

ВЛИЯНИЕ КОРЫ ДУБА НА МОЛОЧНОКИСЛЫЕ БАКТЕРИИ, КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ В ЖИДКИХ КИСЛОТООБРАЗУЮЩИХ ПОЛУФАБРИКАТАХ

Т.Д. Самуйленко, Т.А. Гуринова, Е.А. Назаренко

Исследовано влияние коры дуба на активность и количественный состав молочнокислых бактерий жидкой ржаной закваски. Показано, что внесение коры дуба в количестве до 2,0 % в состав питательной смеси, используемой при приготовлении жидкой ржаной закваски, позволяет регулировать продолжительность производственного цикла этого полуфабриката.

Введение

Кора дуба в своем составе содержит различные химические соединения, которые могут оказывать воздействие на микроорганизмы (дрожжевые клетки и молочнокислые бактерии), культивируемые в жидких кислотообразующих полуфабрикатах. К таким соединениям можно отнести [1]:

- редуцирующие сахара, служащие дополнительным источником питания названных микроорганизмов;
- минеральные вещества и витамины, которые являются стимуляторами роста за счет ускорения внутриклеточного обмена;
- дубильные вещества, которые в малых дозировках увеличивают проницаемость мембран клеток микроорганизмов, а в больших дозировках способствуют временному анабиозу клеток и консервированию полуфабрикатов, в которых осуществляется культивирование дрожжей и молочнокислых бактерий.

Ранее были проведены исследования по влиянию некоторых видов фитосырья, в частности коры дуба, на культивируемые в жидкой ржаной закваске дрожжевые клетки [2].

Целью настоящих исследований явилось изучение влияния коры дуба на жизнедеятельность молочнокислых бактерий и их активность в жидкой ржаной закваске.

Результаты исследований и их обсуждение

На процесс кислотонакопления в жидкой ржаной закваске, интенсивность его протекания, а соответственно, и степень готовности этого полуфабриката влияет жизнедеятельность молочнокислых бактерий. Развитие этих микроорганизмов в итоге формирует потребительские свойства хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной, в частности его вкусоароматическую характеристику. Жидкая ржаная закваска, применяемая в производстве хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной, содержит 4 вида гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий: *Lactobacillus plantarum*–30, *Lactobacillus casei*–26, *Lactobacillus brevis*–1, *Lactobacillus fermenti*–34. Жизнедеятельность этих микроорганизмов характеризуется их активностью, количественным составом и показателем кислотности полуфабриката, которые могут изменяться при варьировании продолжительности брожения жидкой ржаной закваски. На эти показатели влияет присутствие не только традиционных питательных веществ, но и наличие стимуляторов роста и развития, источником которых может являться кора дуба.

На первом этапе исследований оценивали активность молочнокислых бактерий с использованием индикатора по методике, представленной в литературном источнике [3]. В производственном цикле готовили жидкую ржаную закваску путем внесения питательной смеси в соотношении с полуфабрикатом предыдущего этапа цикла 1:1. Питательная смесь содержала кору дуба в количестве до 2,0 % с шагом 0,4 % от массы муки, используемой на стадии приготовления заварки. Каждые 60 мин брожения образцов полуфабриката отбирали пробу,

подготавливали ее и вносили индикатор. Активность молочнокислых бактерий оценивали как продолжительность времени, выраженная в минутах, перехода окраски индикатора из синего окрашивания в бесцветное. Меньшее цифровое выражение показателя свидетельствует о лучшей активности молочнокислых бактерий.

Изменение активности молочнокислых бактерий в процессе брожения жидкой ржаной закваски представлено на рисунке 1.

