

2. Pozdnjakovskij V.M. Jekspertiza hleba i hlebobulochnyh izdelij. Kachestvo i bezopasnost'. – Novosibirsk: Sib. univer. izd-vo, 2009. – 288 s.
3. Tjpsina N.N., Selezneva G.K. Ispol'zovanie l'n-janoj muki v proizvodstve hlebobulochnyh i muchnyh konditerskih izdelij // Vestnik KrasGAU. – 2010. – № 10. – S. 178–181.
4. GOST R 52189-2003. Muka pshenichnaja. Obshhie tehicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2008. – 11 s.
5. GOST 21-94. Sahar-pesok. Tehicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2012. – 14 s.
6. GOST R 54731-2011. Drozhzhi hlebopekarnye pressovannye. Tehicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2013. – 16 s.
7. GOST R 51574-2000. Sol' povarennaja pishhevaja. Tehicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2005. – 15 s.

УДК 664.66

*И.К. Сатцаева, В.А. Гасиева,
А.К. Тебоева, Я.С. Фарниева*

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ХМЕЛЕВОЙ ЗАКВАСКИ

*I.K. Satsaeva, V.A. Gasieva,
A.K. Teboeva, Ya. S. Farnieva*

THE WAY TO IMPROVE THE QUALITY AND SAFETY OF BAKERY PRODUCTS FROM WHEAT FLOUR BY IMPROVING THE TECHNOLOGY OF HOP YEAST

Для предотвращения микробиологического инфицирования и повышения безопасности хлебобулочных изделий все чаще стали применять хмелевые закваски в качестве биологических разрыхлителей. Они представляют собой комбинации различных видов кислотообразующих бактерий и штаммов дрожжей, выведенных на питательных смесях (заварках) с хмелевым отваром. При оценке хлебобулочных изделий с использованием хмелевой закваски главными критериями являлись определение качества, микробиологической стойкости при хранении и соответствие их гигиеническим требованиям ТР ТС 021/2011. Однако в технологии введения хмелевой закваски в хлебопекарное производство возникает ряд вопросов, обусловленных специфическим действием веществ хмелевого сырья, входящего в состав питательной смеси, на технологически значимые процессы жизнедеятельности микроорганизмов (кислото- и газообразование), а следовательно, устойчивостью ее биотехнологических свойств и применимостью в производстве пшеничных сортов хлеба. В статье экспериментально обоснованы условия введения хмелевой закваски в хлебопекарное производство, которые позволяют стабилизировать ее биотехнологические свойства. В ка-

честве питательных сред применяли заварки, представляющие собой водно-мучную смесь на основе хмелевого отвара, в которой крахмал муки в значительной степени клейстеризован. Изменяя параметры питательной среды – влажность и дозировку, возможно регулировать направленность микробиологических и биохимических процессов, протекающих в заквасках. Поэтому необходимо использование в качестве питательной смеси хмелевой заварки из пшеничной муки 2-го сорта влажностью 79–81 % в соотношении 50:50 к массе закваски. Исследовано влияние хмелевой закваски на рост возбудителей «картофельной болезни» и плесневых грибов на поверхности хлебобулочных изделий. Первые признаки роста микроорганизмов в исследуемом образце хлеба обнаружены на 9 и 26 часов соответственно позже, чем в контроле. Установлено, что микробиологические показатели и показатели безопасности в хлебе с использованием хмелевой закваски значительно ниже допустимого уровня по техническому регламенту. Таким образом, применение хмелевой закваски с устойчивыми биотехнологическими свойствами, при соблюдении общих мер санитарии и гигиены в процессе производства пшеничного хлеба, способствует повышению микробио-

логической стойкости хлебобулочных изделий при хранении и соответствует гигиеническим требованиям безопасности к пищевой продукции по ТР ТС 021/2011.

Ключевые слова: хмелевая закваска, питательная смесь, хлеб, кислото- и газообразование в закваске, микробиологическая стойкость.

