

К ВОПРОСУ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ НОРМИРОВАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫРЬЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Main problem of breadmaking is a contamination of finished products owing to growth of undesirable microbiota. It is important to solve this problem by establishment of microbiological standards for raw and finished products, a compliance and control of established norms. Thus quantitative compositions of microbiota in basic raw and changing of it in process of baking were researched.

Введение. Зараженность патогенными микроорганизмами сырьевых ингредиентов, полуфабрикатов, применяемых при производстве хлебобулочных изделий, и непосредственно самой готовой продукции представляет опасность для здоровья человека. Употребление пораженного хлеба человеком или животными приводит к тяжелым заболеваниям, а именно: пневмонии, менингиту, эндокардиту, эндофтальмиту, артриту, остиомиелиту, а также к некоторым другим заболеваниям с летальным исходом [1].

Другой важной проблемой хлебопекарного производства является порча готовой продукции вследствие развития в ней нежелательной микрофлоры, что приводит к значительным экономическим потерям предприятий данной отрасли промышленности. Известно, что наибольший вред могут причинить спорообразующие бациллы (*Bacillus mesentericus* и *Bacillus subtilis*) и плесневые грибы родов *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* и *Geotrichum*, а также их метаболиты [2]. Поэтому обеспечение безопасности выпускаемой продукции путем предотвращения развития в ней посторонних микроорганизмов – одна из важнейших задач хлебопекарных предприятий [1].

Для решения данной задачи немаловажное значение имеет установление микробиологических нормативов для сырья и готовой продукции, их соблюдение и контроль.

Анализ технических нормативных правовых актов Республики Беларусь и Российской Федерации [3, 4] показал отсутствие микробиологических норм для основного сырья (хлебопекарной муки) и большинства видов готовой продукции в хлебопекарной промышленности. Исключение составляют мучные изделия с начинками из продуктов животного и растительного происхождения (мяса, рыбы, морепродуктов, молочных продуктов, овощей, фруктов) и мука для производства продуктов для детского питания [4, 5].

Обобщение накопленного опыта в области микробиологического нормирования свидетельствует о том, что основным методом, применяемым в настоящее время для разработки нормативов, остается микробиологический анализ конкретных продуктов, изготовленных на предприятиях с хорошим санитарным уровнем производства [6–10]. Вместе с тем отечественными и

зарубежными исследователями отмечается сложность проблемы микробиологического нормирования пищевых продуктов. Подчеркивается, что для определения нормативов необходимо изучить состав продукта, его физико-химические свойства, микробиологические характеристики основных ингредиентов, влияние технологической обработки на микрофлору продукта, вероятность и последствия микробной загрязненности и роста микроорганизмов в процессе хранения [7, 8, 11–14].

Основная часть. Учитывая вышеизложенное, целью данной работы было изучение количественного состава микрофлоры основного сырья и изменение его в процессе производства хлебов заварных сортов.

Объекты исследований. В качестве объектов исследования были выбраны: мука ржаная и пшеничная, солод ржаной – представители основного сырья в хлебопечении; заварки и тесто, полуфабрикаты, получаемые при производстве заварных хлебов; хлеб «Нарочанский» – один из популярных в Беларуси видов заварных сортов хлеба. Отбор образцов для исследований осуществлялся на одном из хлебозаводов г. Минска в период с декабря 2007 г. по январь 2008 г. на следующих этапах технологического процесса изготовления хлеба «Нарочанский»:

- приготовление осахаренной заварки (мука ржаная сеяная, солод ржаной, осахаренная заварка);
- приготовление заквашенной заварки (заквашенная заварка);
- приготовление сброженной заварки (сброженная заварка);
- приготовление теста (мука пшеничная 1-го сорта, тесто);
- упаковка готовой продукции (хлеб «Нарочанский»).

Всего было исследовано 3 пробы готовой продукции, 12 проб сырьевых ингредиентов и 12 проб полуфабрикатов.

