

УДК 664.654.12
МРНТИ 65.33.29

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2021-1-5-11>

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АЦИДОФИЛЬНОЙ ЗАКВАСКИ С УЛУЧШЕННЫМИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

¹О.Л. ВЕРШИННИНА, ¹Ю.Ф. РОСЛЯКОВ, ¹В.В. ГОНЧАР,
¹Н.В. ИЛЬЧИШИНА

(¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2)

Проведены исследования влияния ячменной муки на процессы, протекающие при производстве ацидофильной закваски. Установлено, что внесение ячменной муки при приготовлении осахаренной заварки для разводочного цикла закваски приводит к улучшению её подъемной силы и ускорению кислотонакопления. Наилучший результат наблюдался при внесении ячменной муки в количестве 5% – 10% от массы муки в тесте. При этом улучшение биотехнологических показателей закваски сопровождается сокращением периода ее созревания на 60-120 мин. Разработана новая технология приготовления ацидофильной закваски с использованием ячменной муки, которая обогащает аминокислотный и витаминный состав питательного субстрата и интенсифицирует процесс приготовления закваски, улучшая её биотехнологические свойства.

Ключевые слова: ацидофильная закваска, ячменная мука, осахаренная заварка, технология, биотехнологические свойства.

ЖАҚСАРТЫЛҒАН БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ БАР АЦИДОФИЛЬДІ АШЫТҚЫНЫ ДАЙЫНДАУДЫҢ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯСЫ

¹О.Л. ВЕРШИННИНА, ¹Ю.Ф. РОСЛЯКОВ, ¹В.В. ГОНЧАР,
¹Н.В. ИЛЬЧИШИНА

(¹ «Кубан мемлекеттік технологиялық университеті» ЖБ ФМББМ, 350072, Ресей Федерациясы, Краснодар қ., Московская к-сі, 2)

Ацидофильді ашытқы өндірісінде жүретін процестерге арпа ұнының әсері бойынша зерттеулер жүргізілді. Қантталған ашытқыны дайындау кезінде арпа ұнын енгізу оның көтеру күшінің жақсаруына және қышқылдың жиналуын тездетуге әкелетіні анықталды. Ең жақсы нәтиже арпа ұнын қамырдағы ұнның массасынан 5% – 10% мөлшерінде енгізу кезінде байқалды. Бұл ретте ұйытқының биотехнологиялық көрсеткіштерінің жақсаруы оның пісіп-жетілу кезеңінің 60-120 минутқа қысқаруымен қатар жүреді. Арпа ұнын қолдана отырып, ацидофильді ашытқыны дайындаудың жаңа технологиясы жасалды, ол қоректік субстраттың амин қышқылы мен дәрумендік құрамын байытады және оның биотехнологиялық қасиеттерін жақсартта отырып, ашытқыны дайындау процесін қарқындайды.

Негізгі сөздер: ацидофильді ашытқы, арпа ұны, қантты демдеме, технология, биотехнологиялық қасиеттері.

NEW TECHNOLOGY FOR PREPARING ACIDOPHILIC STEREAAD WITH IMPROVED BIOTECHNOLOGICAL PROPERTIES

¹O. L. VERSHININA, ¹YU.F. ROSLYAKOV, ¹V.V. GONCHAR, ¹N.V. ILCHISHINA

(¹ «Kuban State Technological University», 2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;)

The studies of the effect of barley flour on the processes occurring during the production of acidophilic sourdough have been carried out. It was found that the introduction of barley flour in the preparation of saccharified brew for the breeding cycle of the starter leads to an improvement in its lifting force and acceleration of acid accumulation. The best result was observed when barley flour was introduced in an amount of 5% - 10% of the flour mass in the dough. Improvement of the biotechnological parameters of the starter culture with the introduction of 5% - 10% of barley flour is accompanied by a reduction in the period of its ripening by 60-120 minutes. A new technology for the preparation of acidophilic starter culture using barley flour has been developed, which enriches the amino acid and vitamin composition of the nutrient substrate and intensifies the process of preparing the starter culture, improving its biotechnological properties.

Key words: acidophilic starter culture, barley flour, saccharified brewing, technology, biotechnological properties.

Введение

Многовековой опыт хлебопечения в России показал эффективность применения технологий приготовления теста на заквасках – мучных полуфабрикатах с кислотообразующей и газообразующей способностью [1, 2, 3]. Ацидофильная закваска представляет собой смесь специально селекционированных и подобранных в определенных пропорциях штаммов дрожжей и молочнокислых бактерий, выращенных на осахаренной мучной заварке [4, 5].

