DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-6-8

УДК: 579.64:636.087.8

Изучение микроорганизмов как продуцентов кормовых и биологически активных веществ

Никанова Д.А.
Nikanova D.A.

Никанова Д.А., научный сотрудник лаборатории микробиологии
Довыденкова М.В., кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории микробиологии
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ им Л.К.Эрнста", 142132, Московская область, г.о. Подольск, п. Дубровицы;
e-mail: vjlmikrob@mail.ru, тел: +7 (4967)65-11-33

Ключевые слова: микроорганизмы, дрожжи, каротин, протеин, кормление сельскохозяйственных животных.

Резюме. В современной биотехнологии перспективным является использование микроорганизмов в качестве продуцентов кормовых и биологически активных веществ. В настоящее время в этих целях применяют дрожжи, мицелиальные грибы, бактерии и микроскопические водоросли. Дрожжи среди изученных микроорганизмов являются наиболее ценными в практическом использовании, а также – одна из наиболее перспективных групп микроорганизмов для получения белковых витаминно-минеральных кормовых добавок в производстве птицеводческой и животноводческой продукции.

Опытные исследования и многолетняя практика по скармливанию дрожжей доказали их высокую эффективность использования. В животноводстве они повышают привес животных, снижают затраты общих кормов на единицу привеса, сокращают продолжительность откорма, повышают молочность, за счет повышения сопротивляемости заболеваниям снижают смертность, улучшают общее состояние животных. В птицеводстве добавление кормовых дрожжей в рацион корма увеличивает яйценоскость кур-несушек, привес мяса птицы. Дрожжевые клетки содержат микроэлементы и значительное количество жира, в котором преобладают ненасыщенные жирные кислоты. Дрожжи не загрязняют воздух спорами, устойчивы к посторонней микрофлоре. Также они характеризуются высокой скоростью роста, способны усваивать многие источники питания, легко отделяются от культуральной жидкости. Клетки дрожжей содержат до 25% сухих веществ. По аминокислотному составу белок дрожжей превосходит белок зерна злаковых культур и практически полностью усваивается организмом животных. По общей питательности 1 кг кормовых дрожжей содержит до 1,03–1,16 кормовых единиц и особенно много перевариваемого (истинного белка) – до 380–480 г.

The study of microorganisms as producers of feed and biologically active substances.

Nikanova D.A.

- researcher,

Dovydenkova M.V. - candidate of agricultural Sciences, Junior Scientific researcher.

Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, e-mail: vjlmikrob@mail.ru

Key words: microorganisms, yeast, carotene, protein, feeding farm animals.

Abstract. In modern biotechnology, the use of microorganisms as producers of feed and biologically active substances is promising. Currently, yeast, mycelial fungi, bacteria and microscopic algae are used for this purpose. Yeast among the studied microorganisms are the most valuable in practical use, as well as one of the most promising groups of microorganisms for protein vitamin and mineral feed additives in the production of poultry and livestock products.

Experimental studies and long-term practice of yeast feeding have proved their high efficiency of use. In animal husbandry, they increase the weight gain of animals, reduce the cost of total feed per unit weight gain, reduce the duration of fattening, increase milk production, by increasing the resistance to diseases, reduce mortality, improve the overall condition of animals. In poultry, the addition of fodder yeast to the diet of feed increases the egg production of laying hens, the gain of poultry meat. Yeast cells contain trace elements and a significant amount of fat, which is dominated by unsaturated fatty acids. Yeast does not pollute the air with spores, resistant to foreign microflora. They are also characterized by a high growth rate, are able to absorb many food sources, easily separated from the culture fluid. Yeast cells contain up to 25% solids. In terms of amino acid composition, yeast protein is superior to cereal grain protein and is almost completely absorbed by the animal body. According to the total nutritional value, 1 kg of fodder yeast contains up to 1.03-1.16 fodder units and especially a lot of digestible (true protein) - up to 380-480 g.

Microorganisms, in particular pigment yeasts of the genus *Rhodotorula* can be a promising source of carotenoid pigments, which in addition to biosynthetic activity have the ability to develop on plant waste of various origins. Also, the biomass of these yeasts can be used as a feed product enriched with carotinoids in diets for farm animals and poultry. This article summarizes the main results of the biotechnological potential of yeast cultures.

Микроорганизмы, в частности пигментные дрожжи рода *Rhodotorula* могут являться перспективным источником каротиноидных пигментов, которые помимо биосинтетической активности обладают способностью развиваться на растительных отходах различного происхождения. Так же биомассу этих дрожжей можно использовать в качестве кормового продукта, обогащенного каротиноидами в рационах для сельскохозяйственных животных и птицы. В данной статье обобщены основные результаты биотехнологического потенциала дрожжевых культур.

