

КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ДРОЖЖЕВЫХ ГРИБОВ: ПОЛУЧЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Л.И. Сапунова

Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, leonida@mbio.bas-net.by

В соответствии со сверхдолгосрочным прогнозом ООН, основанным на высокой, средней и низкой рождаемости, население Земли к 2025 г. достигнет соответственно 8,365; 7,8851 и 7,334 млрд, к 2050 г. – 10,633; 8,919 и 7 409 млрд, к 2100 г. – 14,018; 9,064 и 5 491 млрд, к 2300 г. – 36,444; 8,972 и 2,310 млрд [1]. Очевидно, что даже при самом благоприятном развитии событий демографической катастрофы не избежать без существенного увеличения объемов производства продуктов питания растительного и животного происхождения. Следует особо подчеркнуть, что уже сегодня отмечается нехватка продуктов питания и кормов, снижение их качества и повышение цены, особенно в развивающихся странах. Это обусловлено не только изменением климата, сокращением посевных площадей, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, загрязнением сырья микотоксинами, увеличением производства биотоплива и другими факторами, но и снижением показателей в аграрном секторе из-за глобального экономического спада.

Одним из наиболее эффективных путей увеличения производства продуктов животного происхождения является разработка и использование в рационе животных биологически активных кормовых добавок. К их числу, безусловно, принадлежат кормовые продукты, содержащие живые (активные) дрожжи. Это связано с доказанным положительным влиянием на организм различных групп животных как самих дрожжевых культур, так и продуцируемых ими биологически активных метаболитов. Введение в рацион содержащих живые дрожжи кормовых добавок приводит, в зависимости от их компонентного состава, к нормализации микрофлоры различных отделов желудочно-кишечного тракта; предотвращает расстройства функции пищеварения; снижает риск возникновения инфекционных заболеваний; улучшает иммунитет, физический и репродуктивный статус животных; повышает их стресс-устойчивость, сохранность и продуктивность; улучшает качество получаемой от них продукции; повышает перевариваемость, снижает расход корма, уменьшает количество навоза, что улучшает экологию в регионах интенсивного животноводства [2–11].

Анализ патентной литературы показывает, что приоритетным направлением в области разработки кормовых добавок, содержащих одну или несколько дрожжевых культур, становится их полифункциональность. Такой эффект наряду с дрожжами и их биологически активными метаболитами обеспечивается дополнительным включением в состав кормовых продуктов пробиотических микроорганизмов различной таксономической принадлежности, биологически активных компонентов (ферментов, витаминов, поли- и олигосахаридов, пептидов, каротиноидов и др.), минеральных или органических наполнителей [12–20]. Предлагаются также специально подобранные кормовые композиции (смеси), которые содержат исключительно представленные на рынке готовые ингредиенты известного функционального назначения, включая препараты активных (живых) дрожжей [21–23].

Объем выпуска кормовых добавок, содержащих активные дрожжи (преимущественно различные штаммы *Saccharomyces cerevisiae*), постоянно растет, увеличиваясь на 5–10 % ежегодно. Наиболее известные на мировом рынке кормовые добавки на основе живых (активных) дрожжей представлены, в основном, продуктами европейских, американских и китайских компаний – LALLEMAN D Inc., США; ALLTECH, США; BIOTAL, Великобритания; ANGEL YEAST CO., LTD, Китай; Mg 2 MIX, Франция; LESAFFRE, Франция; Nature S.A., Lliça de Vall, Испания и другими. Среди продуктов указанных производителей наиболее сложным по компонентному составу является «Естур»

(YEASTURE) компании Cenzone Tech Inc. (США). В его составе содержатся живые клетки трех штаммов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и их метаболиты, а также пробиотики (*Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* и *Streptococcus faecium*), экстракт дрожжевых клеточных стенок (смесь β -1,3 \rightarrow 1,6-О-глюкана и маннанолигосахаридов) и ферменты микробного происхождения, гидролизующие структурные компоненты растительной клеточной стенки.

