

УДК 664.6+639.64:664.95

Н.Н. Ковалев, В.В. Кращенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАМИНАРИИ ЯПОНСКОЙ РАЗНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Проведено определение влияния различных концентраций порошка ламинарии японской, обработанного ультразвуком разной мощности, на технологические свойства пшеничного хлеба. Обработка ультразвуком не влияла на подъемную силу дрожжей. Порошок ламинарии в количестве 3 % подавлял рост сахаромыцетов. Порошок ламинарии, обработанный ультразвуком, не оказывал влияния на кислотность теста и органолептические показатели готового изделия.

Ключевые слова: ламинария японская, ультразвук, подъемная сила дрожжей, физико-химические показатели хлеба.

N.N. Kovalev, V.V. Krastchenro

INFLUENCE OF JAPANESE KELP PROCESSING METHODS ON THE QUALITY OF WHEAT BREAD

The influence of different concentrations of laminaria powder treated with ultrasound of different power on the technological properties of wheat bread was determined. Ultrasound treatment did not affect the lift of the yeast. Laminaria powder in an amount of 3% suppressed the growth of saccharomycetes. Kelp powder treated with ultrasound did not affect the acidity of the test and the organoleptic characteristics of the finished product.

Key words: Japanese kelp, ultrasound, yeast lift, physical and chemical parameters of bread.

Введение

О заинтересованности на государственном уровне в обеспечении населения полезными для здоровья хлебобулочными изделиями говорит принятая «Концепция обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения путём развития функционального и специализированного хлебопечения в Российской Федерации до 2020 года» [1].

В РФ разработаны действующие отраслевые целевые программы «Развитие хлебопекарной промышленности Российской Федерации на 2014–2016 годы» и «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года», в которых признано актуальным расширение ассортимента хлеба и хлебобулочных изделий функционального, специализированного, лечебного диетического и лечебного профилактического назначения [2].

Учитывая роль хлеба в рационе питания населения России, необходимо решать проблемы повышения его пищевой/биологической ценности [3].

В связи с этим становится актуальным конструирование функциональных и специализированных пищевых систем, обогащенных нутриентами. Использование растительных сырьевых ресурсов дальневосточных морей позволит повысить биопотенциал хлебобулочных изделий за счет включения в рецептуру бурых водорослей.

Бурые водоросли – ценное и экономически выгодное сырье для пищевой промышленности. В прибрежных зонах России сосредоточены значительные запасы возобновляемых ламинариевых водорослей. Суммарные запасы составляют до 8,8 млн т, что позволяет добывать до 800 тыс. т водорослевого сырья.

В составе бурых водорослей в процессе роста и развития накапливаются уникальные органические и минеральные вещества, положительно влияющие на функции органов и тканей

организма человека, такие, как углеводы, свободные аминокислоты, липиды, биогенные микро- и макроэлементы, в том числе органический йод.

Высокая биологическая ценность, хорошие вкусовые свойства характеризуют водоросли как специфическое и ценное сырьё. Ламинариевые водоросли в зависимости от вида содержат (г/100 г) 12 белка, 0,5 липидов, 70 углеводов, соответственно, энергетическая ценность составляет 350 кДж [4]. Уникальный химический состав бурых морских водорослей определяет их использование в технологии продуктов питания с широким спектром лечебно-профилактических свойств.

Ламинария в виде порошка и различных композиций используется в технологии ржанопшеничного хлеба [5, 6, 7]. Также порошок ламинарии используют как посыпку на готовые хлебобулочные изделия, что позволяет повысить вкусовые качества продуктов, увеличить их профилактические свойства [8].

Ламинария в виде биогеля, внесенная в хлеб, способствует улучшению органолептических свойств продукта, а употребление такого хлеба оказывает положительное влияние на состояние желудочно-кишечного тракта человека [9].

В зависимости от технологии количество водорослей в готовом продукте варьирует от 1 до 5 % и частично обеспечивает потребность организма человека в органическом йоде и микроэлементах [10, 11].

Корейские ученые с целью обогащения хлеба рекомендуют вносить в пшеничную муку диетические волокна, извлеченные из морских водорослей группы ламинариевых – Комбу, в экспериментально установленном оптимальном количестве – 3 % [12].

