

ВЛИЯНИЕ КОРЫ ДУБА НА ДРОЖЖЕВЫЕ КЛЕТКИ, КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ В ЖИДКОЙ ЗАКВАСКЕ

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

Исследовано влияние коры дуба на активность дрожжевых клеток. Показано, что внесение коры дуба в количестве до 2,0 % в состав питательной смеси, используемой при возобновлении жидкой закваски, приводит к стимулированию развития этих микробиологических культур.

Введение

Кора дуба может рассматриваться как перспективное сырье для хлебопекарной промышленности, в частности при производстве хлеба из ржаной муки и смеси ее с пшеничной, в формировании потребительских свойств (вкуса, аромата, структуры пористости, объема) которого ведущая роль принадлежит жидким закваскам с завариванием части муки (далее жидкая закваска). Это связано с тем, что продукты метаболизма культивируемых в жидкой закваске дрожжей и молочнокислых бактерий определяют протекание технологического процесса получения хлеба и его показатели качества. Кора дуба за счет своего химического состава и уникальных свойств [1–6] может влиять на активность культивируемых бродильных микроорганизмов жидкой закваски, тем самым влиять на свойства жидкой закваски, теста и хлеба.

Целью настоящих исследований явилось изучение влияния коры дуба на жизнедеятельность культивируемых бродильных микроорганизмов, в частности дрожжевых клеток.

Результаты исследований и их обсуждение

Жидкие закваски, применяемые в хлебопекарном производстве, содержат следующие культивируемые микробиологические культуры: дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* Л-1 и го-мо- и гетероферментативные молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum*-30, *Lactobacillus casei*-26, *Lactobacillus brevis*-1, *Lactobacillus fermenti*-34. В качестве питательной среды в традиционных технологических процессах для их культивирования используется мука ржаная и вода, в некоторых случаях дополнительно вносится солод ржаной сухой (ферментированный и неферментированный).

Для улучшения биотехнологических свойств жидкой закваски питательные среды, используемые для ее возобновления, обогащают биологически активными веществами. Источником таких веществ может стать кора дуба. В своем составе она также содержит белки ($4,7 \pm 0,2$ %), редуцирующие сахара ($2,5 \pm 0,5$ %), значительное количество клетчатки ($19,4 \pm 0,5$ %), минеральных веществ ($6,6 \pm 0,5$ %). Большинство из этих веществ переходит в жидкую фазу, тем самым обуславливая высокую экстрактивность этого фитосырья ($24,6 \pm 0,5$ %). Значительное содержание дубильных веществ ($17,4 \pm 0,5$ %) в пересчете на танин, содержащихся в сухом веществе коры дуба, обуславливает антимикробные, фунгицидные свойства и ее высокую антиоксидантную активность ($7,2 \pm 0,1$) мг/г в пересчете на кверцетин. Активная кислотность коры дуба составляет ($4,8 \pm 0,2$) [7–10].

Для максимального воздействия на биотехнологические свойства жидкой закваски, обусловленные наличием жизнеспособных культивируемых бродильных микроорганизмов, вещества коры дуба должны находиться в доступном состоянии. Это обеспечивается за счет перехода компонентов коры дуба в растворимое состояние. Наличие того или иного количества веществ в растворимом состоянии характеризуется показателем экстрактивности. Увеличению этого показателя способствует уменьшение размера частиц нетрадиционного фитосырья. Изучали изменение экстрактивности коры дуба в зависимости от размера ее частиц,

полученных при измельчении. В исследованиях использовали кору дуба, заготавливаемую отечественными предприятиями и реализуемую в фасованном виде с размерами частиц не более 5600 мкм. Фитосырье дополнительно измельчали, затем отделяли частицы с различными размерами с помощью наборов сит. Полученные образцы коры дуба с различными размерами подвергали экстрагированию. Определение экстрактивных веществ проводили по методике, представленной в руководстве [11]. Результаты содержания экстрактивных веществ в исследуемых образцах, представленные на рисунке 1, позволяют заключить, что с увеличением размера частиц коры дуба уменьшается экстрактивность. Стоит отметить, что для образцов коры дуба с размерами частиц до 240–260 мкм массовая доля экстрактивных веществ составляет не менее 27,0 %. Дальнейшее измельчение не приводит к существенному накоплению экстрактивных веществ. Поэтому для использования коры дуба в качестве источника биологически активных веществ в исследованиях при получении жидкой закваски это фитосырье следует подвергать измельчению с выделением частиц с размером не более 240–260 мкм.

