

ков, З. И. Проценко // Ботан. журн. – 1962. – Т. 47, № 10. – С. 1488-1493.

4. Гапоненков, Т. К. О биосинтезе пектиновых веществ в растениях / Т. К. Гапоненков // Биохимия. – 1957. – Т. 22, вып. 3. – С. 565-567.

5. Фан-Юнг, А. Ф. Производство детских диетических и профилактических консервов / А. Ф. Фан-Юнг, Ф. И. Калининская, С. Н. Бирюнова. – К. : Техника, 1984. – 86 с.

6. Пектин. Производство и применение / Н. С. Карпович [и др.]. – К. : Урожай, 1989. – 88 с. – Авт. также : Донченко Л.В., Нелина В.В., Компанцев В.А., Мельник Г.С.

7. Сапожникова, Е. В. Пектиновые вещества плодов / Е. В. Сапожникова. – М. : Наука, 1965. – 181 с.

8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / под ред. А. П. Калашникова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и до. – М., 2003. – 456 с.

(поступила 16.03.2015 г.)

УДК 636.2.087.7:582.284

А.И. КОЗИНЕЦ¹, М.А. НАДАРИНСКАЯ¹, О.Г. ГОЛУШКО¹,
Т.Г. КОЗИНЕЦ¹, С.А. ГОНАКОВА¹, М.С. ГРИНЬ¹,
В.А. ГОЛУБИЦКИЙ²

СУБСТРАТ ТВЁРДОФАЗНОЙ КУЛЬТУРЫ ГРИБА ВЕШЕНКА ОБЫКНОВЕННАЯ «PLEUROTUS OSTREATUS» В КОРМЛЕНИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

В исследованиях на молодяке крупного рогатого скота старше 12-месячного возраста было установлено, что скармливание 1,5 кг отработанного субстрата твёрдофазной культуры вешенка обыкновенная способствует повышению продуктивности на 11,3 %. Оказывает стимулирующее влияние на течение окислительно-восстановительных реакций, интенсивность метаболических превращений.

Ключевые слова: отработанный субстрат, вешенка обыкновенная, среднесуточный прирост, гематологические показатели, качество мяса.

A.I. KOZINETS, M.A. NADARINSKAYA, O.G. GOLUSHKO, T.G. KOZINETS,
S.A. GONAKOVA, M.S. GRIN, V.A. GOLUBITSKIY

SUBSTRATE OF SOLID-PHASE CROP OF FUNGI OF OYSTER MUSHROOM «PLEUROTUS OSTREATUS» IN CATTLE FEEDING

¹RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus
on Animal Husbandry»

²Belarusian State Academy of Agriculture

It was determined in studies of young cattle over 12 months of age that feeding with 1.5 kg of processed substrate of solid-phase crop of oyster mushroom enhances productivity by

11.3%. It has a stimulating effect on the course of redox reactions and intensity of metabolic transformations.

Key words: processed substrate, oyster mushroom, average daily weight gain, hematologic parameters, meat quality.

Введение. Использование сельскохозяйственных отходов, в частности соломы злаков, в качестве корма для животных ограничивается содержанием в ней лигноцеллюлозного комплекса, состоящего из целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. Лигнин ограничивает доступ гидролитическим ферментам (целлюлаз и гемицеллюлаз) к их субстратам. Сплочённый комплекс лигнина с целлюлозой в растительном волокне гораздо лучше переваривается жвачными животными, если он разлагается на фракции: лигнин, целлюлозу и гемицеллюлозу [1, 2, 3]. Микроорганизмы рубца способны лучше использовать деградированный комплекс лигнина и, следовательно, микробный белок становится питанием для жвачных.

В природе биодеструкция богатых лигнином субстратов базидиальными грибами представляет собой многоступенчатый полиэнзиматический процесс. Ведущим звеном такого расщепления являются внеклеточные целлюлазы, ксиланазы, протеиназы, пектиназы и целый комплекс окислительных ферментов. Последовательное взаимодействие определённых групп ферментов, выделяемых грибами, приводит к изменению биополимеров субстрата. В результате таких превращений образуются низкомолекулярные олигомеры и мономеры, которые благодаря деградации переходят в растворимые вещества. Эти трансформированные легкоусвояемые вещества используются грибами для восполнения энергетических потребностей, а также в многочисленных процессах метаболизма [4, 5, 6].

В ходе микробиологического разложения субстратов, богатых лигнином, образуются соединения как фенольной, так и нефенольной природы, которые могут выполнять ростовые, индукторные, корригирующие и целый ряд прочих функций [6, 7, 8].

