

УДК 571.27

## ПИВНЫЕ ДРОЖЖИ КАК ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА

*А.В. Тарасов, А.В. Козлов, Е.И. Разуваева*

*Пищевые добавки являются важным сырьем для пищевой промышленности и могут употребляться непосредственно, как биологически активные добавки (БАДы). Пивные дрожжи и продукты их переработки являются ценным материалом для производства пищевых добавок, поскольку содержат большое количество полноценного белка, микроэлементов, витаминов группы В и иных биологически активных веществ. Для полного усвоения нутриентов пивных дрожжей, клеточная стенка этих микроорганизмов должна быть разрушена. При этом сами компоненты клеточной стенки представляют значительный интерес, поскольку оказывают положительное воздействие на иммунную систему человека, способны связывать и выводить различные токсины и катионы тяжелых металлов. Экстракт пивных дрожжей является главным ингредиентом в некоторых продукты питания. БАДы на основе пивных дрожжей могут дополнительно обогащаться витаминами и аминокислотами, содержание которых в исходном сырье недостаточно. Другие способы утилизации пивных дрожжей включают в основном их применение в качестве корма для скота и домашних животных. Также пивные дрожжи пригодны для использования в качестве субстрата для биохимических производств, биологического сорбента и источника биогаза.*

**Ключевые слова:** *пивные дрожжи; биологически активные добавки; аминокислоты; витамины; сырье; питание*

## BREWERS YEAST AS A FOOD ADDITIVE

*A.V. Tarasov, A.V. Kozlov, E.I. Razuvaeva*

*Food additives are the important raw material for the food industry. They also can be marketed directly as biologically active nutritional or*

*dietary supplements. Brewer's yeast and the products derived from them are the valuable materials for the food additive production because they contain a large amount of wholesome protein, microelements, B group vitamins and other biologically active substances. For the digestion of brewer's yeast nutrients, the cell wall of these microorganisms has to be destroyed. The components of the cell wall themselves are of considerable interest because they exhibit a positive effect on the human immune system, can bind and remove various toxins and heavy metal cations. Some foods have brewer's yeast extract as their main ingredient. Dietary supplements based on brewer's yeast can be further enriched with vitamins and amino acids, if their natural content is insufficient. Other methods of brewer's yeast employ mostly include livestock and pet food. Brewer's yeast has also been shown to be suitable for use as a substrate in biochemical production, as a biological sorbent and as a source of biogas.*

**Keywords:** *Brewer's yeast; dietary supplements; amino acids; vitamins; raw materials; nutrition*

## **Введение**

В настоящее время в мире наблюдается значительный рост употребления разнообразных пищевых добавок. Это связано с различными факторами – от агрессивного маркетинга некоторых компаний производителей и дистрибьюторов до реальной потребности в компенсации недостатка определенных питательных веществ в рационе питания. При этом пищевые добавки могут поступать к потребителям двумя путями. С одной стороны, они могут выступать в роли компонентов обычной пищи; в качестве примера можно привести витаминизированные пищевые продукты или йодированную соль. С другой стороны, они могут служить основой самостоятельных товаров – БАДов. БАДы, хотя и не являются лекарствами, оказывают воздействие на организм и могут быть представлены в виде таблеток или капсул, что в определенной мере сближает их с фармакологическими препаратами. Формы выпуска пищевых добавок также включают гранулы, напитки и др. [3]

Отдельного рассмотрения с точки зрения потребительских качеств заслуживают пищевые добавки природного происхождения,

поскольку у определенной группы потребителей сформировано негативное отношение к компонентам пищи, которые они воспринимают как продукт химической промышленности. Неудивительно, что наряду с научными и технологическими достижениями в области питания человека, пищевая промышленность все чаще обращается к натуральным пищевым добавкам, которые дополняют продукты питания различными нутриентами, улучшают вкус, стабилизируют текстуру и увеличивают срок годности пищевых продуктов [11]. Использование отходов пищевых производств в качестве потенциальных источников биологически активных веществ интересно тем, что решает одновременно две задачи: утилизации данных отходов и получения востребованной продукции. С этой точки зрения пивные дрожжи привлекают внимание исследователей из различных стран.