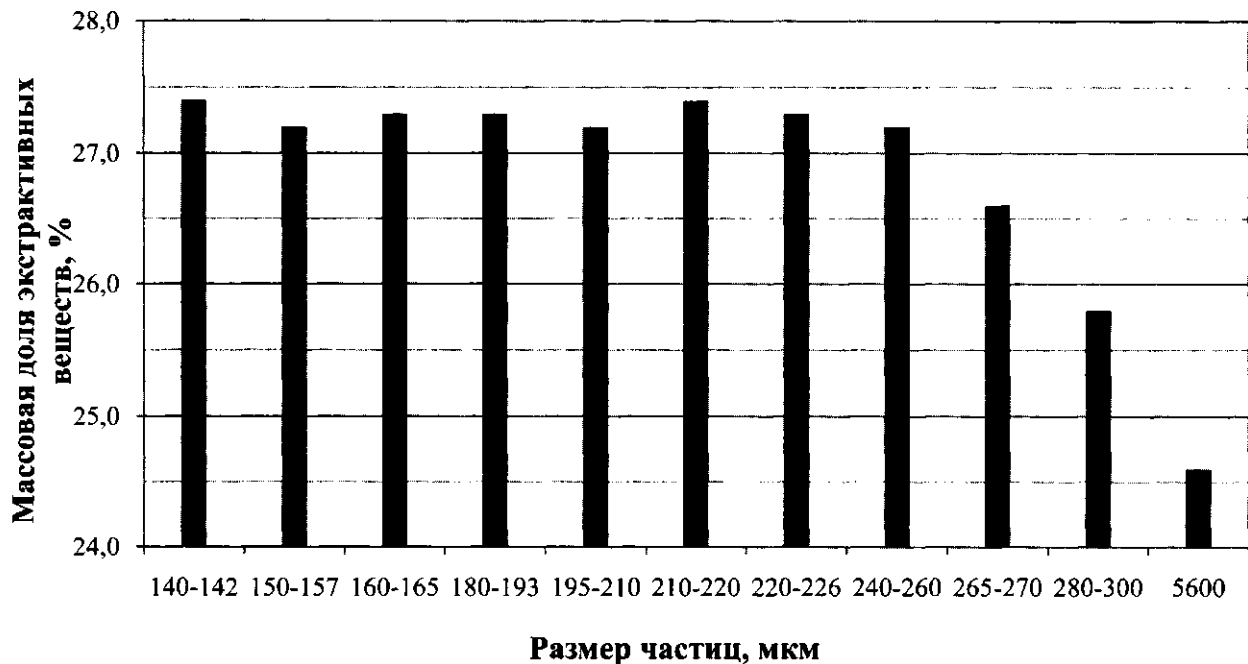


Рисунок 1 – Изменение массовой доли экстрактивных веществ в зависимости от размера частиц коры дуба

На процесс брожения жидкой закваски и интенсивность его протекания, а соответственно, разрыхляющую способность этого полуфабриката, которая в итоге формирует структуру пористости хлеба, влияет жизнедеятельность дрожжевых клеток. Она характеризуется наличием жизнеспособных и мертвых клеток, которые обуславливают динамику образования углекислого газа, участвующего в разрыхлении. На жизнедеятельность дрожжевых клеток влияет присутствие не только источников питания, но и наличие стимуляторов роста и развития (биологически активных веществ).