Основным источником питательных веществ для жизнедеятельности бродильной микрофлоры пшеничной закваски является пшеничная мука. Известно, что дрожжевые грибы и молочнокислые бактерии наиболее активно усваивают сахаросодержащие субстраты. Кроме того, они остро нуждаются в азотистом питании, витаминах и стимуляторах роста [6]. Активная бродильная микрофлора закваски на питательной среде, в состав которой входит только пшеничная мука, не может быть в полной мере обеспечена всеми необходимыми питательными веществами. Поэтому для обогащения питательной среды и повышения бродильной активности микрофлоры закваски, а также улучшения её биотехнологических свойств в качестве дополнительного питания была использована ячменная мука.

Выбор в качестве рецептурного компонента ячменной муки обусловлен тем, что в ней содержится большое количество белков, крахмала, моно- и дисахаридов, пищевых волокон и минеральных веществ: 208 мг % калия, 80 мг % кальция, 50 мг % магния, 1,8 мг % железа. Из витаминов в ячменной муке содержится ниацин в количестве 4,7 мг % и витамин РР – 2,7 мг % [7].

Цель и задачи исследования: разработать технологию приготовления ацидофильной закваски с улучшенными биотехнологическими свойствами. Исследовать влияние состава предлагаемой питательной смеси на основные процессы жизнедеятельности микроорганизмов и параметров питательной смеси на процессы кислото- и газообразования в тесте.

Материалы и методы исследования

Для разработки технологии приготовления ацидофильной закваски с улучшенными биотехнологическими свойствами использовали следующие штаммы чистых культур микроорганизмов:

- дрожжи: *Saccharomyces cerevisiae* – штамм Р – 17;

- молочнокислые бактерии (МКБ): *Lactobacillus acidophilus* – 146.

Разводочный цикл состоял из последовательных стадий выращивания чистых культур микроорганизмов на осахаренной мучной заварке с постепенным увеличением ее объема [9].

Для приготовления заварки использовали смесь муки пшеничной высшего сорта и ячменной муки (в количестве 5 % – 10 % от массы муки в тесте), которую при перемешивании заваривали горячей водой (соотношение мука : вода = 1 : 3) с температурой от 85°C до 90°C и охлаждали до 50°C – 65°C. После охлаждения заварки до 50°C – 65°C вносили в нее ферментный препарат, после чего заварку подвергали осахариванию при температуре 50°C – 65°C в течение от 1,5 до 2,0 ч.

Расход сырья и параметры приготовления осахаренной заварки для разводочного цикла приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расход сырья и параметры приготовления осахаренной заварки для разводочного цикла

Наименование сырья и параметров	Расход сырья и режимы приготовления заварки (1:3) для стадий разводочного цикла				
	1	2	3	4	5
Смесь муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и ячменной, г	25	25	50	100	180
Вода питьевая, мл	75	75	150	300	540
Фунгамил 2500, % к массе муки	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Общий объем заварки, г	100	100	200	400	720
Температура осахаривания, °С	50-55	50-55	50-55	50-55	50-55
Продолжительность осахаривания, ч	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0

В разводочном цикле использовали заквасочные культуры в сухом виде. Расход сырья и режим приготовления пшеничной

ацидофильной закваски по разводочному циклу с использованием сухих культур микроорганизмов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расход сырья и режим приготовления пшеничной ацидофильной закваски по разводочному циклу с использованием сухих культур микроорганизмов

Наименование сырья, параметров и показателей процесса	Фазы разводочного цикла				
	1	2	3	4	5
Сухая смесь чистых культур микроорганизмов, г	1	-	-	-	-
Осахаренная мучная заварка, г	10	10	20	40	720
Закваска предыдущей фазы, г	-	11	21	41	81
Общий объем, г	110	21	41	81	800
Температура заквашивания, °С	30-32	30-32	30	30	30
Продолжительность заквашивания, ч	7-9				
Подъемная сила, мин	20-25				

I стадия. Для приготовления пшеничной ацидофильной закваски 1 г сухого био-препарата вносили в 10 г осахаренной и охлажденной до 30-32°С мучной заварки, перемешивали, выдерживали 16-18 ч при температуре 30-32°С до кислотности 7-9 град.