В настоящее время отсутствует массовая переработка отработанных пивных дрожжей с получением продукции, предназначенной для употребления людьми. Основная масса либо применяется как добавка в корм в животноводческих хозяйствах, либо утилизируется путем складирования на полигонах. Это может быть связано с определенными трудностями, присущими работе с данным сырьем. Отработанные пивные дрожжи крайне нестойки при хранении, а их использование без обработки, в нативном виде (с неразрушенными клетками) затрудняет полноценное усвоение [2].

При этом в пивных дрожжах в большом количестве содержатся ценные питательные вещества, необходимые соединения для нормального функционирования и жизнедеятельности организма. [13] Эти важные компоненты достаточно сложно выделить из дрожжевых клеток в связи с особенностями строения клеточной стенки. Разрушение клеточной стенки является необходимым начальным этапом переработки данного исходного материала. В мире достаточно давно практикуется выработка автолизатов, гидролизатов, и экстрактов на основе пивных дрожжей, которые могут быть использованы в качестве витаминных, аминокислотных и вкусовых добавок к продуктам различного назначения [1].

### Основная часть

Дрожжи являются одноклеточными грибами, у которых отсутствует мицеллярное строение. Дрожжи, по своим биохимическим свойствам, близки прочим эукариотическим клеткам. В биохимии дрожжи нередко используются в качестве модельных организмов при исследованиях более сложных эукариотов, в частности из-за отработанных методов их культивирования и расшифрованной полной геномной структуры.

В пивоварении используются дрожжи рода *Saccharomyces*: преимущественно *S. cerevisiae* (дрожжи верхового брожения) и *S. carlsbergensis* (дрожжи низового брожения, иное название – *S. pastorianus*). Существует много разновидностей чистых культур пивных дрожжей, которые различаются по отдельным показателям (в частности – потреблению кислорода) и которые называют расами или штаммами. В процессе приготовления пива, дрожжи вносятся в охмеленное сусло после отделения хмеля и охлаждения до оптимальной температуры. После внесения дрожжей в течение нескольких (от трёх до пятнадцати) суток происходит брожение сусла. Сами дрожжи при этом всплывают на поверхность или наоборот, опускаются на дно сосуда, образуя осадочные пивные дрожжи. Этот материал может быть частично использован повторно, но число циклов повторного использования ограничено [8]. Масса дрожжей в процессе брожения увеличивается в несколько раз (от двух до шести в зависимости от условий). Осадочные пивные дрожжи представляют собой пастообразную массу, с содержанием влаги 85-90%. Пивные дрожжи не следует путать с так называемыми кормовыми дрожжами, которые не являются побочным продуктом пивоварения, а выращиваются на отходах сахарного производства [6].

Пивные дрожжи содержат большое количество различных питательных веществ. При этом содержание тех или иных компонентов может варьироваться в довольно широком диапазоне. Суммарное содержание основных компонентов пивных дрожжей в процентах от сухой биомассы (белки 40-60%, углеводы 25-35%, жиры 4-7%, зола 6-9%) [2].

Кроме компонентов, указанных в таблице 1, в пивных дрожжах присутствует большое количество нуклеиновых кислот, преимущественно РНК. Пивные дрожжи содержат все 20 белковых аминокислот, причем значительная их часть приходится на кислые аминокислоты (глутаминовая и аспарагиновая кислоты), а также на незаменимые аминокислоты (лейцин и лизин). Доля серосодержащих аминокислот цистеина и метионина наоборот, относительно невелика. В таблице 1 собраны данные по аминокислотному составу пивных дрожжей в процентах от общего содержания белка по сухому весу [8]. С точки зрения питательной ценности, белок пивных дрожжей близок к полноценному, а содержание незаменимых аминокислот в нем даже превышает их долю в стандартном белке [7]. Этот факт особенно важен для потребителей, придерживающихся вегетарианской или веганской диеты.

Таблица 1.