Методы исследований. В объектах исследования определяли следующие микробиологические показатели:

- количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ);

– содержание плесневых грибов и дрожжей.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов определяли двумя методами:

– по ГОСТ 10444.15–94 [15]. Для определения КМАФАнМ готовили смывы с отобранных образцов, затем по 1 см³ полученных смывов соответствующего разведения высевали глубинным методом в две параллельные чашки Петри с мясопептонным агаром. Посевы термостатировали в течение 72 ч при температуре 30°C;

– с использованием готовых микробиологических подложек для микробиологического контроля RIDA® COUNT (Total). Для определения КМАФАнМ вносили по 1 см³ полученных смывов соответствующего разведения на две параллельные подложки. Посевы термостатировали 48 ч при температуре 30°C.

Содержание плесневых грибов и дрожжей определяли в соответствии с ГОСТ 10444.12–88 [16]. С этой целью высевали по 1 см³ смыва из пробы соответствующего разведения в две параллельные чашки Петри с сусло-агаром или Сабуро-агаром, которые затем термостатировали при температуре 24°C в течение 5 сут.

Дополнительно изучали возможность использования люминометра системы «SystemSure II with Ultrasnap™ АТР» для оценки микробной загрязненности объектов исследования. Определение КМАФАнМ методом АТФ-биолюминесценции проводили следующим образом. В одноразовые устройства «Ultrasnap™ АТР» вносили 1 см³ смыва с исследуемых образцов продукции соответствующего разведения. После этого каждое устройство вначале активировали, а затем помещали в люминометр «SystemSure II» и по истечении одной минуты считывали результат.

Результаты исследований и их обсуждение.
Результаты исследований количественного со-

става микробиоты сырья стандартным методом представлены на рис. 1.

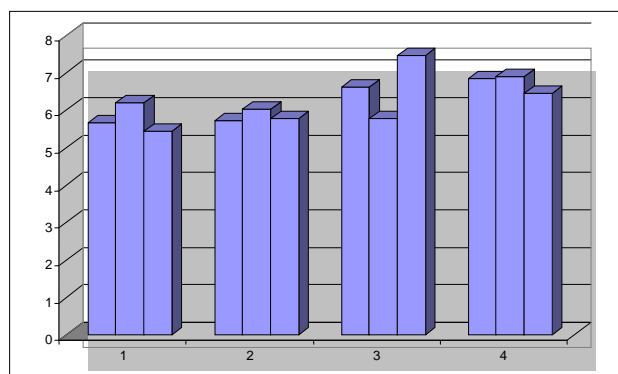
Как видно из представленных данных, уровень контаминации муки ржаной сеянной мезофильными бактериями не отличается от содержания в ней плесневых грибов и дрожжей и колеблется в пределах сотен тысяч – миллионов КОЕ в 1 г продукта.

Сравнение этих же микробиологических показателей для муки пшеничной свидетельствует о достаточно стабильном количестве мезофильных микроорганизмов (сотни тысяч КОЕ/г) и варьировании в широких пределах (от десятков тысяч до десятков миллионов КОЕ/г) содержания плесневых грибов и дрожжей.

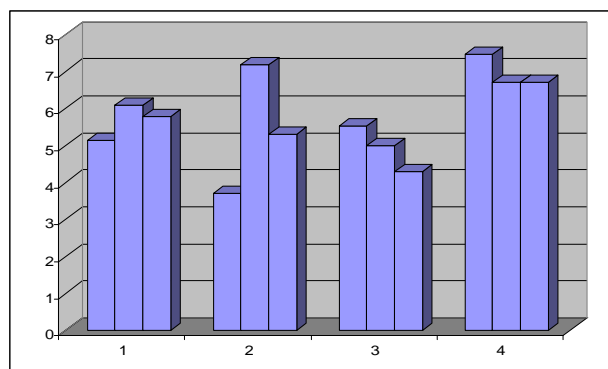
Эти данные могут быть свидетельством возможного нарушения влажностных режимов хранения отдельных партий муки пшеничной.

Анализ результатов микробиологических исследований образцов солода показал следующее. Количество мезофильных бактерий в 1 г солода ферментированного составляло сотни миллионов колониеобразующих единиц, а солода неферментированного – миллионы КОЕ. Уровень контаминации плесневыми грибами и дрожжами этих же сырьевых ингредиентов варьировал в пределах десятков – сотен тысяч и миллионов – десятков миллионов КОЕ/г продукта соответственно. Полученные данные свидетельствуют о предпочтительности применения (с точки зрения микробиологических показателей) солода ферментированного в производстве хлеба при условии строгого соблюдения режимов хранения данного сырьевого ингредиента.