В ходе проводимых исследований оценивали способность дрожжей сохранять свою активность в питательной среде, содержащей кору дуба как источник биологически активных веществ. С этой целью готовили дрожжевую суспензию из дрожжей хлебопекарных прессованных с водой в массовых долях 1:2,5. В дрожжевую суспензию вносили измельченную до размера частиц муки (240–260 мкм) кору дуба в количестве до 2,0 % с шагом 0,4 % к массе дрожжевой суспензии. Дрожжевую суспензию выдерживали при температуре 30 °С в течение 300 мин. Каждые 60 мин в течение всего исследуемого периода оценивали количество мертвых дрожжевых клеток методом микроскопирования окрашенных препаратов [12]. В

качестве контрольного образца выступала дрожжевая суспензия без внесения коры дуба. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

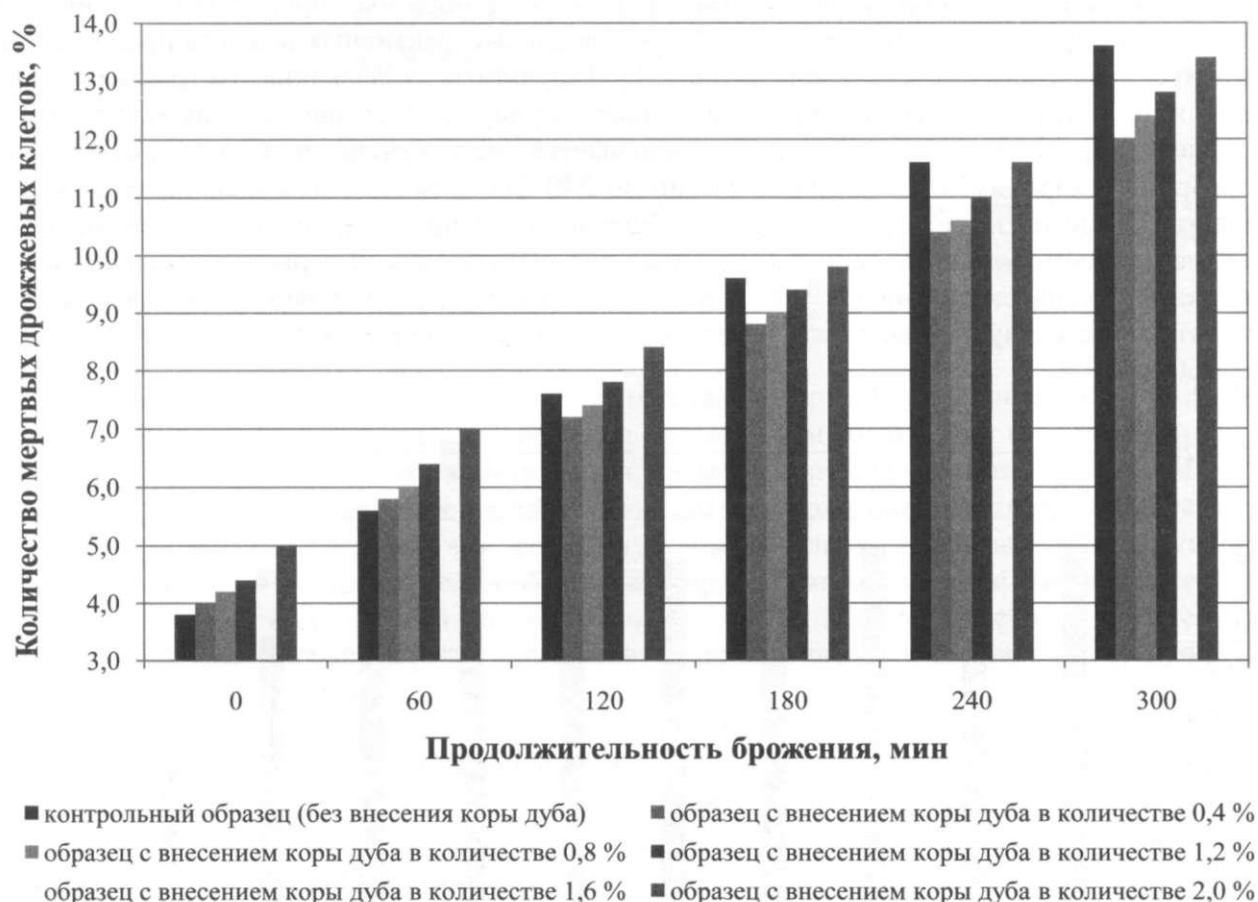


Рисунок 2 – Изменение количества мертвых дрожжевых клеток в дрожжевой суспензии в зависимости от количества внесенной коры дуба и продолжительности брожения

На рисунке 2 видно, что с увеличением продолжительности брожения количество мертвых дрожжевых клеток увеличивается во всех исследуемых образцах вне зависимости от внесения коры дуба. Например, в только что приготовленных образцах дрожжевой суспензии количество мертвых клеток составляет 3,8 % – 5,0 % от общего количества дрожжевых клеток, а через 300 мин количество мертвых дрожжевых клеток увеличилось в среднем в 2,7–3,6 раза. По-видимому, это связано с тем, что в дрожжевой суспензии отсутствуют элементы питательной среды (углеводы, азотистые соединения и др. вещества), что приводит к сокращению жизненного цикла дрожжей и их гибели. В контрольном образце увеличение количества мертвых дрожжевых клеток происходит более интенсивно, чем в образцах с внесением коры дуба, и продолжается в течение всего исследуемого промежутка времени. Однако следует отметить, что в течение первых 120 мин брожения количество мертвых дрожжевых клеток в опытных образцах выше, чем в контрольном образце, что связано с адаптацией дрожжей к новым несвойственным для них условиям жизнедеятельности. Такие изменения можно объяснить тем, что отдельные составные компоненты коры дуба (дубильные, минеральные вещества и др. соединения) способствуют увеличению проницаемости клеток дрожжей на различном их жизненном цикле, улучшению доступа некоторых химических элементов, содержащихся в коре дуба. Это несколько увеличивает активность дрожжевых клеток. Следует отметить, что нарастание мертвых дрожжевых клеток в опытных образцах зависит от количества внесенной коры дуба: увеличение ее концентрации увеличивает количество мертвых дрожжевых клеток на каждом этапе исследований.

Исследовали продолжительность всплытия шарика теста (подъемную силу), характеризующую количество углекислого газа, который образовался в результате жизнедеятельности активных клеток дрожжей. Полученные результаты исследований, представленные в виде линий тренда, графически описывающих зависимость подъемной силы от количества внесенной коры дуба и продолжительности брожения, представлены на рисунке 3.