To prevent microbiological infection and increase the safety of bakery products the specialists started applying hop ferments as a biological baking powder. They represent combinations of different types of acid-forming bacteria and strains of the yeast removed on nutritious mixes (tea leaves) with hop broth. At an assessment of bakery products with use of hop ferment the main criteria were determination of quality, microbiological firmness at storage and compliance to their hygienic requirements of 021/2011. However in technology of introduction of hop ferment to baking production there is a number of questions, the substances of the hop raw materials which is a part of nutritious mix caused by specific action on technologically significant processes of activity of microorganisms (acid- and gas generation), and consequently, stability of its biotechnological properties and applicability in production of wheaten grades of bread. In the article the conditions of hop ferment introduction into baking production which allow stabilizing its biotechnological properties are experimentally proved. As nutrient mediums were applied the tea leaves representing water and flour mix on the basis of hop broth, in which flour starch substantially pasted. Changing parameters of a nutrient medium, i.e. humidity and a dosage, it is possible to regulate an orientation of the microbiological and biochemical processes proceeding in ferments. Therefore the use as nutritious mix of hop tea leaves from wheat flour of the 2nd grade humidity of 79–81 % in the ratio 50:50 to the mass of ferment is necessary. The influence of hop ferment on growth of causative agents of "a potato illness" and mold mushrooms on the surface of bakery products was investigated. The first signs of microorganism's growth in the studied sample of bread were found for 9 and 26 hours later respectively, than in control. It was established that microbiological indicators and indicators of safety in bread with use of hop ferment were much lower than admissible level according to

technical regulations. Thus, the use of hop ferment with steady biotechnological properties at observance of general measures of sanitation and hygiene in the course of production of white bread promoted increase of microbiological firmness of bakery products at storage and conformed to hygienic requirements of safety to food products according to the hygienic requirements 021/2011 TR.

Keywords: hop yeast (fresh sour), nutrient mixture, bread, acid-formation and formation in yeast, microbiological resistance.

Введение. Хлебопекарное сырье является благоприятной средой для развития посторонних микроорганизмов, присутствие которых оказывает определенное влияние на состав исходных и конечных продуктов брожения в полуфабрикатах хлебопекарного производства, поэтому для корректировки хлебопекарных свойств основного и дополнительного сырья, улучшения качества и предотвращения микробиологического инфицирования готовых изделий все чаще стали использовать хмелевые закваски в качестве биологических разрыхлителей. Они представляют собой комбинации различных видов кислотообразующих бактерий и штаммов дрожжей, выведенных на питательных смесях (заварках) с хмелевым отваром.

Однако в технологии введения хмелевой закваски в хлебопекарное производство возникает ряд вопросов, обусловленных специфическим действием веществ хмелевого сырья, входящего в состав питательной смеси в виде отвара, на технологически значимые процессы жизнедеятельности микроорганизмов (кислото- и газообразование), а следовательно, устойчивостью ее биотехнологических свойств и применимостью в производстве пшеничных сортов хлеба.

Цель и задачи: исследовать влияние состава питательной смеси на основные процессы жизнедеятельности микроорганизмов, параметров питательной смеси на процессы кислото- и газообразования; определить качество и соответствие хлебобулочных изделий из пшеничной муки на основе хмелевой закваски гигиеническим требованиям безопасности к пищевой продукции по ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Как было указано выше, основными биохимическими процессами в заквасках, от которых зависит качество хлебобулочных изделий из пшеничной муки, являются молочнокислое и спиртовое брожение, иначе говоря, кислото- и газообразование. Традиционно принято в хлебопекарном производстве эти процессы контролировать по показателям кислотности и подъемной силе [4].

Исследование влияния состава питательной смеси на основные процессы жизнедеятельности микроорганизмов

В качестве питательных сред в хлебопекарном производстве широкое применение имеют заварки, которые представляют собой водно-мучную смесь, в которой крахмал муки в значительной степени клейстеризован. Под действием амилолитических ферментов крахмал муки расщепляется на сахара: глюкозу, фруктозу,

мальтозу, что создает благоприятные условия для развития молочнокислых бактерий и дрожжей. Химический состав муки, обуславливающий полноценность питательных сред для микроорганизмов, закономерно связан с выходом отдельных сортов муки.

