УДК 664.64

DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-4-6

Применение грибного порошка вёшенки обыкновенной для активации прессованных хлебопекарных дрожжей

А.В. Маслов^{1*}, З.Ш. Мингалева¹, О.А. Решетник¹

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация,

*e-mail: maslov-aleksandr95@mail.ru

Ключевые слова:

прессованные
дрожжи;
подъемная сила;
активность
дрожжей;
активация дрожжей;
грибной порошок;
вёшенка

Реферат

Статья посвящена исследованию активации прессованных хлебопекарных дрожжей грибным порошком, полученным высушиванием вёшенки обыкновенной (крупность помола – 100 мкм; влажность – 5,0–6,0 %). Работа выполнялась согласно принятым в хлебопечении методикам определения бродильной активности дрожжей. Оптимизацию параметров активации дрожжей проводили с использованием ротatable-плана второго порядка Бокса–Хантера для двух факторов. Установлено, что оптимальное соотношение дрожжей и порошка вёшенки в питательной среде для активации дрожжей составляет 1 : 2,45; время активации – 31 мин. Показано, что активация прессованных дрожжей в питательной среде, содержащей порошок вёшенки, способствует увеличению зимазной и мальтазной активностей дрожжей, которые в среднем возрастали на 52,1 и 62,7 % соответственно по сравнению с контролем. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования порошка вёшенки для предварительной активации прессованных дрожжей. Применение данной добавки на хлебопекарных предприятиях потенциально будет способствовать сокращению времени брожения тестовых полуфабрикатов за счет повышения бродильной активности дрожжей. Кроме того, возможно улучшение качественных характеристик готовой продукции благодаря обогащению биологически активными веществами, содержащимися в вёшенке обыкновенной. Дальнейшие исследования следует направить на определение влияния активации дрожжей с использованием порошка вёшенки на физико-химические и органолептические показатели качества готовых хлебобулочных изделий.

Для цитирования: Маслов А.В., Мингалева З.Ш., Решетник О.А. Применение грибного порошка вёшенки обыкновенной для активации прессованных хлебопекарных дрожжей // Индустрия питания/Food Industry. 2020. Т. 5, № 4. С. 38–44. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-6

Дата поступления статьи: 15 октября 2020 г.

Mushroom Powder Application of Oyster Mushroom for Activation of Pressed Baking Yeast

Alexander V. Maslov^{1*}, Zamira Sh. Mingaleeva¹, Olga A. Reshetnik¹

¹Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation, *e-mail: maslov-aleksandr95@mail.ru

Keywords:

pressed yeast;
lift force;
yeast activity;
yeast activation;

Abstract

The article concerns the study of pressed baking yeast activation with mushroom powder obtained by drying oyster mushrooms (grain size – 100 microns; humidity – 5.0–6.0 %). A man carried out the work according to the methods used in baking to determine the yeast fermentation activity. To optimize yeast activation parameters the researchers used a second order Box–Hunter rotatable plan for two factors. The optimal ratio of yeast and

*mushroom powder;
oyster mushroom*

oyster mushroom powder in the nutrient medium for yeast activation is 1:2.45; the activation time is 31 minutes. The compressed yeast activation in a nutrient medium containing oyster mushroom powder contributes to an increase in the zymase and maltase activity of yeast, which increase on average by 52.1 and 62.7 %, respectively, compared to the control. The results obtained indicate that the oyster mushroom powder use is promising for compressed yeast pre-activation. The use of this additive in bakeries will potentially reduce the fermentation time of test semi-finished products by increasing the fermentation activity of yeast. In addition, it is possible to improve the quality characteristics of finished products due to the enrichment of biologically active substances contained in oyster mushrooms. Further research should determine the effect of yeast activation using oyster mushroom powder on the physical, chemical and organoleptic quality indicators of finished bakery products.

For citation: Alexander V. Maslov, Zamira Sh. Mingaleeva, Olga A. Reshetnik. Mushroom Powder Application of Oyster Mushroom for Activation of Pressed Baking Yeast. Индустрия питания/Food Industry. 2020. Т. 5, No. 4. Pp. 38–44. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-6

Paper submitted: October 15, 2020

Актуальность

Одно из направлений развития пищевой промышленности – обогащение продуктов питания нутриентами с целью улучшения здоровья населения страны.