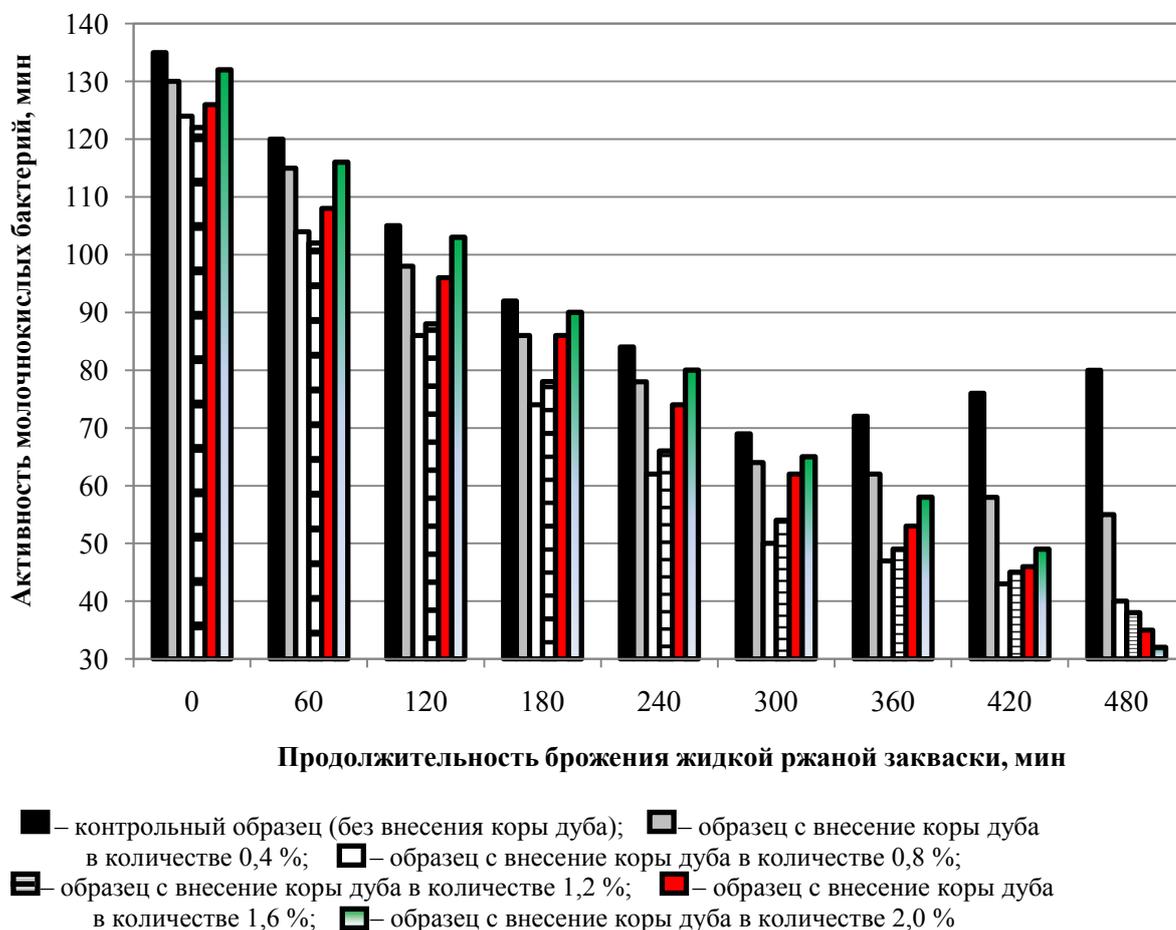


Рисунок 1 – Влияние коры дуба на активность молочнокислых бактерий

Результаты исследований показали, что в образцах с внесением коры дуба молочнокислые бактерии обладали лучшей активностью (продолжительность перехода окраски метиленовой сини в бесцветную была меньше) по сравнению с контрольным образцом (без внесения коры дуба) после всех периодов брожения жидкой ржаной закваски. Внесение коры дуба в количестве до 1,2 % и продолжительности брожения до 300 мин активность молочнокислых бактерий уменьшалась (улучшалась) в среднем на 10,0–70,0 % в зависимости от дозировки коры дуба по сравнению с контрольным образцом. При внесении коры дуба в количестве 1,6 и 2,0 % и продолжительности брожения жидкой ржаной закваски до 300 мин активность молочнокислых бактерий находилась на уровне контрольного образца. При увеличении продолжительности брожения более 300 мин активность молочнокислых бактерий в контрольном образце постепенно увеличивалась (ухудшалась) по сравнению с этим контролируемым участком времени. В опытных образцах после 300 мин брожения активность продолжала снижаться (улучшаться). Через 480 мин брожения самый низкий (лучший) показатель активности молочнокислых бактерий имел образец с внесением 2,0 % коры дуба.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что компоненты коры дуба регулируют активность молочнокислых бактерий. Варьируя количество используемой коры дуба, можно влиять на жизнедеятельность культивируемых молочнокислых бактерий в жидкой ржаной

закваске. Это позволит изменять продолжительность брожения полуфабриката без ухудшения его биотехнологических свойств в зависимости от возникающего технологического перерыва в условиях дискретного режима производства хлеба [4, 5].

