

УДК 634.749:634.479.1

Профессор Л. П. Пащенко, доцент Я. П. Коломникова,
соискатель Т. А. Аушева,

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств, тел. (473) 255-38-51

ассистент В. Л. Пащенко

(Воронеж. гос. аграр. ун-т.) кафедра технологии переработки растениеводческой продукции, тел. (473) 253-74-88

Биотехнологические аспекты в обеспечении микробиологической чистоты пшеничного хлеба

Разработана технология пшеничного хлеба, устойчивого к микробиологической порче. Изучено влияние рецептурных компонентов на микробиологическую порчу и качество изделий.

Development of technology for sustainable wheat bread to microbiological spoilage. To study of the influence of prescription components on microbiological spoilage and quality indicators.

Ключевые слова: микробиологическая порча, пшеничный хлеб, рябина, антибактериальное действие.

Хлебобулочные изделия являются одним из важнейших продуктов питания. Поэтому очень важно обеспечить потребителей качественной, безопасной и полезной продукцией в течение всего срока реализации. Однако при хранении хлеба и булок могут протекать негативные микробиологические процессы, приводящие к порче. Интенсивность этих процессов зависит от микробиологической чистоты окружающей среды: воздуха, поверхности лотков, обслуживающего персонала и т.д. В это время на поверхности изделий оседает до 100 млрд. спор микроорганизмов в минуту, которые при благоприятных условиях прорастают и образуют макроколонии [1]. Плесени поражают хлеб и булочные изделия как из ржаной, так и из пшеничной муки.

По данным некоторых исследователей, в 1 м³ воздуха производственных помещений хлебозавода содержится от 0,4 до 0,9·10⁵ спор плесневых грибов. Особенно много спор плесеней содержится в воздухе помещений, в которых хранится бракованная продукция и возвращенный из торговой сети нереализованный хлеб (1,25–1,75·10⁵ спор в 1 м³ воздуха) [2].

Плесневение хлеба происходит в результате заражения и развития микромицетов рода *Aspergillus*, *Mucor*,

Penicillium, *Rhizopus* и *Geotrichum*. Мицелий гриба распространяется вначале на поверхности хлеба, затем потрещинам и порам проникает внутрь мякиша. Плесени образуют на поверхности изделий налеты разных цветов: *Aspergillus candidus*, *Aspergillus fumigatus* – беловато-желтого; *Aspergillus flavus* – желто-зеленого; *Aspergillus glaucus* – серо-зеленого; *Aspergillus ochraceus* – желто-оранжевого; *Aspergillus niger* – черного; *Penicillium olivaceum* – коричнево-желтого; *Mucor mucedo* – светло-серого; *Mucor plumbeus* – серовато-черного; *Rhizopus nigricans* – белого с черными головками; *Geotrichum candidum* – белого.

Неприхотливость плесневых грибов к источникам питания и возможность развития при низкой влажности субстрата способствует быстрому развитию с образованием новых спор. Оптимальная температура развития 25–35 °С, относительная влажность воздуха 70–80 %, активная кислотность – 4,5–5,5. Установлена связь между количеством спор, их активностью и скоростью плесневения упакованных изделий. Поэтому можно предположить, что количество споровых индивидуумов может служить одним из факторов прогнозирования развития процесса плесневения хлебобулочных изделий из пшеничной муки [3].

Продукты метаболизма плесневых грибов придают хлебу неприятный затхлый запах. Заплесневелый хлеб не годен к употреблению, так как он может содержать ядовитые вещества. Около 80 видов микромицетов, в том числе 17 видов *Aspergillus* и 4 вида *Penicillium* образуют микотоксины – В₁, В₂, М₁, М₂, G₁, G₂, патулин, охратоксины и рубратоксины [3]. Для предотвращения плесневения хлеба необходимо соблюдение санитарно-гигиенического состояния производственных помещений, обеспечение их вентиляции, особенно в остывочном отделении; применение химических, физических или биологических способов ингибирования роста мицелиальных грибов.