II стадия. К полученной на I стадии ацидофильной закваске (11 г) добавляли 10 г охлажденной до 30 °С – 32 °С осахаренной мучной заварки, смесь тщательно перемешивали и выдерживали при температуре 30-32 °С в течение 8-10 ч до конечной кислотности 7-9 град. и достижения подъемной силы – 20-25 мин.

III стадия. К 21 г ацидофильной закваски прибавляли 20 г охлажденной до 30-32°С осахаренной мучной заварки, перемешивали, выдерживали при температуре 30-32°С в течение 6-8 ч до кислотности 7-9 град. и достижения подъемной силы – 20-25 мин.

IV стадия. К 41 г ацидофильной закваски прибавляли 40 г охлажденной до 30-32°С осахаренной мучной заварки, перемешивали, выдерживали 6-8 ч при температуре

30°С до конечной кислотности 7-9 град. и достижения подъемной силы – 20-25 мин.

V стадия. 81 г ацидофильной закваски предыдущей стадии приготовления тщательно смешивали с 720 г охлажденной до 30-32°С осахаренной мучной заваркой и выдерживали при температуре 30°С в течение 16-18 ч.

Полученные на этой стадии 800 г ацидофильной закваски использовали в производственном цикле.

Определение бродильной активности полуфабрикатов проводили по методу всплытия шарика. Замешивали тесто из полуфабриката и пшеничной муки. Из теста формовали два шарика, опускали их в стакан вместимостью 200-250 см³ с водой температурой 32°С, стакан помещали в термостат. Время (мин) с момента опускания шарика до всплытия характеризует бродильную активность полуфабриката [10].

Титруемую кислотность полуфабрикатов определяли методом титрования по методике, приведенной в [10].

Для исследования влияния ячменной муки на количественный состав микрофлоры производили подсчет общего количества дрожжей и молочнокислых бактерий чашечным методом Коха после освежения (внесения питательной смеси) и через три часа брожения заквасок [11].

Результаты и их обсуждение

Производственный цикл приготовления ацидофильной закваски заключался в следующем.

Ацидофильную закваску, выведенную по разводочному циклу, накапливали до нужного количества и далее поддерживали в производственном цикле путем освежений с последующим выбраживанием до накопления требуемой кислотности.

Закваски вели в три стадии [9].

I стадия. Производственный цикл начинали с внесения 80 г ацидофильной закваски, полученной по разводочному циклу, в ёмкость для брожения закваски, куда также добавляли 420 г охлажденной до температуры 30-32°C осахаренной мучной заварки. Смесь перемешивали и выдерживали в течение 16-18 ч до конечной кислотности 7-9 град. и достижения подъемной силы – 20-25 мин.

II стадия. Далее к полученному объёму закваски (500 г) добавляли 500 г охла-

жденной до температуры 30-32°C осахаренной мучной заварки.

Заквашивали в течение 6-8 ч до кислотности 7-9 град. и достижения подъемной силы 20-25 мин.

III стадия. К полученной закваске (1000 г) добавляли 1000 г охлажденной до 30-32°C осахаренной мучной заварки, перемешивали и выдерживали в течение 6-8 ч. Показатели полученной на этом этапе ацидофильной закваски: кислотность – 7-9 град, подъемная сила – 20-25 мин. После накопления необходимого количества производственной закваски часть её использовали на возобновление, остальную – на замес теста.

«Освежение» закваски осуществляли один раз в сутки: на замес теста отбирали 90 % массы готовой закваски, а оставшуюся часть использовали для приготовления новой производственной закваски при соотношении закваска : заварка 1:10.

При перерывах в работе до 48 ч закваску сохраняли в охлажденном виде при температуре не ниже +6 – +8°C.

Внешний вид ацидофильной закваски без внесения добавок (образец под № 2) и ацидофильной закваски с внесением на стадии приготовления заварки ячменной муки (образец под № 1) представлен на рис. 1.



Рисунок. 1 – Внешний вид ацидофильной закваски без внесения добавок (образец под № 2) и ацидофильной закваски с внесением на стадии приготовления заварки ячменной муки (образец под № 1)

На первом этапе исследовали зависимость подъемной силы закваски от длительности брожения при различных дозировках ячменной муки

Результаты исследований влияния ячменной муки на бродильную активность дрожжей представлены на рис. 2.