В этой связи было исследовано влияние сорта пшеничной муки, входящей в состав заварок с хмелевым отваром, на процесс кислото- и газообразования при ведении хмелевой закваски.

Заварки готовили из муки 1-го, 2-го сортов и их смеси путем смешивания с водой или хмелевым отваром [2] при температуре 95–97°С с последующим охлаждением до температуры 60–63°С, при которой осахаривали ячменным солодом. Контрольными образцами являлись заварки, приготовленные на воде. Расход сырья и режим приготовления заварок представлены в таблице 1.

Таблица 1

Расход сырья и режим приготовления заварок

Сырье и режим	Заварка на воде (контроль)			Заварка на хмелевом отваре		
	Мука 1-го сорта, г	Мука 2-го сорта, г	Солод ячменный, г	Мука 1-го сорта, г	Мука 2-го сорта, г	Солод ячменный, г
Мука 1-го сорта, г	100	50	-	100	50	-
Мука 2-го сорта, г	-	50	100	-	50	100
Солод ячменный, г	2	2	2	2	2	2
Продолжительность осахаривания, мин	90–180	90–180	90–180	90–180	90–180	90–180

Исследования проводили в течение 5 часов с отбором проб через каждый час и регистрировали показатели кислотности и подъемной силы.

Установлено, что показатели начальной кислотности заквасок, освеженных различными вариантами заварок, были на одном уровне. Освежение хмелевой закваски контрольными заварками из 2-го и смеси 1-го и 2-го сортов муки привело к более интенсивному кислотообразованию относительно других. Показатели конечной кислотности этих заквасок составили 9,6 и 9,0 град соответственно, что закономерно обусловлено присутствием большего количества ростовых веществ в муке 2-го сорта.

Уровень конечной кислотности заквасок, освеженных хмелевыми заварками из муки 1-го, 2-го и смеси 1-го и 2-го сортов, снизился на 23, 12 и 22 % соответственно по сравнению с кон-

трольными заквасками, что связано некоторым подавляющим эффектом хмелевых компонентов на молочнокислые бактерии. Подобное снижение кислотности в производстве пшеничного хлеба на заквасках является преимуществом и способствует пролонгации сроков эксплуатации заквасок с сохранением стабильных биотехнологических свойств. Максимальное кислотонакопление отмечено в закваске, освеженной хмелевой заваркой из муки 2-го сорта. Конечная кислотность составила 8,5 град.

Результаты исследования влияния состава заварок на подъемную силу хмелевой закваски свидетельствуют, что в закваске, освеженной хмелевой заваркой из муки 2-го сорта, по начальному показателю газообразование протекало интенсивнее остальных проб. Через час брожения уже во всех вариантах заквасок, освеженных хмелевыми заварками, наметилась

тенденция к повышению газообразования по сравнению с заквасками, освеженными контрольными заварками. Однако пик газообразования пришелся также на закваску, освеженную хмелевой заваркой из муки 2-го сорта, и составил 21 мин. В последующие часы брожения происходило снижение интенсивности газооб-

разования во всех образцах заквасок в виду уменьшения питательных веществ в среде.

Далее было исследовано влияние всех вариантов заквасок на режим приготовления теста и качество пшеничного хлеба. Образцы теста замешивали безопарным способом.

Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние хмелевой закваски, освеженной питательной смесью различного состава, на режим приготовления теста и качество пшеничного хлеба

Показатель	Хмелевая закваска, освеженная заваркой					
	на воде			на хмелевом отваре		
	муки 1-го сорта	смеси 1-го и 2-го сортов	муки 2-го сорта	муки 1-го сорта	смеси 1-го и 2-го сортов	муки 2-го сорта
Продолжительность брожения теста, мин	180	180	180	180	180	180
Начальная кислотность теста, град	1,9	2,0	2,3	2,2	2,3	2,4
Конечная кислотность теста, град	3,8	4,2	4,4	3,4	4,0	4,2
Продолжительность расстойки, мин	86	82	76	80	78	60
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	278	294	299	280	297	325
Пористость хлеба, %	61	62	62	61	62	65
Влажность хлеба, %	40,5	40,6	40,5	40,6	40,5	40,6
Кислотность хлеба, град	3,4	3,7	3,9	3,0	3,2	3,6

Было установлено, что освежение хмелевой закваски заваркой, приготовленной из муки 2-го сорта и хмелевого отвара, по сравнению с другими вариантами позволяет сократить продолжительность расстойки тестовых заготовок и улучшить качество пшеничного хлеба, о чем свидетельствуют показатели удельного объема и пористости готового изделия.

Исследование влияния параметров питательной смеси на процессы кислото- и газообразования

Известно, что изменением параметров питательной среды (влажность и дозировка) можно регулировать направленность микробиологических и биохимических процессов, протекающих в заквасках [1]. На основании этого сочли целесообразным исследовать влияние влажности и количества заварки, приготовленной из муки

2-го сорта и хмелевого отвара, на основные процессы заквасок при их введении.

Были взяты следующие соотношения муки и хмелевого отвара в заварках: 1:2, 1:3, 1:4, которым соответствовали показатели влажности: 75–78 %, 79–81 и 82–85 %. Хмелевую закваску освежали исследуемыми вариантами хмелевых заварок в соотношении 1:1. Брожение проб хмелевых заквасок проводили в течение 6 часов. Через каждый час брожения в закваске определяли показатели подъемной силы и кислотности.

Показано, что увеличение влажности хмелевой закваски до 82–85 % ведет к снижению конечной кислотности закваски по сравнению с другими пробами. Это связано с повышенным содержанием кислорода в более жидких средах, что создает неблагоприятные условия для жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

Показатель конечной кислотности закваски, освеженной хмелевой заваркой с влажностью 79–81 %, превышает предыдущий вариант на 10 %. Более интенсивному кислотонакоплению в закваске способствует хмелевая заварка с влажностью 75–78 %; конечная кислотность этого образца превышает на 37 % конечную кислотность варианта закваски, освеженной хмелевой заваркой с влажностью 82–85 %.

По начальному показателю подъемной силы лучшей была хмелевая закваска, освеженная хмелевой заваркой с влажностью 82–85 %, что обусловлено большим насыщением среды кислородом в первый период брожения. К 3-му часу брожения во всех вариантах заквасок процесс газообразования протекал равномерно. В последующие часы брожения заквасок, освеженных хмелевыми заварками с влажностью 75–78 и 79–81 %, наблюдалась интенсивность процесса. В закваске, освеженной хмелевой заваркой с влажностью 82–85 %, уже к 4-му часу брожения наблюдалось заметное снижение активности микроорганизмов. Возможно, это связано с дефицитом сбраживаемых сахаров, необходимых для жизнедеятельности дрожжей. На 6-м часу брожения интенсивность газообразования заквасок, освеженных хмелевыми заварками с влажностью 75–78 и 79–81 %, повысилась на 67 и 61 % соответственно по сравнению с закваской, освеженной хмелевой заваркой с влажностью 82–85 %.

По результатам проведенных исследований установлено, что увеличение влажности хмелевой заварки до 82–85 % применять для освежения хмелевой закваски нецелесообразно. В хмелевой закваске влажностью 75–78 % на начальном этапе приготовления отмечена высокая вязкость. Поэтому для освежения хмелевой закваски рекомендуется использовать питательную смесь на хмелевой заварке с влажностью 79–81 %.

Для исследования влияния количества хмелевой заварки при освежении закваски на процессы кислотообразования и газообразования были взяты следующие соотношения: 30:70, 50:50 и 70:30 соответственно. Через каждый час брожения в течение 5 часов в закваске регистрировали показатели подъемной силы и кислотности.