Введение

В настоящее время реализация кормового белка на внутреннем рынке России сокращается. За 2011–2015 гг. продажи продукции в стране уменьшились на 46,6%: со 104,7 тыс. т до 56 тыс. т. Поэтому российские производители

Для цитирования / For citation

Никанова, Д.А. Изучение микроорганизмов как продуцентов кормовых и биологически активных веществ /

Д.А. Никанова, М. В. Довыденкова // Ветеринария и кормление. – 2019. – №6. – С.35–36

Nikanova, D.A. The study of microorganisms as producers of feed and biologically active substances / D.A. Nikanova, M.V. Dovydenkova // Veterinaria i kormlenie. – 2019. – N6. – P.35–36

ли кормового белка активно развивают экспортное направление сбыта своей продукции. В натуральном выражении экспортные поставки кормового белка из России на международный рынок в 2011–2015 гг. выросли в 2,6 раза: с 29,3 тыс. т до 76,5 тыс. т. По итогам 2015 г крупнейшими покупателями российского продукта стали Беларусь, Турция и Польша. Российские сельхозпроизводители отдают предпочтение более дешевым аналогам кормового белка – соевому и подсолнечному шроту, рыбной муке. Также развитие внутренних продаж микробиологического кормового белка поддерживает открытие в России новых заводов и цехов по производству кормовых белков из сырья растительного происхождения. В 2018–2020 гг. внутренний рынок будет расти в среднем на 2,4% ежегодно и в 2020 г составит 57 тыс. т. В прогнозируемый период активно продолжит развиваться экспорт в связи с потенциалом международного рынка. По итогам 2020 г объем экспорта достигнет порядка 108,4 тыс. т готовой продукции [1].

Дрожжи являются полноценным источником белка, который можно использовать в качестве микробной кормовой добавки в рационах с/х животных и птицы. *Candida albicans* – это типичный представитель дрожжеподобных грибов, паразитирующий в организме человека и один из наиболее распространенных возбудителей микозов (кандидозов). Незначительное количество дрожжеподобного гриба абсолютно безвредно для здоровья. Этот микроб приносит определенную пользу – является пищей для полезных бактерий, запускает процесс формирования антител, участвует в биохимических процессах, способствует производству витаминов К и В₁₂. Область применения штамма – производство белка и каротиноидов. *Rhodotorula* spp. это несовершенные дрожжи базидиомицетного ряда, относящиеся к семейству *Cryptosporangiales*. Известно, что семейство *Rhodotorula* характеризуется очень высокой фенотипической вариативностью штаммов. Область применения штамма – производство белка и каротиноидов [24,25]. По содержанию витаминов дрожжи превосходят все белковые корма, в том числе и рыбную муку. Кроме того, дрожжевые клетки содержат микроэлементы и значительное количество жира, в котором преобладают ненасыщенные жирные кислоты. Так же дрожжи могут быть продуцентами органических кислот. Так, *Candida catenulata* является продуцентом изолимонной кислоты, *Candida hydrocarbofumarica* – фумаровой, *Pichia membranaefaciens* – яблочной и др. [2]. Ксеротолерантные дрожжи рода *Zygosaccharomyces* и *Pachysolen* используется в качестве продуцента при получении сахароспиртов, таких как глицерин, эритрит и ксилит [3]. С помощью культур *Kluyveromyces marxianus* получают β-галактозидазу, которая применяется в молочной промышленности. Дрожжи *Yarrowia lipolytica* используются для получения липолитических ферментов, представляющих большой интерес для многих отраслей хозяйства. В последние годы разработано множество способов получения самых различных ферментов, синтезируемых дрожжами: пектиназ из *Saccharomycopsis fibuliger*, амилаз из *Schwanniomycetes occidentalis*, ксиланаз из *Cryptococcus laurentii*, гидролаз L-α-амино-ε-капролактама из криптококков, алкогольоксидазы из *Pichia burtonii*, оксидазы D-аминокислот из *Trigonopsis variabilis*, фенилаланинаммияклизы из *Rhodotorula glutinis*. У дрожжей выявлена способность к сверхсинтезу некоторых витаминов группы В, в частности рибофлавина. Некоторые красные дрожжи используются для получения каротиноидов, в частности β-каротина, служащего предшественником витамина А, атаксантина, используемого в качестве кормовой добавки в рыбководстве и животноводстве [4]. В настоящее время предложены для практического использования высокопродуктивные штаммы каротинсинтезирующих дрожжей рода *Rhodospiridium* и *Rhodotorula*, изучается влияние различных факторов на процессы каротиногенеза [5].