**Аминокислотный состав белка пивных дрожжей**

| №  | Аминокислота         | Содержание в % | №  | Аминокислота | Содержание в % |
|----|----------------------|----------------|----|--------------|----------------|
| 1  | Аланин               | 4,2–26,6       | 11 | Лейцин       | 4,1–8,8        |
| 2  | Аргинин              | 0,3–11,3       | 12 | Лизин        | 4,1–8,8        |
| 3  | Аспарагиновая к-та   | 4,1–11,6       | 13 | Метионин     | 0,9–2,5        |
| 4  | Цистеин              | 0,3–0,7        | 14 | Фенилаланин  | 2,5–5,3        |
| 5  | Глутаминовая кислота | 0,6–15         | 15 | Пролин       | 2,8–4,5        |
| 6  | Аспарагин            | 4,9–12         | 16 | Серин        | 2,8–6,1        |
| 7  | Глутамин             | 7,7–18,0       | 17 | Треонин      | 0,2–6,2        |
| 8  | Глицин               | 2,9–4,9        | 18 | Тирозин      | 0,4–4,7        |
| 9  | Гистидин             | 1,3–7,3        | 19 | Валин        | 0,7–6,2        |
| 10 | Изолейцин            | 2,8–5,6        | 20 | Триптофан    | 0,7–1,4        |

Данные по микронутриентам – витаминам и минералам – показывают, что их содержание в пивных дрожжах также варьируется в довольно широких пределах. В частности, содержание калия может составлять от 0,7 до 9148 мг на 100 г сухого веса, магния – от 0,2 до 696, хрома – от 0,01 до 9,6. Из витаминов в пивных дрожжах присутствуют витамины группы В: тиамин (В1), рибофлавин (В2), никотиновая кислота (В3, или витамин РР), пантотеновая кислота

(B5), пиридоксин (B6), биотин (B7), фолиевая кислота (B9), кобаламин (B12). На содержание нутриентов в пивных дрожжах оказывают влияние многочисленные факторы, в частности – вид и раса дрожжей, условия брожения, количество циклов повторного использования, способ обработки дрожжевых осадков [8].

Можно считать доказанным, что пивные дрожжи представляют собой источник ценных пищевых компонентов, чем обуславливается интерес к их использованию в качестве функциональных пищевых ингредиентов. Учитывая высокое содержание минеральных веществ, использование пивных дрожжей может принести положительный эффект в таких отраслях, как кондитерская промышленность, молочная промышленность, производство напитков (в частности соков). Пивные дрожжи успешно применяется в хлебопекарной промышленности для производства муки [11]. Их можно использовать для создания новых продуктов питания и пищевых добавок, богатых витаминами В-комплекса, минералами (селен, хром) и полифенольными соединениями с антиоксидантной активностью [9]. Белки пивных дрожжей могут заменить соевые белки в качестве ингредиента для закусок, а их более высокая усвояемость является дополнительным преимуществом [6]. Это побочный продукт пивоварения также использовался для обогащения кондитерской продукции, не содержащей животных ингредиентов, с повышенным содержанием белков, липидов и углеводов [5].

Использование этого сырья ограничено его горьким вкусом, обусловленным присутствием хмеля, а также высоким содержанием нуклеиновых кислот, что может оказать негативное воздействие на человеческий организм [8].

Кроме того, содержащиеся в дрожжах нутриенты не могут быть эффективно усваиваемы организмом без предварительного разрушения клеточной стенки. Для разрушения клеточных стенок дрожжей применяют как физические методы (дезинтеграция ультразвуком, перемалывание/перетирание с твердым субстратом, продавливание через узкие отверстия, циклы замораживание-размораживание), так и химические или ферментативные способы. [2] Осадочные пивные дрожжи чаще всего перерабатывают с по-

лучением дрожжевых гидролизатов или автолизатов, иначе – экстрактов.

Дрожжевой экстракт представляет собой водорастворимую фракцию свободных пептидов и аминокислот, которая образуется в результате распада дрожжей под действием собственных протеолитических ферментов или при нагревании. Другое название этих продуктов – автолизаты – происходит от процесса автолиза дрожжей – посмертного разложения клетки под действием собственных ферментов. Гидролизаты получают действием различных физических факторов (например, механического воздействия или ультразвука), а также химических веществ [3].

Воздействие пивных дрожжей на человеческий организм рассматривается как в целом положительное. Кроме указанной ранее питательной ценности, некоторые штаммы проявляют значительную оздоровительную активность, включая, в частности, связывание патогенов и предотвращение их адгезии к кишечному эпителию, ингибирование токсинов патогенных бактерий или связывание этих веществ с компонентами клеточной стенки, предотвращение диареи после антибиотикотерапии, а также стимуляция иммунитета и противовоспалительную активность [4]. Такое влияние обуславливается воздействием компонентами клеточной стенки этих одноклеточных грибов.