Употребление хлеба с морскими водорослями является диетической поддержкой жизнедеятельности организма человека и способствует повышению его устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Целью исследования являлось обоснование способов обработки ламинарии японской как рецептурного компонента хлебобулочных изделий.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований служили полуфабрикаты и готовые подовые хлебобулочные изделия.

Для проведения исследований и выработки опытных партий подовых хлебобулочных изделий в работе использовали следующее сырье: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта; дрожжи хлебопекарные сушеные; сахар-песок; соль поваренная пищевая; ламинария японская в виде порошка, а также ламинария японская, обработанная ультразвуком (УЗ), вода питьевая. Соотношение компонентов рецептуры хлеба подового представлены в табл. 1.

Таблица 1

Рецептура подовых хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта с содержанием порошка из ламинарии

Table 1

Recipe for hearth bakery products made from premium wheat flour containing kelp powder

Наименование сырья	Расход сырья
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, г	100,0
Дрожжи хлебопекарные сушеные, г	1,0
Сахар-песок, г	0,5
Соль поваренная пищевая, г	1,5
Ламинария сушёная измельчённая или ламинария, обработанная ультразвуком, г	1–3
Вода питьевая, мл	54,3

Оценку влияния ламинарии разных способов обработки на органолептические и физико-химические показатели хлеба проводили стандартными методами: подъемная сила дрожжей по ГОСТ Р 54731-2011; кислотность теста по ГОСТ 5670-96; определение влажности по ГОСТ 21094-75; определение пористости по ГОСТ 5669-96; количество сырой клейковины по ГОСТ 27839-2013; органолептические показатели – по ГОСТ 5667-65; количество сахаромикетов в 1 г теста – согласно МУК 579.67(07).

Экспериментальные образцы порошка ламинарии разводили водой в соотношении 1 : 5; 1 : 10 и 1 : 15. Сформировавшиеся гели обрабатывали ультразвуком мощностью 25, 50, 75 и 100 Вт в течение 5 мин на аппарате УЗТА-0,15/22-О.

Средние значения исследуемых параметров и стандартное отклонение от них определяли с помощью пакета программ Excel.

Результаты и их обсуждение

Химический состав ламинарий представлен на 15,0–32,6 % альгиновой кислотой и на 5,7–6,2 % – целлюлозой (альгулеза) [13]. Известно, что сахаромикеты способны гидролизовать только крахмалистые полисахариды. В связи с этим перед внесением ламинарии в тестовую заготовку представляла интерес разработка способа деструкции целлюлозы сырья. Известно, что гомогенизированная в воде водоросль образует гелевые структуры. Анализ литературных данных показывает, что при обработке образцов целлюлозы ультразвуком средний размер ее частиц уменьшается в 2 раза [14].

Проведено исследование влияния гидромодуля и мощности обработки ультразвуком на стабильность геля ламинарии японской. Образцы геля обрабатывали ультразвуком в течение 5 мин при разных мощностях (Вт): 25, 50, 75, 100. После обработки ультразвуком образцы оставляли на сутки для формирования гелевой структуры. По истечении суток фиксировали расслоение в образцах (табл. 2).

Таблица 2

Количество отделившейся жидкости в образцах, % от объема геля

Table 2

Amount of separated liquid in samples, % of gel volume

Гидромодуль	Контроль	Мощность ультразвука, Вт			
		25	50	75	100
1 : 5	0	0	0	0	0
1 : 10	4	8	10	8	4
1 : 15	8	8	12	10	8

В результате эксперимента установлено, что в образцах при гидромодуле 1 : 5 расслоения не произошло, консистенция гидрогеля характеризовалась как плотная, без отделения воды.

Образцы с гидромодулем 1 : 10 характеризовались железной консистенцией с небольшим количеством выделившейся жидкости. Наибольшее количество жидкости, отделившейся в результате синерезиса, наблюдалось в образцах с гидромодулем 1 : 15, консистенция которых характеризовалась как жидкая. Следует отметить, что в обоих случаях наибольшее количество отделяемой воды отмечается при обработке УЗ мощностью 50 Вт. Очевидно, при данных условиях обработки происходит физическая дегградация растительных биополимеров и, как следствие, изменение их влагоудерживающей способности.

