой добавки гелеобразования или флокуляции не происходит. Другая отличительная особенность – зависимость вязкости растворов карбоксиметилцеллюлозы от рН. В интервале 5-9 она практически не зависит от рН, при рН<3 может возрасти, а при рН>10 может уменьшаться. Смеси карбоксиметилцеллюлозы и гидроксипропилцеллюлозы обладают синергическим эффектом, который проявляется в повышении вязкости их раствора по сравнению с вязкостью растворов индивидуальных добавок [8].

Систематические исследования воздействия различных факторов на клейковину и анализ полученных данных позволили сделать определенные обобщения в этом направлении, результаты которых представлены в таблице [3].

Таблица. Улучшители, не влияющие на свойства клейковины, повышающие эластичность и снижающие растяжимость теста

Наименование улучшителя	Еврокод	Дозировка, %, к массе муки
Бромат калия	E924a*	0,001-0,004
Йодат калия	E917*	0,0004-0,0008
Простые эфиры целлюлозы:		
• метилцеллюлоза	E461	0,0001-0,0005
• гидроксипропилцеллюлоза	E463*	до 0,001
• гидроксипропилметилцеллюлоза	E464	до 0,0025
• метилэтилцеллюлоза	E465*	до 0,0025
• карбоксиметилцеллюлоза	E466	0,0004-0,0005

4. Выводы

Выявлены особенности влияния, проведены обобщение и систематизация широко распространенных хлебопекарных улучшителей, которые не изменяя свойства клейковины, только повышают эластичность и снижают растяжимость теста. Данные в виде таблицы позволяют технологам с легкостью подобрать улучшителя и оказывать на этапе замеса воздействие на реологические свойства теста в желательном направлении, т.е. повысить эластичность и понизить растяжимость теста в зависимости от свойств муки, не изменяя при этом свойства клейковины.

Необходимо тщательно изучить все процессы, которые протекают при замесе, с целью разработки оптимальных параметров замеса в сочетании с хлебопекарными улучшителями в зависимости от исходных свойств пшеничной муки, что обеспечит получение теста и в итоге хлеба высокого качества.

Литература

1. Auerman, L.Ya. (2005). *Technology of Bakery Production*. Textbook, St. Petersburg, Professiya, 416 (in Russian).
2. Bayramov, E.E. (2011). Investigations of the influence of additives of oxidative action on the quality of special-purpose bread, *Materials of the scientific-practical conference Actual problems of food, clothing and light industries*, Ganja, Azerbaijan (in Azerbaijani).
3. Bayramov, E.E. (2014). Improvers that do not affect the properties of gluten, which increase the elasticity and reduce the extensibility of the dough. *XXV International Correspondence Scientific and Practical Conference, Scientific Discussion: Questions of Technical Sciences*, 8(20), 52-59 (in Russian).
4. Bayramov, E.E. (2014). Improvers that reduce the elasticity and increase the extensibility of gluten and dough. *Food Science and Technology*, 4(29), 70-76 (in Russian).
5. Bayramov, E.E. (2015). Improvers that increase elasticity and reduce the extensibility of gluten and dough. *Harchova promyslovosti, NUKHT*, 18, 13-18 (in Russian).
6. Bayramov, E.E., Javadov, M.M. (2016). Investigation of the influence of oxidants on the quality of special-purpose bread, *Scientific Reports of Azerbaijan Technological University*, 2(22), 10-16 (in Azerbaijani).

7. Kozmina, N.P. (1978). *Biochemistry of Bakery*, Food industry, 280 (in Russian).
8. Nechaev, A.P., Kochetkova, A.A., Zaitsev, A.N. (2002). *Food Additives*, Textbook, Moscow, Kolos-Press, 256 (in Russian).
9. Pashchenko, LP, Zharkova, I.M. (2008). *Technology of Bakery Products*, Textbook, Moscow, Kolos, 389 (in Russian).
10. Safety requirements for food additives, flavors and technological auxiliaries, technical regulations of the customs union TR TS 029/2012, 58, 308 (in Russian).