Результаты исследования показали, что при внесении 30 % хмелевой заварки в хмелевую

закваску уровень начальной кислотности и кислотности в последующие 2 часа брожения стал выше, чем в заквасках с внесением 50 и 70 % заварки. Это свидетельствовало о том, что в первые часы брожения период адаптации микроорганизмов к условиям среды протекал незаметно. В заквасках с внесением 50 и 70 % заварки после 2 часов брожения наблюдалось резкое повышение уровня кислотности, к концу брожения оно составило 7 и 13 % соответственно по сравнению с закваской с внесением 30 % заварки.

Таким образом, в хмелевой закваске с большим количеством питательной смеси, несмотря на наличие лаг-периода, кислотонакопление в ней протекало более интенсивно.

Установлено, что при внесении 30 % хмелевой заварки в хмелевую закваску газообразование на начальном этапе брожения повышается по сравнению с заквасками, освеженными 50 и 70 % питательной смеси. Однако после 3 часов брожения заквасок с внесением 50 и 70 % хмелевой заварки газообразование в них интенсифицировалось на 21 и 30 % по сравнению с ранее указанной пробой, а после 5 часов брожения – на 44 и 68 % соответственно. Но постоянное обновление хмелевой закваски 70 % питательной смеси приводит к разбавлению титра клеток, что снижает устойчивость биотехнологических показателей хмелевой закваски.

Таким образом, целесообразно освежение хмелевой закваски производить хмелевой заваркой в соотношении 50:50 соответственно.

Изучение качества и соответствия хлебобулочных изделия из пшеничной муки на основе хмелевой закваски гигиеническим требованиям безопасности пищевых продуктов

Безопасность – это важнейший критерий, характеризующий качество продукции. Согласно Техническому регламенту Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», в продуктах растительного происхождения обязательному контролю подлежат соли тяжелых металлов, радионуклиды и пестициды, а также микробиологические показатели. Основными загрязнителями зерна пшеницы как основного сырья для производства пшеничного хлеба могут являться вредные примеси, токсичные элементы, микотоксины, радионуклиды, пестициды,

некоторые микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности.

Повышение микробиологической безопасности пшеничного хлеба является одной из актуальных задач.

В связи с вышеизложенным, при оценке качества хлебобулочных изделий с использованием хмелевой закваски, главным критерием являлось изучение соответствия их гигиеническим требованиям ТР ТС 021/2011.

Пшеничный хлеб, приготовленный на основе полученной хмелевой закваски, исследовали по физико-химическим, микробиологическим пока-

зателям и показателям безопасности. Контрольным являлся хлеб, приготовленный на прессованных дрожжах.

По физико-химическим показателям опытный образец отличался только по кислотности на 1 град по сравнению с контрольным (табл. 3). Это связано с тем, что вместо прессованных дрожжей использовалась хмелевая закваска, микробиологический состав которой включал молочнокислые бактерии и дрожжи, что допускается по ГОСТ 26987-86 в хлебе, приготовленном на молочнокислых заквасках.

Таблица 3

Физико-химические показатели качества пшеничного хлеба на хмелевой закваске

Показатель	По ГОСТ 26987-86	Контроль	Хлеб на хмелевой закваске
Влажность, %	Не более 45,0	41,0	41,2
Кислотность, град	Не более 3,0	3,0	4,0
Пористость, %	Не менее 70,0	70	72,0

Для исследования влияния хмелевой закваски на рост возбудителей «картофельной болезни» в образцах хлеба использовали пшеничную муку, зараженную бактериями *Bacillus subtilis*. Хранение изделий проводили в условиях, оптимальных для развития спорообразующих микроорганизмов, в течение 36 часов.

Для исследования влияния хмелевой закваски на интенсивность зараженности хлеба плесневыми грибами выпеченные образцы упаковывали в полиэтиленовые пакеты и хранили при комнатной температуре до появления на поверхности изделия видимого мицелия микроорганизмов.