На следующем этапе были проведены исследования процесса брожения вышеупомянутых образцов жидкой ржаной закваски в течение 24 ч после ее возобновления в производственном цикле. Дополнительное возобновление полуфабриката в указанный промежуток времени не проводили. Каждый час оценивали количество культивируемых активных молочнокислых бактерий в жидкой ржаной закваске и кислотность полуфабриката. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

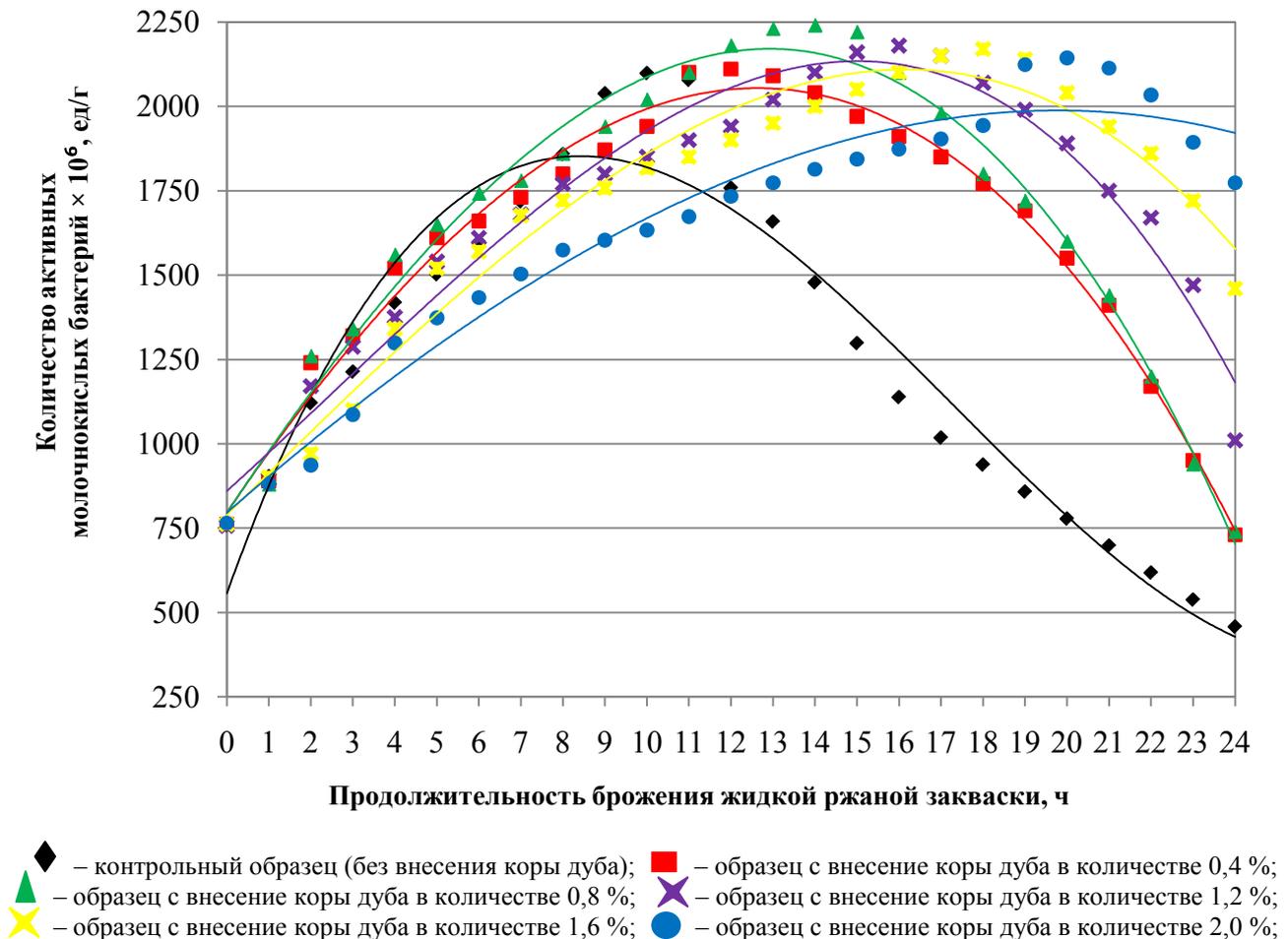


Рисунок 2 – Изменение количества молочнокислых бактерий в процессе брожения жидкой ржаной закваски в течение 24 ч

Влияние продолжительности брожения жидкой ржаной закваски X_1 , ч, с внесением различного количества коры дуба на количество культивируемых молочнокислых бактерий Y_1 , ед/г, и аналитическое выражение взаимосвязи этих переменных было получено с помощью программного приложения Microsoft Excel. Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты корреляционного анализа

Количество коры дуба % от массы муки в заварке	Зависимость	Коэффициент корреляции r
0	$Y_I = 0,52 \times (X_I)^3 - 27,1 \times (X_I)^2 + 345,0 \times X_I + 556,6$	0,9644
0,4	$Y_I = -0,0951 \times (X_I)^3 - 5,47 \times (X_I)^2 + 183,8 \times X_I + 796,1$	0,9931
0,8	$Y_I = -0,154 \times (X_I)^3 - 4,27 \times (X_I)^2 + 187,3 \times X_I + 795,1$	0,9916
