

Біологічна цінність білково-вітамінних концентратів, отриманих із передфекаційного осаду

Перспективним направлением для пополнения дефицита кормового протеина являются промышленные методы производства белковых веществ, основанные на культивировании низших организмов: дрожжей, бактерий, грибов на непищевых сырьевых источниках.

Все традиционное сырье, используемое для производства кормовых дрожжей, можно разделить на три группы [1–3]: отходы от переработки растительного сырья (древесина, кукурузная кочерыжка, подсолнечная мезга, рисовая шелуха, солома, сульфитный щелок и предгидролизат сульфат-целлюлозного производства); отходы пищевой промышленности (барда спиртовых заводов, перерабатывающих зерно, картофель и мелассу, соковые воды крахмальных заводов и молочная сыворотка и др.); продукты переработки нефти (жидкие очищенные парафины, нефтяные дистилляты).

Полноценность кормов определяется содержанием в них биологически активных веществ – незаменимых аминокислот, макро- и микроэлементов, высших жирных кислот, витаминов, ферментов, которые даже в минимальном количестве оказывают важное воздействие на организм животных. Обогащение кормов незаменимыми аминокислотами позволяет снизить затраты кормов в 1,65–2,55 раза, способствует быстрому росту и увеличению живой массы животных, повышает иммунные свойства организма [4]. Микроэлементы входят в структуру многих витаминов, гормонов, ферментов и других органических веществ, участвующих в регулировании жизненных процессов.

Обогащение кормов незаменимыми аминокислотами повышает питательную ценность и усваиваемость кормов. В сельском хозяйстве широко используются L-лизин, DL-метионин, L-триптофан, L-треонин [4]. Недостаточное количество в кормах аминокислот и прежде всего лизина, метионина, триптофана, фенилаланина может быть причиной нарушения деятельности желез внутренней секреции и неблагоприятно отразится на обмене белков, жиров и углеводов в организме животных.

Нами разработан способ получения белково-витаминных концентратов (БВК) путем культивирования дрожжей *Candida scottii* КС-2 и *Trichosporon cutaneum* БД-2 на питательной среде из предфекационного или предсатурационного осадков [5], проведены его промышленные испытания и обоснована возможность получения БВК на сахарном заводе [6, 7].

Для определения биологической ценности кормовой биомассы, полученной из предфекационного осадка с добавлением 4 % мелассы по разработанной нами технологии, исследовали содержание аминокислот на аминокислотном анализаторе, макро- и микроэлементов – методом атомно-адсорбционной спектроскопии, содержание витаминов группы В и перевариваемость белка.

Результаты проведенных анализов свидетельствуют о широком спектре биологически активных веществ в полученной кормовой биомассе, в состав которой входят жизненно необходимые аминокислоты: лизин, метионин, треонин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, гистидин. В табл. 1 приведено среднее из 10 опытов содержание незаменимых (эссенциальных) аминокислот в кормовой биомассе. Их количество составляет 34,0 % от общего содержания аминокислот.

Лизин входит в состав всех белков, определяет активность многих ферментов, влияет на окислительно-восстановительные реакции в организме, катализирует процессы переаминирования и дезаминирования, связан с минеральным обменом, способствуя усвоению кальция и фосфора [3]. Метионин содержит серу, необходимую не только как структурный материал для синтеза белка, но и как донор метильных групп, которые используются для обезвреживания в печени ядовитых веществ, вводимых в организм животного извне [3, 8]. Треонин в процессе обмена превращается в глицин и уксусную кислоту, используется для синтеза холестерина, жирных кислот, углеводов. Фенилаланин и тирозин служат предшественниками гормонов: тироксина – гормона щитовидной железы и гормонов надпочечников – норадреналина и адреналина [3]. В БВК содержится много тирозина, имеющего высокие бактерицидные свойства, аспарагиновой и глутаминовой кислоты играющих важную роль в белковом обмене [9].

Табл. 1

Аминокислотный состав БВК

Аминокислота	Среднее содержание аминокислоты, %,	
	к массе сухих веществ БВК	к массе протеина
Аспарагиновая	2,94	10,69
Треонин	1,40	5,09
Серин	1,33	4,85
Глутаминовая	3,82	13,87
Пролин	1,36	4,95
Глицин	1,43	5,20
Аланин	2,07	7,51
Валин	1,29	4,69
Метионин	0,42	1,54
Изолейцин	0,94	3,42
Лейцин	2,05	7,46
Тирозин	4,39	15,95
Фенилаланин	1,37	4,97
Гистидин	1,03	3,74
Лизин	0,84	3,05
Аргинин	0,83	3,02
Итого	27,5	100,0

По аминокислотному составу протеина кормовые дрожжи, полученные из предфекационного осадка, не уступают дрожжам, полученным из других видов сырья, а по содержанию отдельных аминокислот даже превосходят их (табл. 2). Протеин дрожжей, кроме истинного белка и аминокислот, состоит из бетаина, аммонийного и аминного азота [10–11].