В результате было установлено, что в исследуемом хлебе первые признаки «карто-

фельной болезни» (наличие специфического запаха и центра заминаемости мякиша) и появление видимого мицелия плесневых грибов на поверхности изделий обнаружены на 9 и 26 часов соответственно позже, чем в контрольном образце.

Такое повышение микробиологической стойкости пшеничного хлеба на хмелевой закваске обусловлено тем, что при замесе теста с закваской вносятся компоненты хмеля, обладающие сильным антисептическим действием на данные виды микроорганизмов [3].

Результаты исследования качества хлеба с использованием хмелевой закваски по показателям безопасности приведены в таблице 4.

Таблица 4

Показатели безопасности пшеничного хлеба на хмелевой закваске

Показатель	Показатели безопасности	
	Допустимый уровень	Содержание в хлебе на хмелевой закваске
1	2	3
Токсичные элементы, мг/кг		
Свинец	Не более 0,35	0,01
Кадмий	Не более 0,07	0,01

1	2	3
Мышьяк	Не более 0,15	0,02
Ртуть	Не более 0,015	0,008
Микробиологические показатели		
КМАФАнМ, КОЕ/г	1×10^3	$1 \times 3,5$
БГКП (колиформы) в 100 г	25	Не обнаружены
Золотистый стафилококк в 0,1 г	Не допускается	Не обнаружены
Плесени, КОЕ/г	Не более 50	Не обнаружены
Патогенные м/о, в т.ч. сальмонелла в 100 г	Не допускается	Не обнаружены
Радионуклиды, Бк/кг		
Цезий-137	Не более 40	14,4
Стронций-90	Не более 20	15,8

При обобщении результатов проведенных исследований сделаны следующие **выводы**:

- для повышения устойчивости биотехнологических свойств хмелевой закваски экспериментально обоснован подбор условий ее введения в производство пшеничных сортов хлеба, включающий использование питательной смеси в виде хмелевой заварки из пшеничной муки 2-го сорта влажностью 79–81 % и освежение в соотношении 50:50;

- применение хмелевой закваски при производстве пшеничного хлеба способствует повышению микробиологической стойкости хлебобулочных изделий при хранении;

- при соблюдении общих мер санитарии и гигиены в процессе производства пшеничного хлеба с использованием хмелевой закваски изделие соответствует гигиеническим требованиям безопасности к пищевой продукции по ТР ТС 021/2011.

Литература

1. Богатырева Т.Г., Поландова Р.Д. Новое в производстве пшеничного хлеба на заквасках. – М.: Изд-во ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1994. – 46 с.

2. Патент РФ № 2265647 МПК С 12 С 3/08, G 01 N 33/02, A 21 D 8/02. Способ приготовления хмелевого отвара. – № 2004108543/13; заявл. 22.03.2004; опубл. 10.12.2005, Бюл. № 34.
3. Хмель и хмелевые препараты / И.С. Ежов, И.Г. Рейтман, З.Н. Аксанова [и др.]. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. – 168 с.
4. Чижова К.Н., Шкваркина Т.И. Технохимический контроль хлебопекарного производства. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 480 с.

Literatura

1. Bogatyreva T.G., Polandova R.D. Новое в производстве pshenichnogo hleba na zakvaskah. – М.: Izd-vo CNIITJel hleboproduktov, 1994. – 46 s.
2. Patent RF № 2265647 MPK S 12 S 3/08, G 01 N 33/02, A 21 D 8/02. Sposob prigotovlenija hmelevogo otvara. – № 2004108543/13; zajavl. 22.03.2004; opubl. 10.12.2005, Bjul. № 34.
3. Hmel' i hmelevye preparaty / I.S. Ezhov, I.G. Rejtman, Z.N. Aksanova [i dr.]. – М.: Legk. i pishh. prom-st', 1982. – 168 s.
4. Chizhova K.N., Shkvarkina T.I. Tehnohimicheskij kontrol' hlebopekarnogo proizvodstva. – М.: Pishh. prom-st', 1975. – 480 s.