Проведенные исследования показывают, что при разведении порошка ламинарии в соотношении 1 : 10 и обработкой ультразвуком в течение 5 мин при мощности 100 Вт явление

синерезиса не выражено. Этот образец после сублимационной сушки был использован в дальнейших исследованиях.

Одними из важных показателей, характеризующих хлебопекарные свойства пшеничной муки, являются массовая доля и показатели качества сырой клейковины.

При изготовлении экспериментальных образцов в рецептуру хлеба вносили ламинарию в количестве от 1 до 3 % к массе муки. В табл. 3 приведены результаты проведенных исследований по оценке влияния ламинарии различных способов обработки на содержание клейковины в тестовой заготовке.

Таблица 3

Содержание сырой клейковины в зависимости от количества вносимой ламинарии в пшеничную муку

Table 3

The content of raw gluten depending on the amount of kelp introduced into wheat flour

Образец	Контроль	Содержание порошка ламинарии, %		
		1	2	3
Содержащий порошок ламинарии без обработки УЗ	32,9±0,2	31,6±0,3	28,4±0,3	26,9±0,2
Содержащий порошок ламинарии, обработанный УЗ		31,7±0,3	28,5±0,3	26,1±0,2

Из данных, представленных в табл. 3, видно, что при внесении порошка ламинарии происходит снижение массовой доли сырой клейковины на 13,7–18,2 %, а порошка ламинарии, обработанного ультразвуком – на 13,4–20,7 %. Полученные данные согласуются с ранее проведенным исследованием, в котором показано, что внесение порошка ламинарии сахаристой в количестве 15 % приводит к снижению содержания клейковины на 37,9 %, по сравнению с контролем [15].

Качество хлебобулочных изделий во многом определяется эффективностью процесса брожения, показателем которого является подъемная сила дрожжей. Подъемная сила дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента опускания шарика в воду до момента его всплывания.

Проведенное исследование показало (табл. 4), что введение порошка ламинарии и ламинарии, обработанной ультразвуком, в количестве 1 % практически не оказывало влияния на подъемную силу дрожжей. Внесение образцов порошка ламинарии без обработки ультразвуком в концентрации 2 и 3 % увеличивает время подъема дрожжей на 52–55 %.

Таблица 4

Подъемная сила дрожжей в зависимости от количества вносимого порошка ламинарии

Table 4

The lifting force of yeast depending on the amount of kelp powder introduced

Концентрация порошка ламинарии, %	Время всплытия шарика, мин	
	порошок без обработки УЗ	порошок, обработанный УЗ
0	2,01±0,1	
1	2,03±0,1	2,07±0,1
2	3,05±0,1	2,10±0,1
3	3,15±0,1	2,27±0,1

В то же время для образцов, содержащих порошок ламинарии, обработанный ультразвуком, в количестве 2 и 3 %, увеличение времени подъема составило 1,5–9,7 % по отношению к контрольному образцу. Из полученных данных следует, что наиболее рациональным представляется использование образца ламинарии, обработанной УЗ, в количестве 2 % от массы пшеничной муки.

Эффективность процесса брожения определяется количеством дрожжей в тестовой заготовке. Исследовали влияние количества вносимой ламинарии различных способов обработки на количество сахаромецетов в 1 г теста во время расстойки (табл. 5).

Таблица 5

Результаты прямого подсчета количества сахаромецетов в 1 г теста

Table 5

Results of direct calculation of the number of saccharomycetes in 1 g of the test

Содержание ламинарии, %	Время расстойки, мин	Количество сахаромецетов (10^6)	
		порошок без обработки УЗ	порошок, обработанный УЗ
0	30	16,7±0,5	17,9±0,5
1		16,4±0,5	17,8±0,5
2		12,1±0,3	17,7±0,5
3		12,8±0,3	17,5±0,4
0	60	13,7±0,1	17,1±0,3
1		13,1±0,2	16,9±0,3
2		11,5±0,1	16,6±0,3
3		11,3±0,1	16,1±0,2
0	90	13,4±0,1	17,0±0,4
1		11,3±0,1	16,5±0,3
2		10,6±0,1	16,1±0,3
3		10,2±0,1	15,6±0,2

Из данных, представленных в табл. 5, видно, что при внесении порошка ламинарии без обработки УЗ в рецептуру теста в количестве 2–3 % происходит уменьшение количества сахаромецетов в 1 г теста по мере увеличения времени расстойки, что свидетельствует о подавлении активности хлебопекарных дрожжей за счёт веществ, входящих в состав ламинарии. Полученные данные свидетельствуют, что повышение концентрации порошка ламинарии более 1 % снижает подъемную силу дрожжей.