Хлеб и хлебобулочные изделия относятся к продуктам массового потребления, поэтому повышение их пищевой ценности может оказать наиболее заметное влияние на содержание незаменимых нутриентов в рационе потребителей [1].

Перспективными являются исследования влияния обогащающих добавок на свойства сырья, применяемого при производстве хлебопекарной продукции, в частности прессованных хлебопекарных дрожжей. С целью повышения бродильной активности дрожжей, обогащения рациона незаменимыми нутриентами и улучшения потребительских свойств хлебобулочных изделий исследователями активно разрабатываются различные способы предварительной активации хлебопекарных прессованных дрожжей с использованием нетрадиционного для хлебопечения сырья: порошка из вторичных ресурсов, образующихся в процессе протирки груш¹, жмыха ядра кедрового ореха [2], арбузного жмыха [3], выжимок томатов², порошков из свеклы столовой, капусты белокочанной и то-

мата [4], обезжиренной белковой амарантовой муки³, водного экстракта пихты сибирской (*Abies sibirica*) в комбинации с порошком из ягод калины обыкновенной, полбяной, овсяной и пшеничной обойной муки⁴, пророщенной спельты [5]⁵, а также пищевых добавок: «Порошок яблочный», «Порошок тыквенный» [6], «Порошок грушевый» [7] и др.

Литературный обзор и патентный поиск показали, что в перечне различных существующих компонентов питательной среды, используемых для предварительной активации прессованных дрожжей, отсутствуют продукты переработки грибов, в частности вёшенки обыкновенной, которая содержит белки, сложные углеводы, минеральные вещества, витамины и другие биологически активные вещества, обладающие лечебно-профилактическими свойствами [8; 9; 10].

Цель исследования – определение влияния предварительной активации прессованных хле-

¹ Патент РФ 2682042 С1. МПК: А21Д 2/36. Способ активации хлебопекарных прессованных дрожжей / Е.П. Викторова, О.В. Федосеева, Т.А. Шахрай, Е.В. Великанова, А.Н. Матвиенко; заявитель и патентообладатель: ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (ФГБНУ «СКФНЦСВВ»). Заявка № 2018115907; заявлено: 26.04.2018; опубликовано: 14.03.2019; Бюл. № 8.

² Патент РФ 2712500 С1. МПК: А21Д 2/36. Способ активации хлебопекарных прессованных дрожжей / Е.П. Викторова, Т.А. Шахрай, Н.Н. Корнен, О.В. Федосеева, Е.В. Великанова; заявитель и патентообладатель: ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (ФГБНУ «СКФНЦСВВ»). Заявка № 2019110474; заявлено: 08.04.2019; опубликовано: 29.01.2020; Бюл. № 4.

³ Патент РФ 2698901 С2. МПК: А21Д 2/36. Способ активации прессованных дрожжей / Н.А. Шмально, Ю.Ф. Росляков, С.О. Смирнов; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ»). Заявка № 2018100785; заявлено: 10.01.2018; опубликовано: 30.08.2019; Бюл. № 25.

⁴ Патент РФ 2656397 С1. МПК: А21Д 2/36. Способ предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей / Р.Р. Левашов, З.Ш. Мингалеева, О.А. Решетник; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»). Заявка № 2017116928; заявлено: 15.05.2017; опубликовано: 05.06.2018; Бюл. № 16.

⁵ Патент РФ 2711369 С1. МПК: А21Д 2/36. Способ предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей / З.Ш. Мингалеева, А.В. Маслов, О.В. Старовойтова, А.В. Данилова, О.А. Решетник; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»). Заявка № 2019108162; заявлено: 21.03.2019; опубликовано: 16.01.2020; Бюл. № 2.

бопекарных дрожжей с использованием в качестве компонента питательной среды грибного порошка вёшенки обыкновенной на их бродильную активность.

Поставленная цель достигалась путем решения следующих задач:

- определить оптимальные параметры предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей – время активации и концентрацию добавки в составе питательной среды;
- определить влияние предварительной активации на ферментативную активность прессованных хлебопекарных дрожжей.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – дрожжи хлебопекарные прессованные.