Базидиомицеты – высшие грибы с многоклеточным мицелием, синтезирующие экстрацеллюлярные ферменты, в том числе лигнинпероксидазу, обладают способностью к разложению лигнина. Одним из ярких представителей базидиомицетов является гриб вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*).

В результате интенсивного промышленного выращивания вешенки обыкновенной с использованием соломы злаковых культур в качестве основы для посева мицелия на предприятиях в больших количествах образуются отходы её производства. Отработанный субстрат представляет собой солому с неравномерным распределением грибницы вешенки белого цвета, накопление которого в значительном количе-

стве создаёт экологические и экономические проблемы [7, 8].

В сравнении с исходным компонентом – соломой, отработанный субстрат после культивирования твердофазной культуры гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная) содержит 18-24 % сухого вещества, в котором находится более высокое количество протеина и меньше сырой клетчатки [9].

Исследованиями в Корее на быках в период выращивания и откорма (от 7 до 23 мес.) было установлено, что использование отработанного субстрата в количестве 1,4 кг на голову в период выращивания и 1,8 кг на откорме оказало положительное влияние на прирост живой массы на 8-12 %, наравне с повышением переваримости питательных веществ и улучшения качественных показателей туш [10].

Исследованиями группы учёных было установлено, что при скармливании отработанного субстрата вешенки обыкновенной бычкам на откорме по 1,2 кг на голову взамен рисовой соломы рН рубца имело тенденцию к снижению с 6,64 в контроле до 6,39 в опыте, концентрация аммиака в контрольных пробах была ниже – 80 мг/л против 115 мг/л в опытных на 9 час инкубации [11].

Реализация принципа безотходного производства является важным фактором повышения эффективности ведения сельскохозяйственной деятельности. Поэтому в кормлении сельскохозяйственных животных должна быть использована вся побочная продукция перерабатывающей промышленности и сельского хозяйства, обладающая потенциальной питательной ценностью.

Целью исследований явилось изучение влияния ввода отработанного субстрата твердофазной структуры гриба вешенка обыкновенная на биохимические и морфологические показатели крови, продуктивность и переваримость питательных веществ при введении его в рационы молодняка крупного рогатого скота старше 12-месячного возраста.

Материалы и методы исследования. Изучение эффективности скармливания отработанного субстрата вешенки обыкновенной *Pleurotus ostreatus* проводили на поголовье молодняка крупного рогатого скота в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области.

Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы две группы бычков со средней живой массой 225 кг по 40 голов в каждой и ежедневно опытным аналогам скармливали 1,5 кг отработанного субстрата. Кормовую добавку вводили в рацион животных в два приёма вместе с общей раздачей объёмистых кормов. При 10-дневном приучении к кормовой добавке опытное скармливание субстрата проводилось в течение пяти месяцев.

Для установления более точной картины метаболических процес-

сов при введении в рацион молодняка крупного рогатого скота добавки на основе отработанного субстрата у животных брали кровь из яремной вены в конце исследований у 4 голов из каждой группы на изучение морфо-функциональных и биохимических показателей.

В крови определяли содержание эритроцитов и гемоглобина с использованием автоматического анализатора «Medonic CA-620». В сыворотке крови – содержание общего белка и его фракций, глюкозы, мочевины, холестерина, общего билирубина, общего кальция, фосфора неорганического, креатинина – на автоанализаторе «Cormay Lumen (BTS 370 Plus)».

Минеральный состав и соли тяжёлых металлов в кормах, крови определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на анализаторе ААС-3.

Учёт кормов проводился путём контрольного кормления в два смежных дня еженедельно. Живая масса телят контролировалась по данным ежемесячных перевесок поголовья.

При проведении исследований использовали субстрат, полученный после 2-3 волн плодоношения грибов в ОАО «Александровское» Шкловского района Могилёвской области. Изучение энзиматической и антиоксидантной активности проводили в Институте микробиологии НАН Беларуси по соответствующим методикам: определение марганецпероксидазы и лакказы – по Wariishi H. et al. (1992) [12]; определение ферментативной активности целлюлазы – по ГОСТ Р 53046-2008 [13], антиокислительную активность – по А.Н. Капичу [14].

Биохимический состав (сухое вещество, азот, жир, зола) и физико-химические показатели проб мяса длиннейшей мышцы спины и средней пробы говядины, взятой в реберной области, определяли в лаборатории биохимических исследований РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по методике ВНИИМС [15].

Результаты эксперимента и их обсуждение. В процессе роста гриб вешенка обыкновенная синтезирует множество внеклеточных ферментов, принимающих участие в модификации и разрушении лигнина. В отработанном субстрате *Pleurotus ostreatus*, полученном после выращивания плодовых тел грибов энзиматическая активность лигнолитических ферментов лакказы, марганецпероксидазы увеличивается после двух волн съёма грибов (таблица 1).