При внесении порошка ламинарии, обработанного УЗ, в количестве 1 и 2 % количество сахаромецетов не отличалось от контрольного образца, а увеличение количества порошка ламинарии до 3 % позволило отметить уменьшение сахаромецетов на 5,8 и 8,2 % по отношению к контролю при времени расстойки 60 и 90 мин соответственно.

Из полученных данных следует, что наиболее оптимальной концентрацией вносимого порошка ламинарии, обработанного ультразвуком, является 2 % от массы пшеничной муки.

Кислотность теста является важной характеристикой продукции в хлебопечении. Проведено определение влияния количества ламинарии различных способов обработки на кислотность теста во время расстойки (табл. 6).

Таблица 6

**Влияние количества ламинарии различных способов обработки
на кислотность теста**

Table 6

**Influence of the amount of kelp from different processing methods
on the acidity of the test**

Содержание ламинарии, %	Время расстойки теста, мин	Кислотность, град	
		порошок без обработки УЗ	порошок, обработанный УЗ
0	0	6	4
1		6	6
2		6	6
3		6	6
0	60	6	4
1		4	4
2		4	4
3		4	4

Из данных табл. 6 видно, что кислотность теста снижается с увеличением времени расстойки. Из чего следует, что оптимальная концентрация порошка ламинарии, которая не влияет на понижение кислотности теста, составляет 1 %.

В то же время кислотность теста снижается с повышением концентрации порошка ламинарии, обработанного ультразвуком, с увеличением времени расстойки. Из чего следует, что оптимальная концентрация порошка ламинарии, которая не вызывает понижение кислотности теста, составляет 1 и 2 %.

В лабораторных условиях была проведена пробная выпечка хлеба с порошком ламинарии и порошком ламинарии, обработанным ультразвуком, в концентрациях 1, 2 и 3 % от массы муки. После выпечки экспериментальные образцы подового хлеба исследовали по показателям, которые нормируются по ГОСТ 27842. Физико-химические показатели исследуемых образцов хлебобулочных изделий, содержащих ламинарию различных способов обработки, табл. 7.

Таблица 7

Физико-химические показатели экспериментальных образцов подового хлеба

Table 7

Physical and chemical parameters of experimental samples of hearth bread

Содержание порошка ламинарии, %	Порошок ламинарии	Влажность мякиша, %	Кислотность мякиша, град	Пористость мякиша, %
0	Без обработки УЗ	39,6±0,7	1,5±0,4	70,7±1,9
1		37,9±0,7	1,0±0,4	70,3±1,9
2		38,6±0,7	1,5±0,4	70,2±1,9
3		37,0±0,7	1,0±0,4	69,7±1,9
1	Обработанный УЗ	38,4±0,7	1,0±0,4	70,5±1,9
2		38,6±0,7	1,5±0,4	70,4±1,9
3		38,0±0,7	1,0±0,4	70,2±1,9
Норма согласно ГОСТ 27842		Не более 43	Не более 3	Не менее 70

Из данных табл. 7 следует, что у образцов хлеба с увеличением количества порошка ламинарии незначительно уменьшается влажность (до 37,9 %), что соответствует требованиям нормативной документации. Кислотность у всех испытуемых образцов не более 3 град, что соответствует требованиям ГОСТ. Показатель пористости образцов с содержанием порошка ламинарии 1 и 2 %, по сравнению с контрольным образцом, практически не изменился и соответствует требованиям ГОСТ 27842 (не менее 70 %).

Для экспериментальных образцов хлеба, содержащих порошок ламинарии, обработанный ультразвуком, получены показатели, соответствующие нормативной документации.