Предварительную активацию дрожжей проводили в питательной среде, состоящей из воды и порошка, полученного высушиванием плодовых тел грибов вёшенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) в вибрационной сушилке-мельнице¹, в которой одновременно происходит измельчение и высушивание вёшенки посредством воздействия на сырье мелющих тел при вибрации с вакуумированием до остаточного давления не более 131,6 Па при 70–80 °С². Влажность питательной среды составляла 70,0 %. Дрожжи выдерживали в питательной среде в течение времени, определенного с учетом плана эксперимента; затем определяли их бродильную

активность. Готовый порошок вёшенки представляет собой мелкодисперсный порошок серо-зеленого цвета крупностью помола 100 мкм при влажности 5,0–6,0 %. Порошок имеет аромат, характерный для грибов.

При проведении исследований использовались: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), соль пищевая (ГОСТ Р 51574-2018); вода питьевая (СанПиН 2.1.4.1074-01).

Применялось следующее оборудование: вибрационная сушилка-мельница; термостат лабораторный; микрогазомер системы Елецкого.

Подъемную силу прессованных дрожжей измеряли по ГОСТ Р 54731-2011. Зимазную и мальтазную активность прессованных дрожжей оценивали по времени выделения 10 мл диоксида углерода при сбраживании 0,5 г дрожжей растворов глюкозы и мальтозы соответственно, концентрацией 5,0 % при температуре 35 °С [11].

Установление оптимальных параметров предварительной активации прессованных дрожжей, таких как концентрация добавки и время активации, проводилось с использованием ротатбельного плана второго порядка Бокса–Хантера для двух факторов [12].

Математическую обработку данных проводили с помощью корреляционно-регрессионного анализа с использованием программ MS Office Excel 2016 и Statistica 12.0. Независимыми факторами были выбраны концентрация порошка вёшенки (фактор x_1 , г / 2 г дрожжей) и время активации (фактор x_2 , мин). За критерий эффективности проведения предварительной активации прессованных дрожжей принимали прирост подъемной силы по отношению к контролю (отклик y , %).

Натуральные и кодированные значения факторов приведены в табл. 1.

Матрица планирования эксперимента представлена в табл. 2.

Таблица 1. Значения факторов в натуральном и кодированном виде

Table 1. Factors Values in Natural and Coded Form

Фактор	Значение				
	–1,414	–1	0	+1	+1,414
X_1 – количество порошка вёшенки, г / 2 г дрожжей	0,2	1	3	5	5,8
X_2 – время активации, мин	16	20	30	40	44

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента

Table 2. Matrix of Experiment Planning

Номер опыта	Ядро плана				Звездные точки				Центр плана				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x_1	–1	+1	–1	+1	+1,414	–1,414	0	0	0	0	0	0	0
x_2	–1	–1	+1	+1	0	0	+1,414	–1,414	0	0	0	0	0

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальные данные были обработаны с использованием методов статистики. Результаты представлены в табл. 3.

Получена адекватная математическая модель второго порядка, которая с учетом значимых коэффициентов может быть представлена следующим уравнением регрессии:

$$y = 12,668 + 2,314x_1 + 0,249x_2 - 1,245x_1^2 - 1,772x_2^2.$$

Статистическая надежность данного уравнения оценивали с помощью показателей, представленных в табл. 4.

Поскольку фактическое значение критерия Фишера больше табличного, то регрессионное уравнение и его параметры признаются статистически значимыми.

Определение оптимальных параметров предварительной активации прессованных дрожжей проводили путем геометрической интерпретации полученной функции и изучения поверхности отклика. Поверхность отклика, характеризующая зависимость прироста подъемной силы от концентрации порошка вёшенки (x_1) и времени активации (x_2), представлена на рисунке.

Как видно из рисунка, быстрый прирост подъемной силы соответствует времени активации 20–40 мин и интервалу концентрации порошка вёшенки 2–5 г / 2 г дрожжей; при этом максимальный прирост подъемной силы находится в интервале времени активации 25–35 мин и при концентрации порошка вёшенки 3,5–6,5 г / 2 г дрожжей.

Решив полученное уравнение регрессии, мы определили максимум параметра оптимизации (y , %) в точке с координатами: $x_1 = 0,93$; $x_2 = 0,07$, что в натуральных значениях соответствует концентрации порошка вёшенки – 4,9 г / 2 г дрожжей и времени активации – 31 мин.