**Аминокислотный состав кормовых дрожжей, полученных из разного сырья,
% к массе протеина**

Аминокислота	Кормовые дрожжи, полученные из				
	предфека- ционного осадка	гидролиза- тов и бар- ды	меласной барды	парафина	рыбной муки
Лизин	3,05	6,8	3,9–5,6	5,0–8,0	8,9
Метионин	1,54	1,7	0,4–1,2	0,5–1,5	2,9
Аргинин	3,02	5,6	2,3–4,7	4,6–5,7	6,7
Гистидин	3,74	2,4	0,6–1,2	1,6–2,1	2,3
Треонин	5,09	4,2	3,7–4,1	3,3–6,7	4,5
Валин	4,69	5,1	2,5–3,9	4,6–5,6	5,8
Изолейцин	3,42	4,5	2,5–3,6	3,4–4,8	5,5
Лейцин	7,46	7,6	3,1–6,5	5,2–8,5	8,0
Фенилаланин	4,97	4,2	2,2–3,7	2,5–5,0	4,5
Цистеин	2,3	1,3	2,3–2,5	1,8	1,9

Зольность кормовой биомассы во многом обусловлена минеральным составом предфекационного осадка, на котором они культивировались. Минеральный состав БВК представлен 14 микро- и макроэлементами, из них значительную часть составляет кальций – 6,2 %, фосфор – 2,34 %, калий – 0,31 % к массе БВК (табл. 3). Кальций наиболее трудноусваиваемый элемент кормов, который способствует формированию костей скелета. Фосфор тесно связан с кальциевым обменом.

В состав кормовой биомассы входит семь незаменимых для организма животных и птиц микроэлементов (биометаллов), мг/кг: железо – 1243,5; медь – 14,36; цинк – 346,4; марганец – 119,7; кобальт – 14,17; хром – 6,9; никель – 7,4, имеющих важное значение в регулировании жизненных.

Многие функции ферментов хорошо коррелируют с содержанием микроэлементов в кормах. Биологическая роль железа обусловлена тем, что оно входит в качестве важной функциональной группы в состав гемоглобина, миоглобина и некоторых окислительных ферментов, обеспечивает доставку кислорода и тканевое дыхание [3, 8].

Табл. 3

Микро- и макроэлементный составы белково-витаминных концентратов

Среднее содержание элементов, мг/кг БВК														
	Cu*	Ni*	Cd	Mn*	Zn*	Pb	Co*	Cr*	Na	K	Ca	Mg	Fe	P
Среднее	14,36	7,40	4,12	119,7	346,4	51,70	14,17	6,90	750,2	3091,7	62000	753,8	1243,5	23412,3

Медь совместно с железом участвует в процессах кроветворения, входит в состав или участвует в образовании ряда важных ферментов, а также в синтезе гемоглобина, стимулирует созревание эритроцитов.

Основное биологическое значение марганца заключается в его активном участии в окислительно-восстановительных процессах. Кобальт является составной частью витамина В₁₂, стимулирует процессы кроветворения, активизируя образование гемоглобина и эритроцитов. Цинк, как специфический металлокомпонент, входит в состав карбогидразы, играющей исключительно важную роль в захвате углекислоты из тканей, переносе её кровью и удалении из организма и лёгких.

Важным показателем биологической ценности БВК является перевариваемость (усваиваемость) белка, которую определяли *in vitro* по пепсиновой пробе [12]. Усваиваемость белка кормовой биомассы составила 68–74 %.

Перевариваемость белка, определяемая отношением лизина и аргинина к пролину, также обуславливает биологическую ценность кормовой биомассы [13]:

$$П_6 = \frac{\text{лизин} + \text{аргинин}}{\text{пролин}} = \frac{0,84 + 0,83}{1,36} = 1,23.$$

Биологическая ценность кормового белка определяется также коэффициентом содержания в нем серосодержащих аминокислот, являющихся незаменимыми и играющих важную роль в живом организме, так как они участвуют в образовании пептидных связей, определяющих пространственную структуру белка. К аминокислотам данной группы относятся метионин и цистеин. Содержание серосодержащих аминокислот в природе ограничено.

Коэффициент, показывающий содержание серосодержащих аминокислот в протеине БВК:

$$K_s = \frac{\text{цистеин} + \text{метионин}}{\text{общее содержание аминокислот}} = \frac{2,3 + 1,54}{100} = 0,038$$

Как показали исследования, выполненные ранее, белково-витаминные концентраты, полученные из преддефекационного осадка, содержит 2,95 % клетчатки, 1,66 % нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), 8,78 % жиров, в состав которых входят нативные и омыленные кислоты: миристиновая, пальмитоолеиновая, олеиновая, пальмитиновая, стеариновая, менолевая [6].