1,2	$Y_I = -0,255 \times (X_I)^3 - 2,01 \times (X_I)^2 + 112,2 \times X_I + 860,0$	0,9827
1,6	$Y_I = -0,151 \times (X_I)^3 - 0,168 \times (X_I)^2 + 123,8 \times X_I + 789,4$	0,9857
2,0	$Y_I = -0,0292 \times (X_I)^3 - 1,89 \times (X_I)^2 + 109,1 \times X_I + 795,6$	0,9799

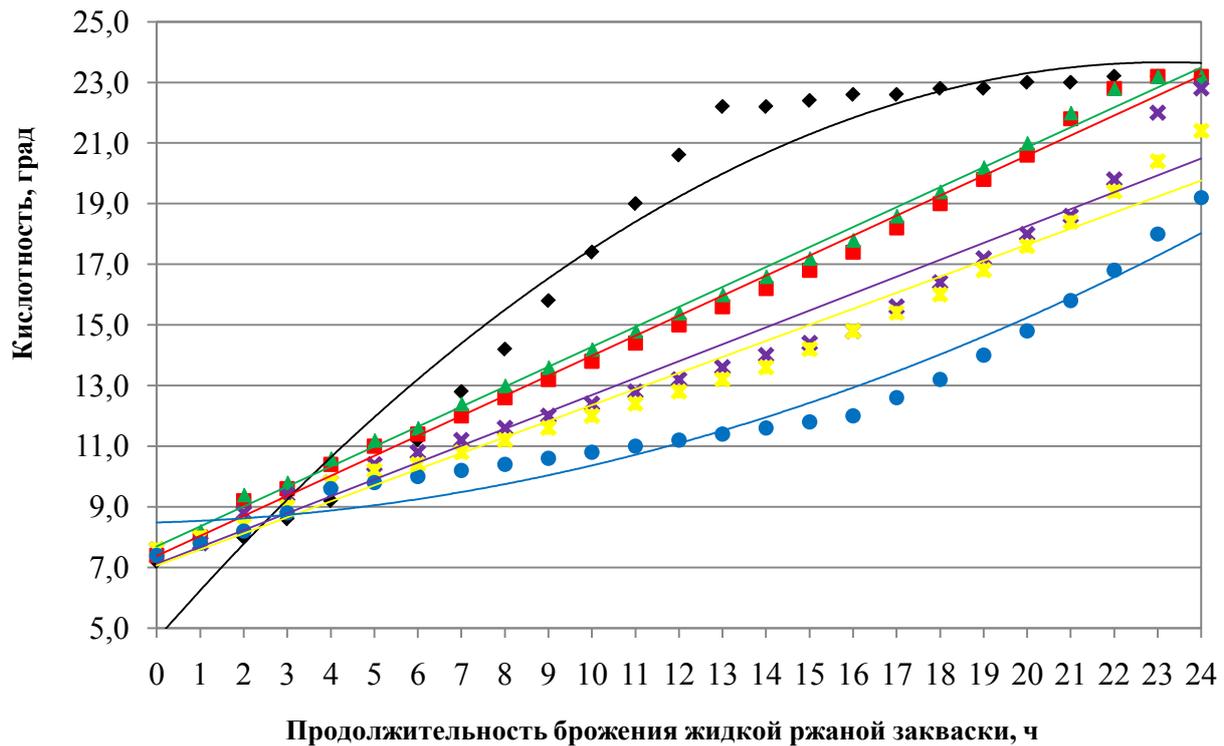
Результаты исследований, представленные на рисунке 2 и в таблице 1, показывают, что при брожении жидкой ржаной закваски происходило изменение количества активных молочнокислых бактерий. При увеличении продолжительности брожения жидкой ржаной закваски без внесения коры дуба до 10 ч количество активных молочнокислых бактерий увеличилось с $758,8 \times 10^6$ до $2098,1 \times 10^6$ ед/г. Дальнейшее увеличение продолжительности брожения для исследуемого образца привело к постепенному уменьшению количества этих микроорганизмов, что объясняется истощением существующих источников питания и отмиранием части молочнокислых бактерий. Зависимость количества активных молочнокислых бактерий от продолжительности брожения жидкой ржаной закваски без внесения коры дуба является полной и имеет полиномиальный вид линии тренда третьей степени. Внесение коры дуба в жидкую ржаную закваску влияло на динамику изменения количества активных молочнокислых бактерий, вид линии тренда и аналитическое выражение зависимости количества этих микроорганизмов от продолжительности брожения полуфабриката.