Полимеры клеточной стенки дрожжей проявляют способность адсорбировать вредные химические вещества, например, микотоксины, а также катионы тяжелых металлов. Они снижают уровень холестерина и триглицеридов в крови, обладают антимуtagenным, противораковым и антиоксидантным действием, а также защищают от ультрафиолетового излучения [4].

По данным американских авторов,  $\beta$ -глюканы дрожжевого происхождения стимулируют биосинтез коллагена, который является важным компонентом в процессе заживления ран [15].

Группой исследователей из Варшавы проводился анализ воздействия сухих пивных дрожжей и выделенных из них  $\beta$ -глюканов на уровень холестерина, с использованием грызунов в качестве биологических моделей. Было показано, что наилучшие результа-

ты по снижению накопления холестерина в печени достигаются, когда в диете присутствуют оба этих компонента [14].

Включение пивных дрожжей в корм макак-резусов способствовало росту сопротивляемости простудным заболеваниям через две недели после начала эксперимента [12].

В настоящее время автолизат пивных дрожжей выпускается как БАД в форме таблеток или капсул. В дополнение к основному компоненту, такие препараты могут включать вещества, содержание которых в пивных дрожжах недостаточно: витамин С, аминокислоты цистеин и метионин. В справочнике медицинских препаратов «Видаль» в разделе активных веществ пивные дрожжи присутствуют. Показаниями к применению указаны, в первую очередь, несбалансированное питание, недостаток витаминов группы В, некоторые кожные заболевания, переутомление, стресс и воздействие различных неблагоприятных внешних факторов [17].

В отдельных случаях, осадочные пивные дрожжи служат сырьем для производства продуктов питания, которые не относятся к пищевым добавкам. Экстракт, получаемый из пивных дрожжей, является основой для популярного в Англии спреда «Мармайт», или его австралийского аналога «Веджимайт». Последний в Австралии считается национальным продуктом [16]. Похожие пищевые продукты под разными торговыми марками выпускаются и в других странах (Новая Зеландия, Германия), но в России малоизвестны и не производятся.

Применение пивных дрожжей не ограничивается их использованием в качестве источника биологически активных веществ и сырья для производства пищевых продуктов и добавок. Как уже упоминалось, основное применение в настоящее время этот продукт нашел в сельском хозяйстве. Осадочные пивные дрожжи (обязательно инактивированные, например, нагреванием) используются в качестве питательной добавки для домашнего скота, включая поросят, кур-несушек, бройлеров, овец, жвачных животных, а также в аквакультуре. Кроме того, эти дрожжи являются самым дешевым источником нуклеиновых кислот; недорогим источником азота при ферментации L-(+)-молочной кислоты и для производ-



ства янтарной кислоты. Они являются подходящим источником для производства метана (биогаза) путем анаэробного сбраживания; полезным компонентом в ферментации этанола; и даже и отличным биосорбентом для удаления свинца из загрязнённых вод [10]. Даже без дополнительной обработки осадочные пивные дрожжи оказались способны подавлять рост плесневых грибов.

### **Заключение**

Пивные дрожжи являются ценным источником биологически значимых нутриентов, в частности – аминокислот, витаминов, β-глюканов. Аминокислотный состав белка пивных дрожжей близок к полноценному. В настоящее время использование пивных дрожжей не всегда осуществляется рационально. Возможные варианты их применения – в пищевой промышленности в качестве пищевых добавок в медицине или ветеринарии – обычно включают дополнительные технологические операции для улучшения усвояемости нутриентов. Способность пивных дрожжей и их отдельных компонентов (в частности, материала клеточных стенок дрожжевых клеток) положительно влиять на здоровье человека требует дополнительных исследований. Осадочные пивные дрожжи являются побочным продуктом пивоварения, поэтому производству любой продукции из них не грозит дефицит сырья.