Поверхность отклика, характеризующая зависимость прироста подъемной силы от концентрации порошка вёшенки и времени активации

Response Surface Characterized the Lift Gain Dependence on the Oyster Mushroom Powder Concentration and Activation Time

Таблица 3. Результаты эксперимента

Table 3. Experiment Results

Номер опыта	Ядро плана				Звездные точки				Центр плана				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
y , %	6,944	12,090	7,340	11,933	13,371	7,236	9,889	8,652	12,667	12,667	12,667	12,667	12,667

Таблица 4. Результаты множественной регрессии

Table 4. Multiple Regression Results

Критерий Фишера		Коэффициент корреляции, R	Коэффициент детерминации, R^2	Статистическая значимость
Фактическое значение	Табличное значение			
71,96	3,57	0,99	0,99	$p < 0,03$

Таким образом, определены оптимальные параметры предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей:

- соотношение дрожжей и порошка вёшенки – 1 : 2,45;
- время активации – 31 мин.

Было исследовано влияние предварительной активации на активность прессованных хлебопекарных дрожжей – ферментов зимазной комплекса и мальтазы (табл. 5).

Таблица 5. Влияние активации прессованных дрожжей в питательной среде, содержащей порошок вёшенки, на зимазную и мальтазную активность

Table 5. Activation Effect of Compressed Yeast in a Nutrient Medium Containing Oyster Mushroom Powder on Zymase and Maltase Activity

Показатель	Концентрация порошка вёшенки, г / 2 г дрожжей		
	1	3	5
Зимазная активность			
Контроль	41,30 ± 0,12		
Опыт	22,68 ± 0,13	19,38 ± 0,08	17,29 ± 0,19
Прирост по сравнению с контролем, %	45,1	53,1	58,1
Мальтазная активность			
Контроль	134,35 ± 1,91		
Опыт	61,17 ± 2,82	46,54 ± 1,61	42,62 ± 1,27
Прирост по сравнению с контролем, %	54,5	65,4	68,3

Из табл. 5 следует, что при увеличении концентрации порошка вёшенки наблюдается повышение ферментативной активности прессованных дрожжей. Установлены линейные зависимости прироста зимазной (y_1) и мальтазной (y_2) активности по сравнению с контролем от концентрации порошка вёшенки (x_1), которые описываются следующими уравнениями регрессии:

$$y_1 = 42,35 + 3,25x_1;$$

$$y_2 = 53,47 + 3,20x_1.$$

Заключение

На основании результатов проведенных исследований показано положительное влияние порошка вёшенки при проведении предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей на их бродильную активность – подъемную силу, зимазную и мальтазную активность. Использование ротатбельного плана второго порядка Бокса–Хантера для двух факторов позволило определить оптимальные параметры предварительной активации прессованных хлебопекарных дрожжей:

- концентрация порошка вёшенки – 4,9 г / 2 г дрожжей;
- продолжительность активации – 31 мин.

Установлено, что порошок вёшенки способствует повышению ферментативной активности дрожжей. Найдены линейные зависимости прироста зимазной и мальтазной активности по сравнению с контролем от концентрации порошка вёшенки.

Библиографический список

1. Донченко Л.В., Сокол Н.В., Влащик Л.Г. Обогащение хлеба биологически активными веществами профилактического назначения // Пищевая индустрия. 2018. Т. 36, № 2. С. 34–37.
2. Конева С.И., Кымысова Е.В. Влияние состава многокомпонентных смесей на процессы созревания теста // От биопродуктов к биоэкономике: материалы II Межрег. науч.-практ. конф., с междунар. участием (Барнаул, 12–13 апреля 2018 г.). Барнаул: АлтГТУ, 2018. С. 108–112.
3. Вершинина О.Л., Росляков Ю.Ф., Гончар В.В. Использование продуктов переработки семян арбуза при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения // Достижения и проблемы современных тенденций переработки сельскохозяйственного сырья: технологии, оборудование, экономика: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Краснодар, 4 марта 2016 г.). Краснодар: ООО «Экоинвест», 2016. С. 32–35.
4. Русина И.М., Колесник И.М. Влияние овощных порошков на динамику брожения и показатели качества пшеничного хлеба пробных выпечек // Вестник Гродненского государственного университета им. Янки Купалы. Сер. 6: Техника. 2019. Т. 9, № 2. С. 62–72.