Содержание витаминов группы В исследовали по стандартным методикам [15]. Особая ценность кормовых дрожжей, полученных из преддефекационного осадка, обусловлена наличием в них тиамина (В₁) – 4,8–5,3 мг/кг; рибофлавина (В₂) – 38–52 мг/кг; пантотеновой кислоты (В₃) – 82–105 мг/кг; холина (В₄) – 3650–7300 мг/кг; никотиновой кислоты (В₅) – 342–450 мг/кг; пиридоксина (В₆) – 8,0–11,8; биотина (В₇) – 0,7–1,6; инозита (В₈) – 428–2450 мг/кг. Суммарное содержание витаминов этой группы составило 4553–10375 мг/кг. По содержанию этих витаминов кормовые дрожжи превосходят рыбную и костную муку, соевый шрот.

Таким образом, кормовые дрожжи, полученные из нетрадиционного сырья – преддефекационного осадка, являются биологически ценным продуктом и могут быть использованы как белково-витаминная добавка, содержащая незаменимые аминокислоты, незаменимые микроэлементы (биометаллы), липиды и нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК), фосфор, кальций и калий [5]. Дрожжами лишь восполняется недостаток в корме белка, витаминов, ферментов, микроэлементов. По

имеющимся в литературе сведениям [10], кормовые дрожжи в качестве биологически активной добавки следует применять в количестве от 2 до 5 % к массе корма.

Литература

1. Рычков Ф.С. Актуальные проблемы развития микробиологической промышленности// Журнал Всесоюзн. микроб. об-ва. – 1982. – Т. 27, № 6. – С. 613–617.
2. Скрыбин Т.К., Ерошин В.К. Биотехнологическое получение белка. Биотехнология / Под редакцией А.А. Баева. – М.: Наука, 1984. – С.41–47.
3. Мосичев М.С., Складнев А.А., Котов В.Б. Общая технология микробиологических производств. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 262 с.
4. Система научного и инженерного обеспечения пищевых и перерабатывающих отраслей АПК России / А.Н. Богатырев, В.А. Панфилов, В.И. Тужилкин и др.. –М.: Пищ. пром-сть, 1995. –528.
5. А.с. 1595900 СССР, МКИ С 12N 1/16/ Способ получения кормовой биомассы/С.П. Олянская, О.П. Ткаченко, Т.П. Слюсаренко, И.С. Гулый, В.В. Кравец, Л.В. Шаповал. Заявлено 7.04.88; Опубл. 30.09.90, Бюл. № 36.
6. Оляньска С.П., Слюсаренко Т.П., Зарічанська О.П. Спосіб отримання білково-вітамінних концентратів із використанням переддефекаційного осаду // Цукор України. –2003. –№ 6 (35). –С. 24–25.
7. Оляньска С.П., Купчик М.П., Слюсаренко Т.П. Про можливість одержання білково-вітамінних концентратів на цукровому заводі // Цукор України. –2004. – № 6. – с. 28–30.
8. Биологически активные вещества пищевых продуктов: Справ./ В.В. Петрушевский, А.Л. Козаков, В.А. Бандюкова и др. –К.: Техніка, 1985. –127 с.
9. Сімахіна Г.О. Розроблення та вдосконалення технологій цукристих речовин та цукровмісних харчових добавок: Автореф. дис. ...док-ра техн. наук: 05.18.05 / Укр. держ. ун-т харч. техн. –К., 1999. –48 с.
10. Переработка мелассы на спирт и другие продукты по безотходной технологии / В.Г. Артюхов, В.Г. Гарбаренко. Я.С. Гайворонский и др. –М.: Агропромиздат, 1985. –287 с.
11. Забродский А.Г. Получение кормовых дрожжей из мелассной барды. –К.: Техніка, 1977. –118 с.
12. Sazavsky V., Sandera R. Ruzicka C. Stravitelnost proteinoveho Kalu, Ziskaneho pri cereni difusni stavu // Listy Cukrovarnicke. –1931.– № 23. –S. 287–290.
13. Стахеев И.В., Бабицкая В.Г. Грибы рода Penicillium – продуценты белка на средах, содержащих отходы сельского хозяйства. // Микология и фитопатология. –1978. –Т. 12, № 6. –С. 490–496.
14. Государственная Фармакопея СССР: Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. –11-е изд. –М.: Медицина, 1990. –398 с.

// Цукор України, 2005. –№ 1, 2 (40). –С. 44–46.