Результаты исследований изменения количественного состава микробиоты основного сырья в процессе приготовления хлеба заварных сортов представлены на рис. 2 (стандартный метод).



a



б

Рис. 1. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (*a*) и содержание плесневых грибов и дрожжей (*б*) в сырье:

1 – мука ржаная сеянная; 2 – мука пшеничная 1-го сорта;

3 – солод ржаной ферментированный; 4 – солод ржаной неферментированный

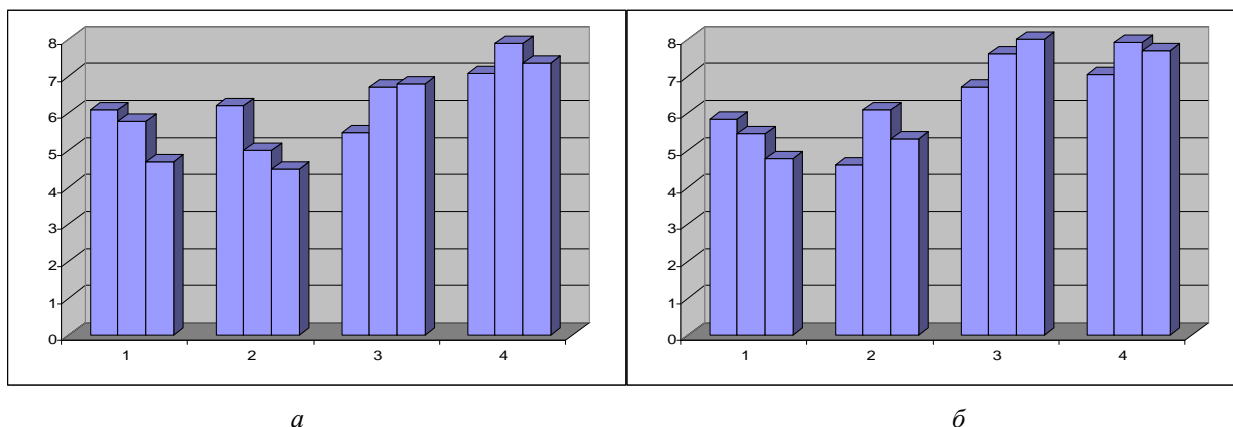


Рис. 2. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (а) и дрожжей (б) в полуфабрикатах: 1 – осахаренная заварка; 2 – заквашенная заварка; 3 – сброженная заварка; 4 – тесто

На рис. 2 показано, что процесс осахаривания заварки приводит к снижению в среднем на 2 порядка количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей по сравнению с их содержанием в основных сырьевых ингредиентах.

На стадии заквашивания видимых изменений в количественном составе микробиоты заквашенной заварки по сравнению с осахаренной нами не наблюдалось (рис. 2).

Показанный на рис. 2 значительный (на 2–3 порядка) рост микробиоты полуфабрикатов на этапах сбраживания заварки и получения теста происходил за счет развития полезных микроорганизмов, которые доминировали в микробиоте данных видов полуфабрикатов. Вместе с тем среди выделенных нами из посевов чистых культур микроорганизмов кроме дрожжей и молочнокислых бактерий были обнаружены и представители бациллярной микробиоты, которых традиционно относят к микроорганизмам порчи готовой продукции.

Результаты исследований КМАФАнМ и дрожжей в готовой продукции стандартным методом представлены на рис. 3.

Как видно из представленных на рис. 3 данных, количество мезофильных микрооргани-

змов и дрожжей в 1 г готовой продукции колебалось от нескольких сотен до десятков тысяч КОЕ. Плесневые грибы в исследованных образцах хлеба были обнаружены в количестве единичных КОЕ.

Таким образом, процесс выпечки способствовал снижению КМАФАнМ, содержания дрожжей и плесневых грибов в готовой продукции на 1–3 порядка по сравнению с аналогичными показателями в исходном сырье.

Для более детального изучения видового состава нежелательной микробиоты готовой продукции из посевов с образцов хлеба «Нарочанский» нами были выделены 14 чистых культур бактерий и плесневых грибов. Предварительные исследования показали наличие в исследованных образцах хлеба «Нарочанский» спорообразующих бактерий, способных к капсулированию.