В качестве консервантов чаще всего используют сорбиновую кислоту и пропионат кальция. При внесении в тесто 0,2 и 0,4 % пропионовой кислоты к массе муки рост плесневых грибов на хлебе обнаруживался на 7 и 9 сут. Добавление в пробы 0,3 % пропионата кальция и 0,4 % пропионата глицерина замедляет процесс плесневения до 7 сут. Перспективным является повышение барьерных свойств упаковочных материалов за счет комбинирования их с антимикробными добавками, обеспечивающими хранение хлеба без плесневения в течение 4–6 мес.

Производство хлеба повышенной микробиологической чистоты с длительным сроком хранения – актуальная задача хлебопекарной отрасли.

Решение этой задачи тесно связано с постоянным входным контролем основного и дополнительного сырья, соблюдением санитарно-технологических требований в процессе производства и упаковывания продукции. Учитывая высокую микробиологическую загрязненность сырья (в основном муки) для производства хлебобулочных изделий, необходимо использовать комплексные технологии, а также продукты, обладающие антибактериальными или антибиотическими свойствами для предотвращения развития плесневения и картофельной болезни, которую вызывают бактерии *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*.

Таким антибактериальным действием обладают плоды дикорастущей рябины. В плодах содержится: зола – 3,23 %, макроэлементы, мг/г: К – 16,50, Са – 2,20, Мп – 1,00, Fe – 0,04; микроэлементы, мкг/г: Mg – 81,7, Cu – 4,96, Zn – 8,64, Co – 0,08, Mo – 0,16, Cr – 0,16, Al – 26,96, Ba – 18,32, V – 0,80, Se – 0,14, Sr – 4,40, Pb – 1,04, B – 4,8, Ni – 1,04. Не обнаружены Cd, Li, Au, Ag, I, Br [4]. К

основным веществам плодов рябины обыкновенной следует отнести: каротин, аскорбиновую и лимонную кислоты, рутин, дубильные вещества, галловая кислота, протокатехиновую кислоту, сорбиновую и парасорбиновую кислоты, глюкозу, фруктозу, сахарозу флавоноиды – изокверцетин, шеритин, кверцетрин, спитеозид, парасорбозид, эпигаллокатехин [5].

Наличие в плодах рябины обыкновенной сорбиновой и парасорбиновой кислот говорит о том, что их целесообразно применять в качестве антибиотической добавки с целью ингибирования роста плесневых микроорганизмов и бактерий [6].

Для этой цели нами разработана рябиновая закваска, в качестве компонентов которой применяли рябиновый порошок, свеклосахарную мелассу осеннего производства и в качестве бродильной микрофлоры кефирный грибок, содержащийся в кефире обезжиренном.

Кефирный грибок представляет собой сложный симбиоз микроорганизмов, образовавшийся в процессе длительного развития. Сжившиеся микроорганизмы ведут себя как целостный организм. Белые или слегка желтоватые кефирные грибки обладают кислым специфическим вкусом. Основную их микрофлору составляют молочнокислые бактерии *Lactobacillus bulgaricum*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus diacetylactis*, стрептококки и дрожжи. Под влиянием молочнокислых стрептококков и бактерий происходит молочнокислое брожение, а под влиянием дрожжей – спиртовое.

Микрофлора промышленной закваски представлена молочнокислыми бактериями и дрожжевыми клетками: *Streptococcus lactis* (35,7 %), *Streptococcus diacetylactis* (21,4 %), *Lactobacillus bulgaricum* (28,5 %) дрожжевые клетки – *Saccharomyces kiferi* (14,2 %).

Меласса свекловичного сахара служила источником питательных веществ для метаболизма микрофлоры рябиновой закваски. Меласса – сиропообразная жидкость темного цвета со специфическим запахом. В ней содержится 20–25 % воды, около 9 % азотистых соединений, преимущественно амидов, 58–60 % углеводов, главным образом сахара, 7–10 % золы. Сухие вещества мелассы слагаются из следующих компонентов (в среднем, % масс): сахарозы 60; безазотистых органических веществ 16,7; азотистых веществ 14,8; минеральных веществ 8,5, в том числе около 40 % К₂O; от 1,5 до 4,5 % MgO и 7,3–13,8 % СаO к массе золы. Массовая доля фосфора в виде Р₂O₅ составляет 0,2–0,6 % или 0,02–0,065 к массе мелассы.