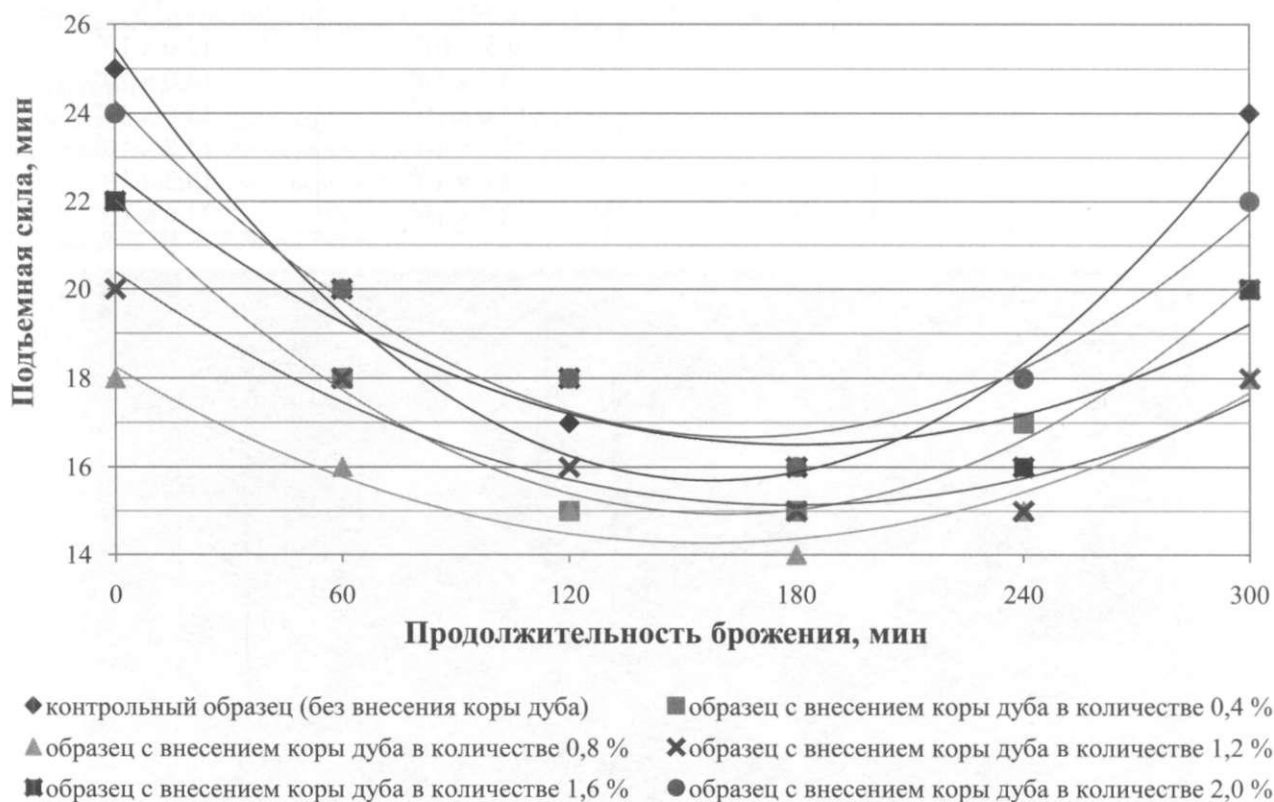


Рисунок 3 – Изменение подъемной силы дрожжевой суспензии в зависимости от количества внесенной коры дуба и продолжительности брожения

Из рисунка 3 видно, что подъемная сила контрольного образца дрожжевой суспензии практически на каждом этапе исследований была выше (хуже) или равна подъемной силе опытных образцов с внесением коры дуба. Изменение подъемной силы дрожжевой суспензии имеет одинаковую закономерность для всех исследуемых образцов. Так, с увеличением продолжительности брожения до 180 мин происходит снижение показателя подъемной силы до минимального значения (она составляет в среднем 14–16 мин). Дальнейшее увеличение продолжительности брожения приводит к постепенному увеличению (ухудшению) подъемной силы, так как снижается активность дрожжей и интенсивность процесса брожения с их участием. Активность дрожжевых клеток зависит и от концентрации коры дуба в дрожжевой суспензии. Оптимальным количеством коры дуба, которая вносится при приготовлении дрожжевой суспензии, следует считать 0,8 % к массе дрожжевой суспензии, так как подъемная сила опытного образца с внесением 0,8 % коры дуба имеет самые низкие (лучшие) значения этого показателя.