Bibliography

1. Donchenko, L.V.; Sokol, N.V.; Vlashchik, L.G. Obogashchenie Hleba Biologicheskimi Aktivnymi Veshchestvami Profilakticheskogo Naznacheniya [Bread Enrichment with Biologically Active Substances for Preventive Purpose]. Pishchevaya Industriya. 2018. Vol. 36, No. 2. Pp. 34–37.
2. Koneva, S.I.; Kymysova, E.V. Vliyanie Sostava Mnogokomponentnykh Smesey na Processy Sozrevaniya Testa [Composition Influence of Multicomponent Mixtures on the Dough Maturation Processes]. Ot Bioproduktov k Bioekonomike: Materialy II Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf., s Mezhdunar. Uchastiem (Barnaul, 12–13 Aprelya 2018 g.). Barnaul: AltGTU, 2018. Pp. 108–112.
3. Vershinina, O.L.; Roslyakov, Yu.F.; Gonchar, V.V. Ispol'zovanie Produktov Pererabotki Semyan Arbuza pri Proizvodstve Hlebobulochnykh Izdelij Funktsional'nogo Naznacheniya [Use of Watermelon Seed Processing Products in the Functional Bakery Products Production]. Dostizheniya i Problemy Sovremennykh Tendentsij Pererabotki Sel'skhozaystvennogo Syr'ya: Tekhnologii, Oborudovanie, Ekonomika: Materialy Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf. (Krasnodar, 4 Marta 2016 g.). Krasnodar: OOO «Ekoinvest», 2016. Pp. 32–35.

5. Мингалеева З. Ш., Маслов А.В., Старовойтова О.В., Борисова С.В., Решетник О.А. Влияние пророщенной спелты на качество хлеба белого в процессе хранения // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2020. Т. 60, № 1. С. 102–107.
6. Корнен Н.Н., Калманович С.А., Шахрай Т.А., Диколова Е.Е. Исследование влияния растительных пищевых добавок на эффективность активации прессованных хлебопекарных дрожжей // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2017. Т. 44, № 3. С. 3–7.
7. Федосеева О.В., Викторова Е.П., Шахрай Т.А., Великанова Е.В., Матвиенко А.Н., Казимирова М.А. Исследование эффективности применения пищевой добавки «Порошок грушевый» для активации хлебопекарных прессованных дрожжей // *Новые технологии*. 2018. № 1. С. 94–99.
8. Bakir, T.; Karadeniz, M.; Unal, S. Investigation of Antioxidant Activities of *Pleurotus Ostreatus* Stored at Different Temperatures. *Food Science & Nutrition*. 2018. Vol. 6, Iss. 4. Pp. 1040–1044. DOI: 10.1002/fsn3.644.
9. Golak-Siwulska, I.; Kałużewicz, A.; Spiżewski, T.; Siwulski, M.; Sobieralski, K. Bioactive Compounds and Medicinal Properties of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Horticulturae*. 2018. Vol. 30, Iss. 2. Pp. 191–201. DOI: 10.2478/fhort-2018-0012.
10. Gupta, K.K.; Agarwal, S.; Kushwaha, A.; Maurya, S.; Chaturvedi, V.K.; Pathak, R.K.; Verma, V.; Singh, M.P. Oyster Mushroom: A Rich Source of Antioxidants. *Incredible World of Biotechnology*. 2017. Vol. 1. Chapter 4. Pp. 43–57.
11. Новаковская С.С., Шишакский Ю.И. Справочник по производству хлебопекарных дрожжей. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 378 с.
12. Спирин Н.А., Лавров В.В., Бондин А.Р., Лобанов В.И. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: учеб. пособие / под общ. ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2003. 260 с.
4. Rusina, I.M.; Kolesnik, I.M. Vliyanie Ovoshchnykh Poroshkov na Dinamiku Brozheniya i Pokazateli Kachestva Pshenichnogo Hleba Probnykh Vypechek [Vegetable Powders Influence on the Fermentation Dynamics and Quality Indicators of Wheat Bread of Trial Pastries]. *Vestnik Grodnenskogo Gosudarstvennogo Universiteta Im. Yanki Kupaly. Ser. 6: Tekhnika*. 2019. Vol. 9, No. 2. Pp. 62–72.
5. Mingaleeva, Z. Sh.; Maslov, A.V.; Starovoitova, O.V.; Borisova, S.V.; Reshetnik, O.A. Vliyanie Proroshchennoi Spel'ty na Kachestvo Hleba Belogo v Processe Hraneniya [Sprouted Spelts Influence on the White Bread Quality in the Storage Process] *Tekhnologiya i Tovarovedenie Innovatsionnykh Pishchevykh Produktov*. 2020. Vol. 60, No. 1. Pp. 102–107.
6. Kornen, N.N.; Kalmanovich, S.A.; Shahrai, T.A.; Dikolova, E.E. Issledovanie Vliyaniya Rastitel'nykh Pishchevykh Dobavok na Effektivnost' Aktivatsii Pressovannykh Hlebopekarnykh Drozhzhei [Research of the Plant Food Additives Effect on the Activation Efficiency of Pressed Baking Yeast]. *Tekhnologiya i Tovarovedenie Innovatsionnykh Pishchevykh Produktov*. 2017. Vol. 44, No. 3. Pp. 3–7.
7. Fedoseeva, O.V.; Viktorova, E.P.; Shahrai, T.A.; Velikanova, E.V.; Matvienko, A.N.; Kazimirova, M.A. Issledovanie Effektivnosti Primeneniya Pishchevoi Dobavki «Poroshok Grushevyyi» dlya Aktivatsii Hlebopekarnykh Pressovannykh Drozhzhei [Research on the Effectiveness of Food Processing Additives “Pear Powder” for Activation of Pressed baking Yeast]. *Novye Tekhnologii*. 2018. No. 1. Pp. 94–99.
8. Bakir, T.; Karadeniz, M.; Unal, S. Investigation of Antioxidant Activities of *Pleurotus Ostreatus* Stored at Different Temperatures. *Food Science & Nutrition*. 2018. Vol. 6, Iss. 4. Pp. 1040–1044. DOI: 10.1002/fsn3.644.
9. Golak-Siwulska, I.; Kałużewicz, A.; Spiżewski, T.; Siwulski, M.; Sobieralski, K. Bioactive Compounds and Medicinal Properties of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Horticulturae*. 2018. Vol. 30, Iss. 2. Pp. 191–201. DOI: 10.2478/fhort-2018-0012.
10. Gupta, K.K.; Agarwal, S.; Kushwaha, A.; Maurya, S.; Chaturvedi, V.K.; Pathak, R.K.; Verma, V.; Singh, M.P. Oyster Mushroom: A Rich Source of Antioxidants. *Incredible World of Biotechnology*. 2017. Vol. 1. Chapter 4. Pp. 43–57.
11. Novakovskaya, S.S.; Shishackii, Yu.I. Spravochnik po Proizvodstvu Hlebopekarnykh Drozhzhei [Handbook for the Production of Baking Yeast]. M.: Pishch. Prom-st', 1980. 378 p.
12. Spirin, N.A.; Lavrov, V.V.; Bondin, A.R.; Lobanov, V.I. Metody Planirovaniya i Obrabotki Rezul'tatov Inzhenernogo Eksperimenta [Methods of Planning and Processing the Results of an Engineering Experiment]: Ucheb. Posobie. Pod Obshch. Red. N.A. Spirina. Ekaterinburg: GOU VPO «UGTU-UPI», 2003. 260 p.