Из представленных на рис. 2 данных видно, что внесение ячменной муки приводит к улучшению подъемной силы в опыт-

ных образцах по сравнению с контрольными. Установлено, что при дозировке ячменной муки 5 % - 10 % к массе муки в тесте уже через 6 часов брожения была достигнута требуемая подъемная сила, в то время как у контрольного образца данный показатель превышал необходимое значение. Это создает возможность сокращения длительности брожения закваски.

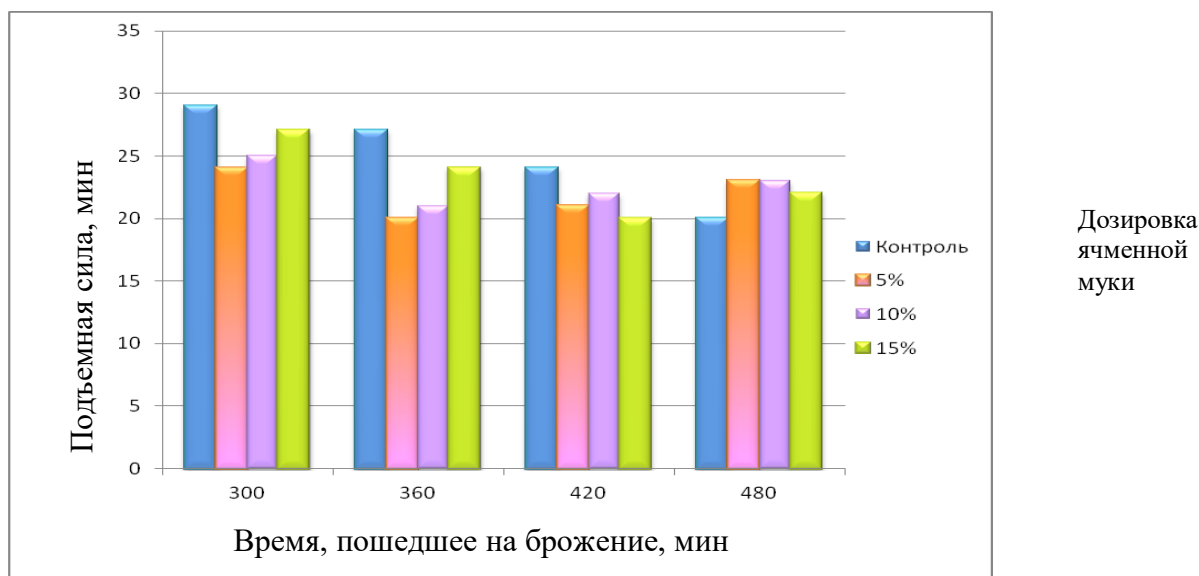


Рисунок 2 – Влияние различных дозировок ячменной муки и длительности брожения ацидофильной закваски на ее подъемную силу

Из представленных на рис. 2 данных видно, что внесение ячменной муки приводит к улучшению подъемной силы в опытных образцах по сравнению с контрольными. Установлено, что при дозировке ячменной муки 5 % - 10 % к массе муки в тесте уже через 6 часов брожения была достигнута требуемая подъемная сила, в то время как у контрольного образца данный показатель превышал необходимое значение. Это создает возможность сокращения длительности брожения закваски.

Интенсивность кислотонакопления является важным показателем качества заквасок, так как от него зависит динамика ведения технологического процесса. Кроме того,

накопление органических кислот в процессе брожения является одним из основных параметров, дающих представление об активности молочнокислых бактерий [8,11].

На втором этапе исследовали зависимость титруемой кислотности закваски от добавления различных дозировок ячменной муки и от длительности брожения. Закваску исследовали через каждые 60 мин после замеса. Общая продолжительность данной стадии составляла 480 мин, что соответствует стандартному времени получения ацидофильной закваски при производстве пшеничного хлеба.

Результаты исследований влияния ячменной муки на активность молочнокислых бактерий представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние продолжительности брожения ацидофильной закваски с различными дозировками ячменной муки на ее титруемую кислотность

Продолжительность брожения, мин	Кислотность, град				
	Дозировка ячменной муки к массе пшеничной муки, %				
	0	5	10	15	20
300	5,7	6,0	6,6	6,9	5,9
360	6,5	7,4	8,0	10,0	6,9
420	7,8	8,1	8,6	11,3	8,0
480	8,5	8,9	9,4	12,5	8,7

Из приведенных данных видно, что внесение ячменной муки при приготовлении осахаренной заварки для разводочного цикла закваски приводит к ускорению кислотонакопления. Наилучший результат наблю-

дался при внесении ячменной муки в количестве 5 % – 10 % от массы муки в тесте.