При культивировании вешенки целлюлазная активность в субстрате после третьей волны возрастает до максимального количества – 27,37 МЕ в грамме сухого вещества.

Таблица 1 – Динамика активности ферментов субстрата в процессе твердофазного культивирования *Pleurotus ostreatus* (в сухом веществе)

| Длительность культивирования, суток | Целлюлаза, МЕ/г | Марганец-пероксидаза, МЕ/г | Лакказы, МЕ/г |
|-------------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------|
| 2 | 2,19±2,19 | - | - |
| 5 | 7,17±5,82 | 0,04±0,03 | 0,15±0,03 |
| 10 | 7,94±3,96 | 0,07±0,01 | 0,23±0,09 |
| 15 | 20,92±8,25 | 0,17±0,05 | 0,58±0,08 |
| 36 (1 волна) | 21,62±4,34 | 0,19±0,03 | 0,81±0,12 |
| 46 (2 волна) | 23,40±2,67 | 0,23±0,11 | 1,39±0,19 |
| 72 (3 волна) | 27,37±0,63 | 0,11±0,08 | 0,87±0,20 |

В процессе роста на твёрдых лигноцеллюлозных субстратах мицелий вешенки вызывает расщепление лигнина с образованием свободных фенольных соединений, обладающих антиоксидантными свойствами (таблица 2). Кроме того, сам грибной мицелий способен продуцировать антиоксиданты.

Таблица 2 – Содержание общих фенольных соединений и антиоксидантная активность субстрата в процессе твердофазного культивирования *Pleurotus ostreatus*

| Длительность культивирования, суток | Общие фенольные соединения, мг/100 г субстрата | Антиоксидантная активность, % |
|-------------------------------------|--|-------------------------------|
| 14 | 22,1±0,5 | 42,60±1,3 |
| 28 | 24,4±0,8 | 49,95±2,4 |
| 36 (1 волна) | 27,9±1,1 | 68,65±3,8 |
| 46 (2 волна) | 53,7±2,0 | 55,85±2,5 |
| 72 (3 волна) | 42,9±1,5 | 52,90±0,3 |

При переходе мицелия в фазу плодоношения в субстрате наблюдается повышение содержания фенольных соединений до 53,7 мг/100 г после второй волны сбора. Отмечено, что после третьей волны сбора грибов в отработанном субстрате наблюдается достаточно высокое содержание фенольных соединений.

В период плодоношения антиоксидантная активность повышается, что дало основание судить о сохранении её на достаточно высоком уровне в исследуемом корме после окончания сбора грибов.

В отработанном субстрате было установлено: содержание сухого вещества – 188-226 г, кормовых единиц – 1,18-1,22 к. ед., обменной энергии – 1,66-1,74МДж, сырого протеина – 15,5-20,3 г, сырого жира –

1,7-2,7 г, сырой клетчатки – 34-68 г, крахмала – 4,4-10,0 г, сахара – 4,7 г, кальция – 4,7-11,8 г, фосфора – 0,6-0,7 г, магния – 0,35 г, железа – 45,3 мг, меди – 0,9 мг, марганца – 7,7 мг, кобальта – 0,06 мг, витамина Е – 17,8 мг (таблица 3).

Таблица 3 – Состав рационов молодняка крупного рогатого скота старше 12 месяцев

| Показатели | I контрольная группа | | II опытная группа | |
|--------------------------|----------------------|------|-------------------|------|
| | кг | % | кг | % |
| Сено злаковое | 2,0 | 11,5 | 2,0 | 11,3 |
| Силос кукурузный | 10,0 | 13,8 | 8,0 | 12,0 |
| Сенаж разнотравный | 14,0 | 32,2 | 14,0 | 31,8 |
| Комбикорм | 3,0 | 42,5 | 3,0 | 41,8 |
| Субстрат вешенки | - | - | 1,5 | 3,1 |
| Содержится в рационе: | | | | |
| кормовых единиц | 8,7 | | 8,8 | |
| обменной энергии, МДж | 94,3 | | 94,03 | |
| сухого вещества, кг | 9,35 | | 9,42 | |
| сырого протеина, г | 1278 | | 1273 | |
| переваримого протеина, г | 804 | | 795 | |
| сырого жира, г | 342 | | 334 | |
| сырой клетчатки, г | 2238 | | 2310 | |
| сахара, г | 216 | | 217 | |
| кальция, г | 61 | | 62 | |
| фосфора, г | 36 | | 36 | |
| магния, г | 73 | | 71 | |
| калия, г | 527 | | 523 | |
| натрия, г | 31,4 | | 31,9 | |
| серы, г | 16,5 | | 16,0 | |
| железа, мг | 2647 | | 2535 | |
| марганца, мг | 1052 | | 1090 | |
| меди, мг | 368 | | 360 | |
| цинка, мг | 955 | | 953 | |
| кобальта, мг | 1,39 | | 1,58 | |
| йода, мг | 2,82 | | 3,24 | |