Так, внесение коры дуба в количестве 0,4 и 0,8 % от массы муки в заварке привело к увеличению количества активных молочнокислых бактерий с $(762,2-764,8) \times 10^6$ ед/г до $2110,4 \times 10^6$ и $2240,3 \times 10^6$ ед/г соответственно. Темп роста количества активных микроорганизмов в этих образцах жидкой ржаной закваски был ниже, чем в полуфабрикате без внесения коры дуба, за счет адаптации молочнокислых бактерий к новому составу питательной смеси. В то же время максимальное количество микроорганизмов было достигнуто через 12 и 14 ч для образцов жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в количестве 0,4 и 0,8 % от массы муки в заварке соответственно, то есть произошло естественное увеличение продолжительности брожения полуфабриката. Внесение коры дуба в жидкую ржаную закваску в количестве 1,2, 1,6 и 2,0 % от массы муки в заварке привело к большему снижению темпа роста количества активных молочнокислых бактерий по сравнению с образцами жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в количестве 0,4 и 0,8 %. Это объясняется более длительным периодом адаптации исследуемых микроорганизмов к новым условиям культивирования, но позволяет увеличить продолжительность брожения полуфабриката:

- до 16 ч для жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в количестве 1,2 % (количество активных молочнокислых бактерий изменилось от $756,6 \times 10^6$ до $2180,0 \times 10^6$ ед/г);
- до 18 ч для жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в количестве 1,6 % (количество активных молочнокислых бактерий изменилось от $762,1 \times 10^6$ до $2170,0 \times 10^6$ ед/г);
- до 20 ч для жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в количестве 2,0 % (количество активных молочнокислых бактерий изменилось от $764,8 \times 10^6$ до $2143,0 \times 10^6$ ед/г).

Проведенные предварительные исследования позволяют говорить о возможности консервирования жидкой ржаной закваски до 20 ч при внесении в нее коры дуба.

О жизнедеятельности молочнокислых бактерий, культивируемых в жидкой ржаной закваске, можно судить и по такому технологическому показателю, как кислотность, необходимый диапазон значений которого позволяет использовать этот полуфабрикат далее в технологическом процессе при замесе теста. Результаты исследований кислотности в процессе брожения жидкой ржаной закваски представлены на рисунке 3.