В Беларуси официально зарегистрированы кормовые добавки, которые содержат инактивированные дрожжевые клетки (ЗАО «Бардра», Литва; Джи-Аш-Сп. С.о.о., Польша) или клеточные стенки дрожжей (гидролизованные и фосфорилированные) производства Украины (ДП «Энзим»), Франции (Джефо Европа С.А.), Бельгии (Иннов АД НВ/СА), Нидерландов (Даавижн Б.В.). Отечественные производители (ООО «Биоком», ООО «Мол-Интер-Фуд») предлагают изготовленные из импортных составляющих (дрожжевых клеточных стенок и/или глюканов, глюкоманнанов) кормовые продукты, обладающие адсорбирующим микотоксины действием. В Институте микробиологии НАН Беларуси на основе монокультуры живых дрожжей рода *Cryptococcus* выпускается кормовая добавка пребиотического действия КриптоЛайф[®] в жидкой и сухой форме [24–25].

Таким образом, производство кормовых добавок комплексного действия на основе живых дрожжей, равно как и их импортные аналоги, в Беларуси пока отсутствуют, что определяет актуальность исследований по созданию биотехнологий их получения и применения. Как правило, при разработке способов получения полифункциональных кормовых добавок с использованием дрожжевых грибов используют подход, сочетающий в себе биотехнологическое получение микробной составляющей и дополнение ее представленными на рынке коммерческими ингредиентами определенного биологического действия.

В настоящее время в Институте микробиологии НАН Беларуси на основе специально подобранных штаммов дрожжевых грибов *Rhodotorula* sp. (выделен с поверхности сквашенного молока) и *Cryptococcus flavescens* (адаптирован к высоким концентрациям лактозы) разработан способ получения комплекса биологически активных веществ, представленных поли- и олигосахаридами, каротиноидными пигментами, ферментами, продуктами гидролиза протеинов. Указанные штаммы, принадлежащие к различным таксономическим группам, не токсигенны и не аллергенны; депонированы в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси. Дрожжевые культуры совместимы друг с другом при выращивании на агаризованных (не образуют зон ингибирования роста) и в жидких питательных средах.

Способ получения биологически активных веществ с использованием дрожжевых грибов *C. flavescens* и *Rhodotorula* sp. реализован в технологии производства новой кормовой добавки Полиэкт, предусматривающей совместное глубинное культивирование дрожжей в содержащей лактозу питательной среде.

Консорциум дрожжевых грибов *C. flavescens* и *Rhodotorula* sp. стабилен и сохраняет свои свойства при хранении в жидкой форме не менее 3 мес при 6–8 °С, в сухой – не менее 12 мес при температуре \leq 25 °С.

Кормовая добавка, содержащая живые культуры *C. flavescens* и *Rhodotorula* sp., характеризуется высокой биологической активностью – пребиотической, сорбционной, иммуномодулирующей, гепатопротекторной.

Пребиотический эффект кормовой добавки обеспечивают галактоолигосахаридами, синтез которых из лактозы происходит *in vivo* с участием бета-галактозидазы штамма *C. flavescens*. Олигосахаридами угнетают рост патогенных и условно патогенных микроорганизмов, пролиферируют развитие бифидо- и лактофлоры кишечника, активируют специфические и неспецифические системы защиты организма животных.

Формирование нормального пейзажа микробиоценоза и улучшения пищеварения в различных отделах желудочно-кишечного тракта, особенно в рубце жвачных животных, является также результатом жизнедеятельности аэробных штаммов *C. flavescens* и *Rhodotorula* sp. (потребление кислорода и органических кислот, образуемых в результате

жизнедеятельности аборигенной анаэробной микрофлоры; продукция гидролитических ферментов, участвующих в расщеплении полимеров растительных кормов).

Дополнительное противомикробное действие оказывают пептиды – продукты гидролиза внеклеточными протеазами *C. flavescens* и *Rhodotorula* sp. протеинов молочного белка, содержащегося в составе среды культивирования.

Антиоксидантные и ростактивирующие свойства кормовой добавки обусловлены наличием каротиноидов, которые синтезирует преимущественно штамм *Rhodotorula* sp. и в незначительном количестве – штамм *C. flavescens*.

Иммуномодулирующий, гепатопротекторный и детоксикационный (энтеросорбционный) эффект обеспечивают структурные компоненты клеточных стенок обоих штаммов дрожжей и продуцируемые ими внеклеточные полисахариды.

В настоящее время наработаны опытные партии кормовой добавки Полиэкт, ведутся производственные испытания ее биологического действия, планируются выпуск опытно-промышленной партии нового кормового продукта и его государственная регистрация. На основании результатов хозяйственных опытов будет определен экономический эффект, связанный с применением новой кормовой добавки в рационе цыплят-бройлеров и телят.