### ***Список литературы***

1. Горелов С., Ильяшенко Н., Кречетникова А., Гернет М. Изучение состава экстрактов осадочных пивных дрожжей // Пиво и напитки, № 4, с. 34-35, 2004.
2. Коломоец А.А. Использование осадочных пивных дрожжей для получения биологически активных веществ // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития, № 11, с. 63-67, 2019.
3. Устинская Я. Перспективы использования остаточных пивных дрожжей для создания продуктов питания // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития, № 11, с. 42-46, 2018.
4. Bzducha-Wróbel A., Kieliszek M., Błażej S. Chemical composition of the cell wall of probiotic and brewer's yeast in response to cultivation

- medium with glycerol as a carbon source // *European Food Research Technology*, т. 237, pp. 489-499, 2013.
5. Coldea T., Mudura E., Rotar A., Cuibus L. Brewer's spent yeast exploitation in food industry // *Hop and Medicinal Plants*, т. 25, № 1/2, pp. 94-99, 2017.
  6. Ferreira I., Pinhoa O., Vieira E. и Tavela J. Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass: characteristics and potential applications // *Trends in Food Science & Technology*, т. 21, pp. 77-84, 2010.
  7. Jacob F.F., Hutzler M. и Methner F.J. Comparison of various industrially applicable disruption methods to produce yeast extract using spent yeast from top-fermenting beer production: influence on amino acid and protein content // *European Food Research and Technology*, т. 245, pp. 95-109, 2019.
  8. Marson G.V., Castro R.J.S.d., Belleville M. Spent brewer's yeast as a source of high added value molecules: a systematic review on its characteristics, processing and potential applications // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, т. 36, pp. 94-116, 2020.
  9. Podpora B., Świdorski F., Sadowska A., Rakowska R., Wasiak-Zys G. Spent brewer's yeast extracts as a new component of functional food // *Czech Journal of Food Sciences*, т. 34, pp. 554-563, 2016.
  10. Puligundla P., Mok C., Park S. Advances in the valorization of spent brewer's yeast // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, т. 62, p. 102350, 2020.
  11. Rakowska R., Sadowska A., Dybkowska E. и Swiderski F. Spent yeast as natural source of functional food additives // *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, т. 68, № 2, pp. 115-121, 2017.
  12. Sinai Y., Kaplun A., Hal Y., Halperin D. Enhancement of Resistance to Infectious Diseases by Oral Administration of Brewer's Yeast // *Infection and immunology*, pp. 781-787, 1974.
  13. Tarasov A.V., Kryshchenko E.I. Comparative analysis of the effects of different types of beer // *International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Studies*, № 2, pp. 29-40, 2021.
  14. Waszkiewicz-Robak B., Bartnikowska E. Effects of spent brewer's yeast and biological  $\beta$ -glucans on selected parameters of lipid metabolism in blood and liver in rats // *Journal of Animal and Feed Sciences*, т. 18, pp. 966-708, 2009.

15. Wei D., Zhang L., Williams D.L., Browder I.W. Glucan stimulates human dermal fibroblast collagen biosynthesis through a nuclear factor-1 dependent mechanism // *Wound Repair and Regeneration*, т. 10, № 3, pp. 161-168, 2002.
16. White R. A Brief Cultural History of Vegemite. Australian Popular Culture, Cambridge, UK, Cambridge University Press, pp. 19-20, 1994.
17. Справочник лекарственных средств «Vidal». <https://www.vidal.ru/drugs/molecule/1799>

### *References*

1. Gorelov S., Il'yashenko N., Krechetnikova A., Gernet M. Izuchenie sosta-va ekstraktov osadochnykh pivnykh drozhzhey // *Pivo i napitki*, № 4, s. 34-35, 2004.
2. Kolomoets A.A. Ispol'zovanie osadochnykh pivnykh drozhzhey dlya polucheniya biologicheskii aktivnykh veshchestv // *Problemy tekhnogennoy bezopasnosti i ustoychivogo razvitiya*, № 11, s. 63-67, 2019.
3. Ustinskaya Ya. Perspektivy ispol'zovaniya ostatochnykh pivnykh drozhzhey dlya sozdaniya produktov pitaniya // *Problemy tekhnogennoy bezopasnosti i ustoychivogo razvitiya*, № 11, s. 42-46, 2018.
4. Bzducha-Wróbel A., Kieliszek M., Błażejczak S. Chemical composition of the cell wall of probiotic and brewer's yeast in response to cultivation medium with glycerol as a carbon source // *European Food Research Technology*, т. 237, pp. 489-499, 2013.
5. Coldea T., Mudura E., Rotar A., Cuibus L. Brewer's spent yeast exploitation in food industry // *Hop and Medicinal Plants*, т. 25, № 1/2, pp. 94-99, 2017.
6. Ferreira I., Pinhoa O., Vieira E. i Tavela J. Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass: characteristics and potential applications // *Trends in Food Science & Technology*, т. 21, pp. 77-84, 2010.
7. Jacob F.F., Hutzler M. i Methner F.J. Comparison of various industrially applicable disruption methods to produce yeast extract using spent yeast from top-fermenting beer production: influence on amino acid and protein content // *European Food Research and Technology*, т. 245, pp. 95-109, 2019.
8. Marson G.V., Castro R.J.S.d., Belleville M. Spent brewer's yeast as a source of high added value molecules: a systematic review on its char-