Информация об авторах / Information about Authors

**Маслов
Александр Васильевич**

Maslov,
Alexander Vasilievich

Тел./Phone: +7 (843)231-95-83
E-mail: maslov-aleksandr95@mail.ru

Аспирант кафедры технологии пищевых производств
Казанский национальный исследовательский технологический университет
420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68

Post-Graduate Student of the Food Production Technology Department
Kazan National Research Technological University
420015, Russian Federation, Kazan, Karl Marx St., 68

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5841-0705>

**Мингалеева
Замира Шамиловна**

Mingaleeva,
Zamira Shamilovna

Тел./Phone: +7 (843)231-95-83

E-mail: mingaleeva06@mail.ru

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии пищевых производств

*Казанский национальный исследовательский технологический университет
420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68*

Doctor of Technical Science, Associate Professor, Professor of the Food Production Technology Department

*Kazan National Research Technological University
420015, Russian Federation, Kazan, Karl Marx St., 68*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3076-9104>

**Решетник
Ольга Алексеевна**

Reshetnik,
Olga Alekseevna

Тел./Phone: +7 (843)231-95-83

E-mail: roa.olga@mail.ru

Доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии пищевых производств

*Казанский национальный исследовательский технологический университет
420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68*

*Doctor of Chemical Science, Professor, Head of the Food Production Technology Department
Kazan National Research Technological University*

420015, Russian Federation, Kazan, Karl Marx St., 68

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5322-0769>