Проведенная органолептическая оценка хлеба показала, что внесение в рецептуру хлеба ламинарии сушёной и ламинарии, обработанной ультразвуком, в концентрациях 1 и 2 %, по показателям внешний вид (форма поверхности), запах, вкус, пропеченность не отличались от контрольного образца. Отмечены отличия от контрольного образца по показателям пористость и цвет.

Образцы хлеба с содержанием порошка ламинарии 3 % имели выраженный водорослевой привкус, влажный, не достаточно пропеченный мякиш.

Таким образом, показана целесообразность и возможность применения порошков бурой водоросли ламинарии в качестве нового ингредиента в рецептуре хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Выявлено положительное влияние порошков ламинарии на биотехнологические свойства хлебопекарных дрожжей, а также на органолептические и физико-химические показатели хлеба.

Проведенным исследованием установлены оптимальные концентрации количества порошков ламинарии, при которых хлеб сохраняет свои потребительские свойства: порошок ламинарии сушёный измельченный – 1 %; порошок ламинарии, обработанный ультразвуком – 2 %.

Список литературы

1. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года от 25.10.2010 № 1873. Распоряжение Правительства РФ. 4 с.
2. Федорова Р.А. Применение функциональных добавок и нетрадиционных видов сырья в хлебопекарной промышленности: сборник рецептов и технологических инструкций по приготовлению хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания. М.: Пищепромиздат, 2004. 252 с.
3. Подкорытова А.В. Морские водоросли-макрофиты и травы. М., 2005. 180 с.
4. Сборник рецептов и технологических инструкций по приготовлению диетических и профилактических изделий. М.: Пищепромиздат, 1997. 143 с.
5. Шишкина, А.А. Йодированный хлеб / А.А. Шишкина, В.А. Лобачева, Л.С. Рожкова // Хлебопечение России. 1997. № 4. С. 21.
6. Пат. № 2142232 Российская Федерация, МПК А 21 D 8/00, 2/00. Способ производства хлеба «Белгородский с морской капустой» / Суханов Е.П., Шарова Г.П., Верещак В.Д., Письменный В.В., Троицкий Б.Н., Черкашин А.И.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Колос», общество с ограниченной ответственностью «Промавтоматика». Оpubл. 10.12.1999.
7. Пат. № 2251851 Российская Федерация, МПК А 21 D 8/02, 2/36, 13/04. Способ производства хлебобулочных изделий / Чельдиева Л.Ш., Василиади Г.К., Волох Е.Ю.; заявитель и патентообладатель Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет) (СКГМИ) (ГТУ). Оpubл. 20.05.2005, Бюл. № 14.

8. Пат. № 2405311 Российская Федерация, МПК А 21 D 8/02, 2/36. Состав для приготовления диетического ржано-пшеничного хлеба / Каленик Т.К., Самченко О.Н., Чижикова О.Г.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тихоокеанский государственный экономический университет» (ТГЭУ). Оpubл. 10.12.2010, Бюл. № 34.

9. Дейниченко Г.В. Вплив добавок морських водоростей на процес сушіння борошняних формованих виробів // Прогресивні рес. технол. та їх економ. обґрунтування. Зб. наук. праць. – Харків: ХДАТОХ, 2002. Ч. 1. С. 113–116.

10. Очкаляс Е. Н., Лебская Т. К. Оценка возможности использования БАД из ламинарии и фукуса в качестве ингредиентов для питания оздоровительного назначения // Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2014. Вип. 46(2). С. 137–140.

11. Kyung-Hee Han Soboru bread enriched with dietary fibers extracted from Kombu / Kyung-Hee Han // Korean Journal of Food Science and Technology. 2002. Vol. 18, № 6. P. 619–624.

12. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2006. 243 с.

13. Сарымсаков А.А., Балтаева М.М., Набиев Д.С., Рашидова С.Ш., Югай С.М. Диспергированная микрокристаллическая целлюлоза и гидрогели на ее основе // Химия растительного сырья. 2004. № 2. С. 11–16.

14. Сокол Н.В., Шепеленко Э.А. Производство мучных кондитерских изделий с морской водорослью в качестве БАД // Новые технологии. 2017. № 1. С. 53–58.

Сведения об авторах: Ковалев Николай Николаевич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru;

Кращенко Виктория Владимировна, кандидат технических наук, заведующая кафедрой, e-mail: victoriy_vl@mail.ru.