- acteristics, pro-cessing and potential applications // World Journal of Microbiology and Bio-technology, t. 36, pp. 94-116, 2020.
9. Podpora B., Świdorski F., Sadowska A., Rakowska R., Wasiak-Zys G. Spent brewer's yeast extracts as a new component of functional food // Czech Journal of Food Sciences, t. 34, pp. 554-563, 2016.
  10. Puligundla P., Mok C., Park S. Advances in the valorization of spent brewer's yeast // Innovative Food Science & Emerging Technologies, t. 62, p. 102350, 2020.
  11. Rakowska R., Sadowska A., Dybkowska E. i Swiderski F. Spent yeast as natural source of functional food additives // Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, t. 68, № 2, pp. 115-121, 2017.
  12. Sinai Y., Kaplun A., Hal Y., Halperin D. Enhancement of Resistance to Infectious Diseases by Oral Administration of Brewer's Yeast // Infection and immunology, pp. 781-787, 1974.
  13. Tarasov A.V., Kryshchenko E.I. Comparative analysis of the effects of different types of beer // International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Studies, № 2, pp. 29-40, 2021.
  14. Waszkiewicz-Robak B., Bartnikowska E. Effects of spent brewer's yeast and biological  $\beta$ -glucans on selected parameters of lipid metabolism in blood and liver in rats // Journal of Animal and Feed Sciences, t. 18, pp. 966-708, 2009.
  15. Wei D., Zhang L., Williams D.L., Browder I.W. Glucan stimulates human dermal fibroblast collagen biosynthesis through a nuclear factor-1 dependent mechanism // Wound Repair and Regeneration, t. 10, № 3, pp. 161-168, 2002.
  16. White R. A Brief Cultural History of Vegemite. Australian Popular Culture, Cambridge, UK, Cambridge University Press, pp. 19-20, 1994.
  17. Spravochnik lekarstvennykh sredstv «Vidal». <https://www.vidal.ru/drugs/molecule/1799>

### **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Тарасов Александр Владимирович**, старший преподаватель  
*федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»*

*Волоколамское ш., 11, г. Москва, 125080, Российская Феде-  
рация*

*TarasovAV@mgupp.ru*

**Козлов Алексей Владимирович**, преподаватель

*федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Российский биотехноло-  
гический университет (РОСБИОТЕХ)»*

*Волоколамское ш., 11, г. Москва, 125080, Российская Феде-  
рация*

*19880588@bk.ru*

**Разуваева Елизавета Ивановна**, студент

*федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Российский биотехноло-  
гический университет (РОСБИОТЕХ)»*

*Волоколамское ш., 11, г. Москва, 125080, Российская Феде-  
рация*

*uchebaek@mail.ru*

## **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Alexander V. Tarasov**, Senior Lecturer

*Russian Biotechnological University*

*11, Volokolamskoe sh., Moscow, 125080, Russian Federation*

*TarasovAV@mgupp.ru*

**Alexey V. Kozlov**, lecturer

*Russian Biotechnological University*

*11, Volokolamskoe sh., Moscow, 125080, Russian Federation*

*19880588@bk.ru*

**Elizaveta I. Razuvaeva**, student

*Russian Biotechnological University*

*11, Volokolamskoe sh., Moscow, 125080, Russian Federation*

*uchebaek@mail.ru*