- ◆ — контрольный образец (без внесения коры дуба);
- ▲ — образец с внесение коры дуба в количестве 0,8 %;
- ★ — образец с внесение коры дуба в количестве 1,6 %;
- — образец с внесение коры дуба в количестве 0,4 %;
- ✕ — образец с внесение коры дуба в количестве 1,2 %;
- — образец с внесение коры дуба в количестве 2,0 %;

Рисунок 3 – Изменение кислотности жидкой ржаной закваски в процессе ее брожения в течение 24 ч

Анализ кислотонакопления полуфабриката показал, что при увеличении продолжительности брожения происходило закономерное увеличение кислотности исследуемого полуфабриката. Диапазон полученных значений показателя кислотности (9,2–11,2 град), который соответствовал рекомендациям технологических инструкций, для традиционной жидкой ржаной закваски сохранялся в течение 4–6 ч. Далее кислотность продолжала увеличиваться с 6 до 13 ч и составила 22,2 град. За этот период брожения в полуфабрикate накоплено максимальное количество кислот, для образования дополнительного их количества недостаточно активных молочнокислых бактерий. Поэтому после 13 ч брожения кислотность изменялась незначительно. Внесение коры дуба изменяло динамику кислотонакопления, так как изменялась динамика развития молочнокислых бактерий. При использовании в составе жидкой ржаной закваски коры дуба в количестве 0,4 и 0,8 % от массы муки в заварке увеличение показателя кислотности происходило с 7,4–7,6 до 23,2 град, но динамика кислотонакопления была плавной, а не скачкообразной как в образце жидкой ржаной закваски без внесения коры дуба. Диапазон полученных значений показателя кислотности составил 9,2–12,0 град и сохранялся в образцах на протяжении 2–7 ч брожения. Кора дуба в жидкой ржаной закваске в количестве 1,2, 1,6 и 2,0 % от массы муки в заварке замедляла еще больше темп роста кислотности. При этом необходимое кислотонакопление отмечалось в течение следующих периодов: для жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в количестве 1,2 % (кислотность 9,4–12,0 град) от 3 до 9 ч; для жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в количестве 1,6 % (кислотность 9,0–12,0 град.) от 3 до 10 ч; для жидкой ржаной закваски с внесением коры дуба в количестве 2,0 % (кислотность 9,6–12,0 град) от 4 до 16 ч.

Таким образом, были подтверждены результаты предварительных исследований. Исполь-

зование коры дуба в составе жидкой ржаной закваски позволяет пролонгировать продолжительность ее брожения вплоть до 16 ч, то есть самоконсервировать полуфабрикат естественным путем.

Заключение

В ходе проведенных исследований было изучено влияние коры дуба на активность, количественный состав молочнокислых бактерий и кислотность жидкой ржаной закваски, в которой осуществляется культивирование этих микроорганизмов. Было установлено, что использование коры дуба позволяет регулировать активность молочнокислых бактерий. Это позволяет пролонгировать продолжительность брожения жидкой ржаной закваски вплоть до 16 ч, что особенно актуально для предприятий хлебопекарной отрасли, работающих в дискретном режиме.

Литература

- 1 Гуринова, Т.А. Исследование химического состава коры дуба как нетрадиционного сырья в технологии приготовления жидких заквасок [Текст]/Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко //Иновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции, 20–22 ноября 2012 г. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2012. – С. 231–234.
- 2 Гуринова, Т.А. Влияние коры дуба на дрожжевые клетки, культивируемые в жидкой закваске [Текст]/Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко, Е.А. Назаренко //Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2014. – № 2 (17). – С. 20–25.
- 3 Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства [Текст] / О.В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.
- 4 Гуринова, Т.А. Исследование возможности использования нетрадиционного растительного сырья в технологии жидких заквасок [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: Материалы III Международной научно-практической конференции, 19–21 сентября 2013 г. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2013. – 288 с. – С. 138–141.
- 5 Самуйленко, Т.Д. Влияние коры дуба на активность микроорганизмов, культивируемых в жидкой закваске / Т.Д. Самуйленко, А.В. Жданова, А.А. Пашенко // Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (16–17.09.2015). – Одеса: ОНАХТ, 2015. – 157 с. – С. 90–91.

Поступила в редакцию 16.12.2016