Объем мирового рынка бета-каротина оценивается приблизительно в 200 млн евро, из них только на Европейский рынок приходится по разным оценкам от 80–130 млн евро. На данный момент каротиноиды получают из расти-

тельного сырья и химическим синтезом. На мировом рынке кристаллического бета-каротина функционирует не более десятка производителей. А абсолютными лидерами выступают три крупнейшие компании – DSM Nutritional Product (производит синтетический и микробиологический каротин из *Blakeslea Trispora*), BASF (синтетический каротин) и Allied Biotech Corporation (синтетический каротин). В совокупности рыночная доля трех игроков на европейском рынке составляет 90%. Микробиологический каротин производят компании: Vitatene (Испания) – из гриба *Blakeslea Trispora*, Biotrend (Португалия) – из бактерии *Sphingomonas* и Vitan (Украина) – из гриба *Blakeslea Trispora*. Отечественное производство субстанции бета-каротина на двух производственных площадках (в Свердловской и Белгородской областях) было по разным причинам прекращено в середине 2000-х годов и до сих пор не восстановлено [1].

В настоящее время в качестве каротинсинтезирующих дрожжей для практического использования в биотехнологических процессах предложены высокопродуктивные штаммы, относящиеся к роду *Rhodotorula* и рассматривается влияние различных факторов на процессы каротиногенеза.

Сотрудниками лаборатории микробиологии ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К.Эрнста в условиях *in vitro* было проведено более 850 штаммов микроорганизмов. По основному морфологическому признаку – пигментообразование, было отобрано 320 штаммов, из которых для дальнейшего изучения на предмет каротинообразования взято 62. Не подтвердили способности к каротинообразованию 258 штаммов. Идентификация 62 культур подтвердила, что 41,9% относятся к семейству *Bacteriaceae* рода *Flavobacterium*; 37,1% – к семейству *Coccaceae*, которые отнесли к родам *Streptococcus* и *Micrococcus*; 21,0% дрожжи семейства *Rhodotorula* рода *Torula*. В настоящее время изучается рост на питательных средах с разным минеральным составом, продуктивность и содержание общего количества каротиноидов в биомассе.

Работа выполнена в рамках государственного задания АААА-А18-118021590136-7

Литература:

1. Интернет ссылка businessstat.ru
2. Ferreira A. D., Viljoen B. C. Yeasts as adjunct starters in matured Cheddar cheese. *Int. J. Food Microbiol.* 2003. Vol. 86, p. 131-140.
3. Stratford M., Springer Verlag, 2006, p. 335-379.
4. Тулякова Т. В., Пасхин А. В., Седов В. Ю. Дрожжевые экстракты – безопасные источники витаминов, минеральных веществ и аминокислот // Пищевая промышленность. 2004. No 6. С. 60-62.
5. Dura M.A., Flores M., Toldra F. Effect of *Debaryomyces* spp. on the proteolysis of dry-fermented sausages. *Meat Science*, 2004, Vol. 68, Issue 2, p. 319-328. doi:10.1016/j.meatsci.2004.03.015
6. Червякова О.П. Исследование каротиногенеза дрожжей *Rhodotorula rubra* / О.П.Червякова, С.С. Караулова // Успехи в химии и химической технологии: Сб. науч. тр. [под ред. П.Д. Саркисова и В.Б. Сажина]; / РХТУ им. Д.И. Менделеева; М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. Т. XXIII. No 10 (103). 136 с.
7. Патент 2103351 Штамм дрожжей *rhodospiridium diobovatum* - продуцент каротиноидов
8. Патент № 2553213 Способ получения биомассы каротинсинтезирующих микроорганизмов
9. Патент № 2406757 Штамм дрожжей *rhodospiridium diobovatum* - продуцент каротиноидов.

References

1. Internet link businessstat.ru
2. Ferreira A. D., Viljoen B. C. Cheddar cheese. *Int. J. Food Microbiol.* 2003. Vol. 86, p. 131-140.
3. Stratford., Springer Verlag, 2006, p. 335-379.
4. Tulyakova T. V., Pashin A. V., Sedov V. Yu. Yeast extracts - safe sources of vitamins, minerals and amino acids // Food industry. 2004. No 6. P. 60-62.
5. Dura M. A., Flores M., Toldra F. Effect of *Debaryomyces* spp. on the proteolysis of dry-fermented sausages. *Meat Science*, 2004, Vol. 68, Issue 2, p. 319-328. doi: 10.1016 / j.meatsci.2004.03.015
6. Chervyakova OP The study of the carotenogenesis of the yeast *Rhodotorula rubra* / OP Chervyakova, S.S. Karaulov // Advances in chemistry and chemical technology: Sat. scientific tr. [ed. Pd Sarkisov and VB Sazhina]; / РХТУ им. Д.И. Менделеева; М.: Publishing House of the RCSTU. DI. Mendeleev, 2009. T. XXIII. No 10 (103). 136 s.
7. Patent 2103351 A strain of the yeast *rhodospiridium diobovatum* - a producer of carotenoids
8. Patent No. 2553213 Method for producing biomass of carotene synthesizing microorganisms
9. Patent No. 2406757 The strain of the yeast *rhodospiridium diobovatum* is a producer of carotenoids.