На рис. 4 представлены фотографии готовых микробиологических подложек RIDA[®] COUNT (Total) с результатами посевов смывов с образца муки ржаной и хлеба «Нарочанский» после их термостатирования в течение 48 ч при температуре 30°C.

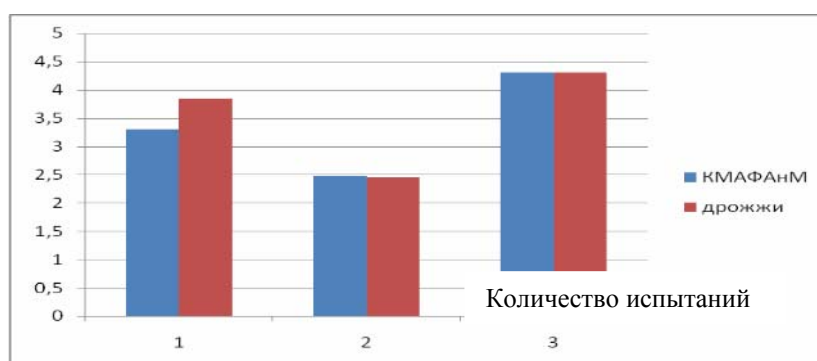


Рис. 3. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и содержание дрожжей в образцах хлеба «Нарочанский»

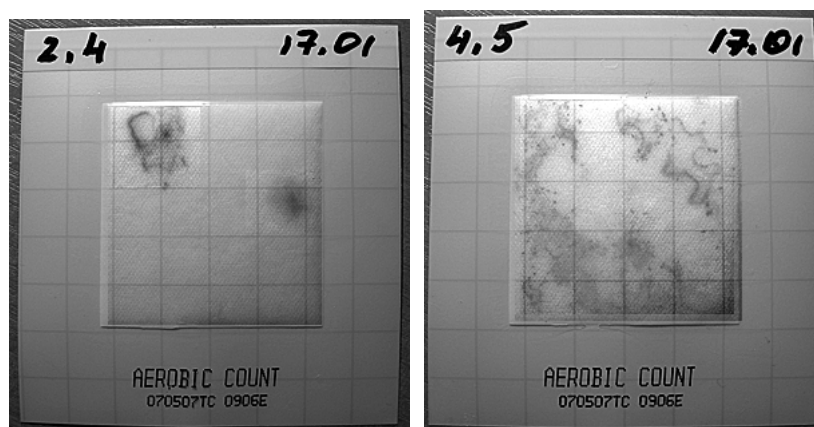


Рис. 4. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в сырье и готовой продукции

Как видно из данных фотографий, подсчет выросших на питательной среде колоний представляет определенные сложности. Это обусловлено особенностями видового состава микробиоты объектов исследований, связанными с наличием микроорганизмов, склонных к ползучему росту. Аналогичная картина наблюдалась нами и при изучении мезофильной микробиоты всех остальных продуктов данным методом.

Учитывая полученные результаты, можно сделать вывод о целесообразности дополнительных исследований в части минимизации выявленных нами отрицательных факторов в использовании готовых микробиологических подложек RIDA[®] COUNT (Total) для микробиологического контроля производства хлебопродуктов.

Результаты микробиологических испытаний объектов исследования методом АТФ-биолюминесценции и стандартным методом представлены в таблице.

Как видно из данных, представленных в таблице, показания прибора и результаты подсчета выросших на чашках Петри КОЕ различаются для некоторых образцов (тесто, сброженная и заквашенная заварки) в 3–44 раза. Такая разница в результатах может быть обусловлена присутствием в смывах с продукта немикробной (пищевой) АТФ. Данное предположение

подтверждается исследованиями сотрудников кафедры химической энзимологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, которые работают над применением данного метода для оценки микробиологической обсемененности мясных продуктов [17].

Учитывая полученные данные, а также очевидные преимущества АТФ-люминесценции для микробиологического контроля пищевых продуктов в режиме on-line, дальнейшие исследования целесообразно направить на адаптацию данного метода для хлебопекарных предприятий.