Было установлено, что при данных дозировках ячменной муки уже через 6 ч брожения закваски ее титруемая кислотность увеличива-

лась до 7,4-8,0 град (необходимое значение для приготовления теста), тогда как кислотность контрольного образца за то же время составляла лишь 6,5 град. Дальнейшее увеличение дозировки ячменной муки до 20 % к массе муки снижает кислотонакопление в закваске.

Возможно, благоприятный состав питательной среды обусловил повышение активности бактериальной микрофлоры в вариантах с оптимальной дозировкой, что способствовало увеличению кислотности по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, рациональными дозировками ячменной муки на стадии приготовления закваски являются дозировки 5 % и 10 % к массе муки в тесте.

Исследована возможность роста культуры *L.acidophilus* на различных мучных средах. Путем микроскопирования и подсчета количества клеток был выявлен значительный рост штаммов молочнокислых бактерий на среде с добавлением ячменной муки. Результаты исследований представлены на рис. 3.

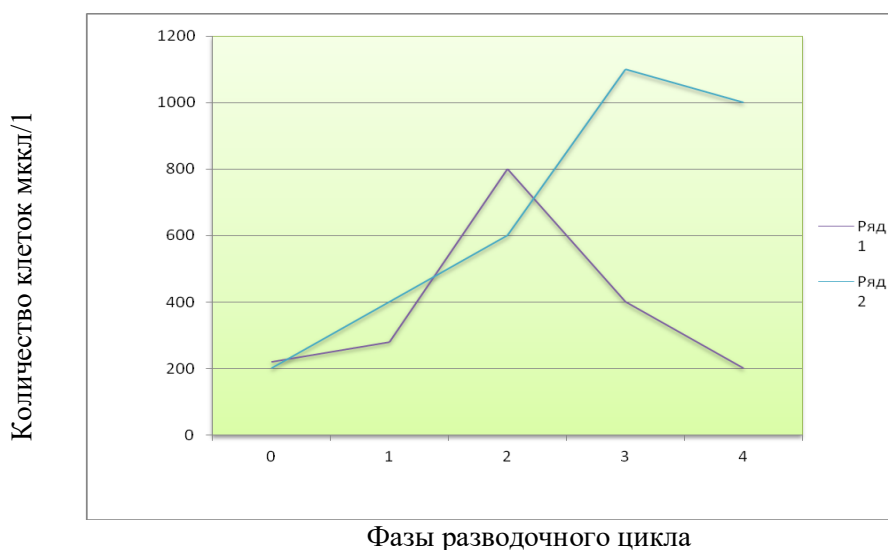


Рисунок. 3 – Рост *Lactobacillus acidophilus* в ацидофильной закваске (1 – пшеничной) (2 – с добавлением 5% -10% ячменной муки)

Заклучение

Повышение биотехнологической активности дрожжей и молочнокислых бактерий в образце с внесением 5% - 10% ячменной муки показало, что данная дозировка обеспечивает симбиотическое развитие как дрожжевой, так и молочнокислой микрофлоры [12]. Это обусловлено внесением с ячменной мукой дополнительного количества легкоусвояемых питательных веществ: белков, углеводов, макро- и микроэлементов, витаминов, являющихся необходимыми факторами роста дрожжей и молочнокислых бактерий. При этом улучшение биотехнологических показателей закваски с внесением 5 % – 10 % ячменной муки сопровождается сокращением периода ее созревания на 60-120 мин.

Проведенные исследования позволили разработать новую технологию приготовления ацидофильной закваски с использованием ячменной муки, которая обогащает аминокислотный и витаминный состав пита-

тельного субстрата и позволяет не только интенсифицировать процесс приготовления закваски, но и улучшить её биотехнологические свойства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акопян Г.С. Технологические аспекты использования закваски «Ацатан» в хлебопечении / Г.С. Акопян, О.Л. Вершинина, Б.А. Закопайко // Известия вузов. Пищевая технология. – 2017. – № 4. – С. 29-31.
2. Кучерявенко И.М. Использование муки из семян тыквы в приготовлении закваски для ржанопшеничного хлеба / И.М. Кучерявенко, Н.В. Ильчишина, О.Л. Вершинина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 5-6. – С. 33-35.
3. Вершинина О.Л. Разработка ржаной симбиотической естественной ржаной закваски для хлебопечения / О.Л. Вершинина, В.В. Гончар, Ю.Ф. Росляков // Хлебопродукты. – 2016. – № 2. – С. 40-42.
4. Пучкова Л.И., Поладова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных

изделий. Часть 1. Технология хлеба. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.