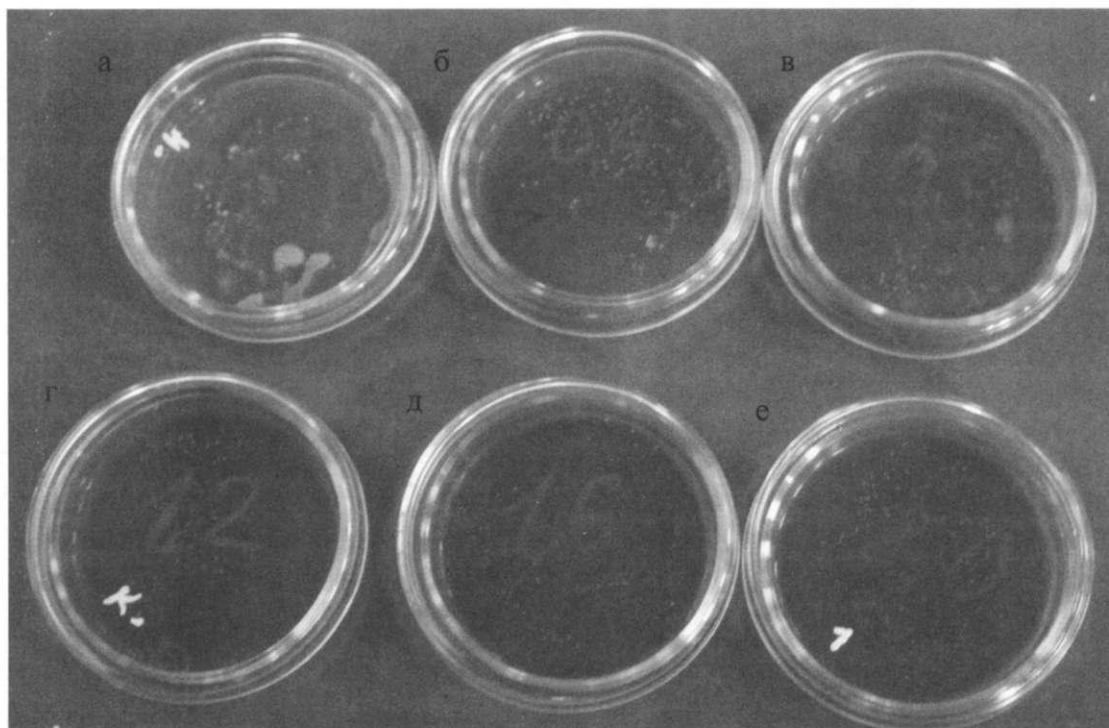
Полученные результаты подтверждают предположение о том, что компоненты коры дуба могут служить дополнительными питательными веществами для дрожжевых клеток.

Для подтверждения полученных результатов исследований интенсивности брожения провели посевы дрожжей на питательную среду в виде 12,0 %-го сусло-агара для контрольного образца и 12,0 %-го сусло-агара с дополнительным внесением для опытных образцов коры дуба до 2,0 % с шагом 0,4 % по методике, представленной в руководстве [12]. Образцы посевов выдерживали в течение 3 суток в термостате при температуре 30 °С. Через 72 ч провели

анализ результатов исследований, представленных в таблице 1 и на рисунке 4.

Таблица 1 – Изменение количества дрожжей в пересчете на 1 г дрожжевой суспензии в зависимости от внесения коры дуба и продолжительности термостатирования

Количество коры дуба, % к массе питательной смеси	Количество дрожжей в 1 г дрожжевой суспензии при продолжительности термостатирования, ч		
	24	48	72
0	–	$9,5 \times 10^6$	$12,0 \times 10^6$
0,4	–	$10,3 \times 10^6$	$14,0 \times 10^6$
0,8	–	$11,0 \times 10^6$	$15,0 \times 10^6$
1,2	–	$11,5 \times 10^6$	$17,8 \times 10^6$
1,6	–	$12,0 \times 10^6$	$19,3 \times 10^6$
2,0	–	$12,3 \times 10^6$	$21,0 \times 10^6$



а – контрольный образец (без внесения коры дуба);
 б – образец с внесением коры дуба в количестве 0,4 %;
 в – образец с внесением коры дуба в количестве 0,8 %;
 г – образец с внесением коры дуба в количестве 1,2 %;
 д – образец с внесением коры дуба в количестве 1,6 %;
 е – образец с внесением коры дуба в количестве 2,0 %

Рисунок 4 – Колонии дрожжей на питательной среде с внесением коры дуба после 72 ч термостатирования

Результаты исследований показали, что внесение коры дуба в различном количестве не только не замедляет рост и развитие дрожжей, но и приводит к стимулированию их жизнедеятельности. Об этом свидетельствует увеличение общего количества колоний дрожжей по сравнению с контрольным образцом.