Меласса является ценным сырьем для биотехнологических производств: при анаэробном брожении – этиловый спирт, молочную, масляную, пропионовую и другие кислоты; при аэробном – глюконовую, лимонную, фумаровую, щавелевую и уксусную кислоты.

Рябиновую закваску готовят в экстракторе. Сначала в промежуточную емкость насосом-дозатором подается меласса, из резервуара перекачивают закваску и воду. Дозатором сыпучих компонентов дозируется рябиновый порошок. Температура в экстракторе поддерживается около 45 °С. Экстрагирование продолжается в течение 6–10 ч, после чего проверяется кислотность. При достижении кислотности 12–16 град из экстрактора готовую закваску перекачивают в производственную емкость, а затем по мере необходимости – на производство. Для получения закваски расходовали 180 г порошка рябинового, 250 см³ мелассы, 10 см³ кефира с массовой долей жира 1,0 %, приливали воду до достижения общего объема смеси 3 дм³. Брожение протекало при

температуре 32–34 °С до достижения кислотности 14 град. Массовая доля сухих веществ в закваске 9,4 %, вкус – кисло-сладкий, цвет – светло-коричневый, допускается легкая опалесценция в прозрачной закваске, запах – свойственный рябине, без постороннего.

На полученной закваске готовили хлеб из пшеничной муки высшего сорта «Рябиновое танго». В рецептуру этого хлеба входило следующее сырье: мука пшеничная высшего сорта, дрожжи хлебопекарные прессованные, сахар-песок, животный пищевой костный жир, соль поваренная пищевая, закваска рябиновая. После выпечки хлеб охлаждали и упаковывали во влажную бумагу и инкубировали в провокационных условиях при 37 °С и относительной влажности воздуха 85–90 %, после чего органолептически определяли в них проявление плесневения и картофельной болезни. Микробиологическое состояние хлеба при хранении в различных условиях приведено в таблице.

Т а б л и ц а

Микробиологическое состояние пшеничного хлеба при хранении

Хранение в комнатных условиях: (температура воздуха в помещении 21±1°С)			Хранение в провоцирующих условиях (температура 37±2 °С, влажное обертывание)		
Период хранения, ч	Характеристика хлеба		Период хранения, ч	Характеристика хлеба	
	Контроль	Опыт		Контроль	Опыт
24	-	-	24	-	-
48	-	-	48	-	-
72	Δ	-	72	±Δ	-
96	ΔΔ	-	96	±±ΔΔ	-
120	ΔΔ	-	120	±±ΔΔ	-

Обозначения: Δ – редкие очаги плесневения; ΔΔ – локальное плесневение; ± – легкий характерный фруктовый запах; ±± – выраженный запах картофельной болезни.

В ходе проведенных исследований разработана технология водно-мелассного рябинового экстракта, сброженного кефирным грибком, представляющим собой симбиоз молочнокислых бактерий и кефирных дрожжевых клеток, обладающего бактерицидной и фунгицидной активностью за счет высокого содержания сорбиновой кислоты, дубильных веществ, фитонцидов и флавоноидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашенко, Л. П. Технология хлебобулочных изделий [Текст] / Л. П. Пашенко, И. М. Жаркова. – М.: КолосС, 2006. – 389 с.
2. Красникова, Л. В. Микробиология хлебопекарного, кондитерского и

макаронного производств [Текст] / Л. В. Красникова, И. Е. Кострова. – СПб.: СПбГУНи ПТ, 2001. – 81 с.

3. Афанасьева, О. В. Микробиология хлебопекарного производства [Текст] / О. В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.

4. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР [Текст]. - М., 1976. – 340 с.

5. Лекарственные средства, применяемые в медицинской практике в СССР. [Текст]: справочник / под ред. М. А. Клюева. – М., 1990. – 512 с.

6. Деренько, С. А. Органические кислоты плодов *Sorbus aucuparia* [Текст] / С. А. Деренько, Н. И. Супрунов, Н. А. Курлянчик // Растительные ресурсы. – 1979. – Т. 15. – Вып. 3. – С. 451–453.