Список использованных источников

1. World Population to 2300. Draft. Population Division of the Department of the UN Economic and Social Affairs (DESA), 9 December 2003. – United Nations Publication: New York, 2004. – 254 p.

2. Дрожжи как основа биологически активных кормовых добавок про- и пребиотического действия / А. Г. Лобанок [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. Біял. Навук. – 2014. – № 1. – С. 17–22.

3. Effects of dietary yeast β -glucans supplementation on growth performance, gut morphology, intestinal *Clostridium perfringens* population and immune response of broiler chickens challenged with necrotic enteritis / X. Tian [et al.] // Animal Feed Sci. Technol. – 2016. – Vol. 215. – P. 144–155.

4. Миколайчик, И. Н. Влияние дрожжевых пробиотиков на переваримость питательных веществ рациона и уровень молочной продуктивности коров / И. Н. Миколайчик, Л. А. Морозова, И. В. Арзин // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 7. – С. 28–32.

5. Effect of yeast *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on serum antioxidant capacity, mucosal sIgA secretions and gut microbial populations in weaned piglets / C. Zhu [et al.] // J. Integrat. Agricult. – 2017. – Vol. 16, No. 9. – P. 2029–2037.

6. Factors influencing ruminal bacterial community diversity and composition and microbial fibrolytic enzyme abundance in lactating dairy cows with a focus on the role of active dry yeast / O. AlZahal [et al.] // J. Dairy Sci. – 2017. – Vol. 100, No. 6. – P. 4377–4393.

7. Utilization of yeast of *Saccharomyces cerevisiae* origin in artificially raised calves / G.M. Alugongo [et al.] // J. Anim. Sci. Biotechnol. – 2017. – Vol. 8, No. 34. – [https://doi: 10.1186/s40104-017-0165-5](https://doi.org/10.1186/s40104-017-0165-5).

8. Влияние дрожжевых продуктов на молочную продуктивность коров / Т. П. Рыжакина [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 4 (32). – С. 36–45.

9. Reducing stress susceptibility of broiler chickens by supplementing a yeast fermentation product in the feed or drinking water / J. R. Nelson [et al.] // Animals (Basel). – 2018. – Vol. 8, No. 10. Pii: E173.

10. Lu, H. Effect of live yeast supplementation to gestating sows and nursery piglets on postweaning growth performance and nutrient digestibility / H Lu, P. Wilcock, O. Adeola // J. Anim. Sci. – 2019. – Vol. 97, No. 6. – P. 2534–2540.

11. Supplementation with live yeast increases rate and extent of *in vitro* fermentation of nondigested feed ingredients by fecal microbiota / T. K. Kiros [et al.] // J. Anim. Sci. – 2019. – Vol. 97, No. 4. – P. 1806–1818.
12. Feed supplement for dairy cows, calves and heifers / EP 1088483, publ. 04.04.2001.
13. Pisciculture feed composition for preventing disease of salmoniformes fishes / JP 2003047411, publ. 18.02.2003.
14. Method for producing protein feed by multi-strain solid state fermented vinegar residue / CN 101884362, publ. 26.09.2012.
15. Active dry yeasts e.g. *Saccharomyces cerevisiae* useful as probiotic additives in animals food, where the yeasts are in a form of spherical particles with a protective coating of inert compounds / FR 2909685, publ. 21.12.2012.
16. Stabilized liquid yeast preparation and method for producing the same, and thereof / CA 2612423, publ. 01.04.2014.
17. Clay interlaced yeast compositions and methods of utilizing the same / US 8951533, publ. 10.02.2015.
18. Feed additive composition and preparation method thereof / CN 105231020, 13.01.2016.
19. Preparation method of antibiotic-free selenium-enriched livestock feed additive / CN 105707435, publ. 29.06.2016.
20. Green feed additive / CN 107307180, publ. 03.11.2017.
21. Composition containing yeast for use as fodder additive for cows / RU 2485175, publ. 20.06.2013.
22. Feed additive rich in carotene / CN 105192355, publ. 30.12.2015.
23. Environment-friendly deep sea cage culture feed and preparation method thereof / CN 107455612, publ. 12.12.2017.
24. Добавка кормовая биологически активная КриптоЛайф / ТУ ВУ 100289066.100-2013.
25. Добавка кормовая биологически активная КриптоЛайф-С / ТУ ВУ 100289066.130-2015.