5. Богатырева Т.Г. Применение пшеничных заквасок целевого назначения в производстве хлебобулочных изделий / Т.Г. Богатырева, Р.Д. Поландова // Хлебопечение России. – 2000. – № 3. – С. 17-19.

6. Поландова Р.Д. Основы исследования по биохимии и микробиологии в хлебопечении / Р.Д. Поландова, Т.Г. Богатырева // Хлебопродукты. – 1993. – №3. – С. 32-38.

7. Богатырева Т.Г. Развитие биотехнологического направления в области переработки нетрадиционного хлебопекарного сырья // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С.34-35.

8. Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria / M. Gobbetti et al. // Trends in Food Science & Technology. – 2005. – 16. – P. 57–69.

9. Технологическая инструкция по приготовлению и применению ацидофильной закваски для производства хлеба из пшеничной муки. Утверждена замдиректора ГОСНИИ хлебопекарной промышленности РАСХН, 15.02.2007 г. – 15с.

10. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.

11. Микробиология продуктов растительного происхождения. Учебное пособие / И.А. Еремина, Н.И. Лузина, О.В. Кригер. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2003. – 87 с.

12. Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria in sourdough / S. Paramithiotis et al. // Process Biochemistry. – 2006. – 41. – P. 2429–2433.

REFERENCES

1. Akopyan G.S. Technological aspects of the use of the Atsatan sourdough in bakery / G.S. Akopyan, O.L. Vershinin, B.A. Zakopyko // Izvestiya vuzov. Food technology. – 2017. – No. 4. – P. 29-31. (in Russian)

2. Kucheryavenko I.M. The use of flour from pumpkin seeds in the preparation of sourdough for rye-

wheat bread / I.M. Kucheryavenko, N.V. Ilchishina, O. L. Vershinin // Izvestiya vuzov. Food technology. – 2012. – No. 5-6. – P. 33-35. (in Russian)

3. Vershinina O.L. Development of a symbiotic rye natural rye sourdough for bakery / O.L. Vershinin, V.V. Gonchar, Yu.F. Roslyakov // Khleboпродукты. – 2016. – No. 2. – P. 40-42. (in Russian)

4. Puchkova L.I., Polanova R.D., Matveeva I.V. Technology of bread, confectionery and pasta. Part 1. Bread technology. – SPb.: GIORД, 2005. – 559 p. (in Russian)

5. Bogatyreva T.G. The use of targeted wheat starters in the production of bakery products / T.G. Bogatyreva, R.D. Polanova // Bakery of Russia. – 2000. – No. 3. – P. 17-19. (in Russian)

6. Polanova R.D. Fundamentals of research on biochemistry and microbiology in bakery / R.D. Polanova, T.G. Bogatyreva // Khleboпродукты. – 1993. – No. 3. – P. 32-38. (in Russian)

7. Bogatyreva T.G. Development of biotechnological direction in the field of processing of non-traditional bakery raw materials // Khleboпродукты. – 2010. – No. 9. – P. 34-35. (in Russian)

8. Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria / M. Gobbetti et al. // Trends in Food Science & Technology. – 2005. – 16. – P. 57-69. (in English)

9. Technological instruction for the preparation and use of acidophilic sourdough for the production of bread from wheat flour. Approved by the Deputy Director of the State Scientific Research Institute of the Bakery Industry of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 15.02.2007 – 15p. (in Russian)

10. Puchkova L.I. Laboratory workshop on the technology of bakery production. – 4th ed., Rev. and add. – SPb.: GIORД, 2004. – 264 p. (in Russian)

11. Microbiology of plant products. Textbook / I.A. Eremina, N.I. Luzina, O.V. Krieger. Kemerovo Technological Institute of Food Industry. – Kemerovo, 2003. – 87 p. (in Russian)

12. Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria in sourdough / S. Paramithiotis et al. // Process Biochemistry. – 2006. – 41. – P. 2429–2433. (in English)