Заключение. Анализ результатов проведенных нами исследований позволяет сделать следующие выводы:

- количественный состав микробиоты основных сырьевых ингредиентов колебался в широких пределах: от сотен тысяч до десятков миллионов КОЕ в 1 г продукта, при этом уровень микробиологической обсемененности образцов солода был на 1–2 порядка выше, чем исследованных проб хлебопекарной муки;

- в процессе получения заварного хлеба происходило снижение количества микроорганизмов в сырье и полуфабрикатах до уровня сотен – десятков сотен КОЕ в 1 г готового продукта;

Таблица

Сравнительная оценка значений микробиологической обсемененности полуфабрикатов и готовой продукции при производстве хлеба «Нарочанский», полученных разными методами

Объект исследований	Разведение	Количество микроорганизмов, КОЕ/г	
		Показания люминометра	Подсчет КОЕ на чашках Петри
Осахаренная заварка	10 ⁻⁵	2	5
Заквашенная заварка	10 ⁻⁴	12	3
Сброженная заварка	10 ⁻⁵	18	60
Тесто	10 ⁻⁵	5	220
Хлеб «Нарочанский»	10 ⁻³	46	20

– доминирующей микробиотой заварных хлебов являлись дрожжевые микроорганизмы;
– выявленная нежелательная микробиота была представлена бациллярными формами.

Полученные нами данные подтверждают результаты других авторов [1, 2, 11–14].

Изучение возможности использования современных экспрессных методов микробиологического контроля (готовых микробиологических подложек и АТФ-люминометрии) показало необходимость их модификации в части специальной подготовки проб сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для их микробиологических исследований.

Таким образом, полученные нами данные указывают на целесообразность комплексных исследований в области количественного и видового состава микробиоты сырьевых ингредиентов и готовой продукции хлебопекарного производства для установления научно обоснованных микробиологических нормативов и разработки быстрых надежных методов их контроля.

Литература

1. Пашенко, Л. Е. Влияние лизоцима на микробиологическую чистоту хлебобулочных изделий / Л. Е. Пашенко, Я. Н. Коломникова // *Хлебопродукты*. – 2007. – № 8. – С. 42.
2. Юрко, М. Ю. Влияние замораживания на микробиологическую безопасность пшеничного хлеба / М. Ю. Юрко, В. И. Заикина // *Хлебопечение России*. – 2008. – № 6. – С. 31–32.
3. Зелинский, Г. С. О безопасности муки и крупы / Г. С. Зелинский // *Хлебопродукты*. – 2007. – № 6. – С. 6–7.
4. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078-2001. – Введ. 01.08.99. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь: ПолиБиг, 1999. – 218 с.
5. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: СанПиН 11 63 РБ 98. – Введ. 01.08.99. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь: ПолиБиг, 1999. – 218 с.
6. *Microbiological Specifications for Foods*. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. – Roma, 1975. – 32 p.
7. *Microbiological Specifications for Foods*. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. – Roma, 1977. – 38 p.
8. *Microbiological Specifications for Foods*. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. – Roma, 1985. – 30 p.
9. Cox, L. Microbiological criteria in foods – factors affecting their establishment and validity / L. Cox // *Food Sci. and Technol. Today*. – 1995. – № 2. – P. 109–116.
10. Special issue on novel production practices and food quality: Symp. IFTEC, The Hague, The Netherlands, Nov. 15–18, 1992 // *Food Rev. Int.* – 1993. – № 3. – P. 359–360.
11. Микробиология, санитария и гигиена / К. А. Мудрецова-Висс [и др.]. – М.: Деловая литература, 2001. – С. 295–305.
12. Афанасьева, О. В. Микробиологический контроль хлебопекарного производства / О. В. Афанасьева. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – С. 51–64.
13. Жарикова, Г. Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена / Г. Г. Жарикова. – М.: Академия, 2005. – С. 46–57.
14. Юсупова, Г. Г. Обеспечение микробиологической безопасности зерна, муки и хлеба / Г. Г. Юсупова, Л. А. Жидких // *Хлебопечение России*. – 2007. – № 2. – С. 26–27.
15. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов: ГОСТ 10444.15–94. – Введ. 01.07.96. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1996. – 12 с.
16. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов: ГОСТ 10444.12–88. – Введ. 01.06.89. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1989. – 12 с.
17. Фрунджян, В. Г. Биолуминесцентное определение микробной загрязненности сырого рубленого мяса / В. Г. Фрунджян, В. С. Бабунова, Н. Н. Угарова // *Вестник Московского университета. Сер. 2, Химия*. – 2002. – Т. 43. – № 6. – С. 1.