Заключение

В ходе проведенных исследований было изучено влияние коры дуба на активность и жизнеспособность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Л-1, культивируемых в жидкой закваске. Было установлено, что оптимальным количеством коры дуба, вносимой при приготовлении дрожжевой суспензии, является 0,8 % от массы дрожжевой суспензии. Такая концентрация коры дуба максимально улучшает активность дрожжевых клеток. В то же время внесение

коры дуба при приготовлении дрожжевой суспензии до 2,0 % несколько снижает активность дрожжевых клеток в течение первых 120 мин, что обусловлено приспособлением этих микробиологических культур к новым условиям жизнедеятельности. Дальнейшее увеличение продолжительности культивирования дрожжевых клеток приводит к выравниванию, а затем и к росту их активности по сравнению с контрольным образцом без внесения коры дуба. Таким образом, внесение различного количества коры дуба может являться регулятором активности дрожжей, используемых в технологии жидкой закваски.

Литература

- 1 Использование компонентов древесины дуба при приготовлении красных выдержанных вин [Текст] / Л.А. Оганесянц [и др.] // *Виноград и вино России*. – 1998. – № 5. – С. 18–20.
- 2 Бодорев, М.М. Совершенствование технологии производства столовых вин на основе использования дубовой щепы [Текст]: дис. ...канд. тех. наук: 05.18.01; 05.18.12 / М.М. Бодорев. – Москва, 2002. – 258 л.
- 3 Новикова, И.В. Разработка технологии алкогольных напитков «ВИКОН» с применением древесного сырья [Текст]: дис. ...канд. тех. наук: 05.18.12 / И.В. Новикова. – Воронеж, 2004. – 182 л.
- 4 Miller, D.P. The content of phenolic acid and aldehyde flavor components of white oak as affected by site and species [Text] / D.P. Miller [et al.] // *Am. J. Enol. Vitic.* – 1992. – Vol. 43. – P. 333–338.
- 5 Оганесянц, Л.А. Танины древесины дуба – важный компонент винодельческой продукции [Текст] / Л.А. Оганесянц // *Виноград и вино России*. – 1994. – № 6. – С. 12–13.
- 6 Оганесянц, Л.А. Лактоны дуба важный ароматобразующий компонент винодельческой продукции [Текст] / Л.А. Оганесянц // *Виноград и вино России*. – 1995. – № 3. – С. 12–14.
- 7 Бушина, И.А. Изучение антиоксидантной активности экстракта дубового [Текст] / И.А. Бушина [и др.] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2003. – №11. – С. 60–62.
- 8 Бушина, И.А. Влияние дубового экстракта на спонтанный и индуцированный мутагенез *in vivo* [Текст] / И.А. Бушина [и др.] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2003. – №12. – С. 74–77.
- 9 Масанский, С.Л. Антиокислительная активность спиртовых экстрактов коры и листьев деревьев и кустарников [Текст] / С.Л. Масанский, А.М. Смагин // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 2005. – № 1. – С. 55–56.
- 10 Гуринова, Т.А. Исследование химического состава коры дуба как нетрадиционного сырья в технологии приготовления жидких заквасок [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // *Инновационные 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.
- 11 ГОСТ 24027.2-80 Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. – Введ. 01.01.1981. – М: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1980. – 12 с.
- 12 Методические указания по проведению испытаний качества полуфабрикатов хлебопекарного производства [Текст] / Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Белтехнохлеб», разработ. Л.В. Карнышова, Л.И. Севастей. – Минск, 2008. – 15 с.

Поступила в редакцию 11.12.2014