Анализ рационов молодняка крупного рогатого скота старше 12 месячного возраста свидетельствует об удовлетворении потребности животных в основных питательных веществах (кроме сахара). Согласно структуре рационов, у подопытных бычков сочные корма занимали 43,8-46,0 %, грубые (сено злаковое и субстрат) – 11,5-14,4 % и концен-

траты – 41,8-42,5 %.

Обеспеченность сухим веществом продуктивной энергией составила 0,92-0,93 к. ед. На 1 кг сухого вещества приходилось 10,09-9,98 МДж обменной энергии, 136,7-135,1 г сырого протеина, 240-245 г сырой клетчатки. Существенной разницы в обеспеченности рациона макро и микроэлементами между подопытными группами обнаружено не было.

Количество эритроцитов, показателя гомеостаза, идентифицирующего активность обмена, увеличилось в крови опытных аналогов на 8,1 % на фоне повышения концентрации гемоглобина на 8,7 % (таблица 4).

Таблица 4 – Биохимические показатели крови телят

| Показатели | Группы | |
|-----------------------|---------------|------------|
| | I контрольная | II опытная |
| Общий белок, г/л | 71,6±1,43 | 69,0±0,36 |
| Альбумины, г/л | 30,0±0,28 | 29,5±0,36 |
| Глобулины, г/л | 41,6±0,12 | 39,5±1,80 |
| Глюкоза, ммоль/л | 5,23±0,20 | 5,13±0,18 |
| Мочевина, ммоль/л | 5,38±0,13 | 5,2±0,24 |
| Билирубин, мкмоль/л | 4,50±0,19 | 4,40±0,19 |
| Триглицериды, ммоль/л | 0,35±0,03 | 0,23±0,03 |
| Холестерин, ммоль/л | 3,13±0,14 | 3,20±0,09 |
| Креатинин, мкмоль/л | 86,0±0,38 | 86,1±0,29 |

Гематокритная величина крови опытных животных превысила контрольный показатель на 9,4 %. Концентрация гемоглобина и среднечеточный гемоглобин после скармливания субстрата вешенки были выше контроля, что подтверждает более высокую активность течения обменных процессов в организме.

Биохимические показатели сыворотки крови телят после скармливания отработанного субстрата в некоторой степени подтверждают усиление окислительно-восстановительных реакций и усиление расхода энергетических субстратов в организме опытных животных. В сыворотке крови опытных животных отмечено незначительное снижение уровня общего белка, разница с контролем составила 1,7 %.

Понижение концентрации мочевины в крови молодняка опытных групп составило 3,5 %.

При изучении показателей углеводно-жирового обмена установлена тенденция к некоторому снижению концентрации глюкозы в крови телят опытной группы, что в сочетании с повышением содержания эритроцитов и гемоглобина свидетельствует о более интенсивном ис-

пользовании энергетических резервов для биосинтетических процессов в организме животных. Это предположение более чем очевидно, поскольку наблюдалось уменьшение такого энергетического субстрата, как триглицериды на 14,3 %, в то время как уровень одной из фракций общих липидов, холестерина, повысилась на 2,2 %.

Анализ показателей общего билирубина, цветного пигмента, относящегося к ядовитым метаболитам организма, в образовании которого участвуют погибшие эритроциты, свидетельствует, что в крови опытных аналогов этот показатель снизился на 2,2 %. Это ещё одно свидетельство повышения интенсивности метаболических процессов.

Повышение активности биосинтетических процессов требует коррекции аминокислотного пула к потребности организма, о чём свидетельствует увеличение активности АсАТ. Это подтверждает коэффициент де Ритиса, равный 1,23 у опытных животных, при 1,05 – у контрольных аналогов.

Неоспоримым фактом является то, что растущие животные для формирования органов и тканей используют значительное количество минеральных веществ, усвоение которых во многом зависит от уровня элементов в рационе и типа кормления.

В результате исследований установить какие-либо существенные различия в концентрации в крови кальция и фосфора не удалось. Это служит подтверждением сбалансированности рационов по этим элементам, о чём также свидетельствует отношение кальция к фосфору, которое в рационах было оптимальным.

Скармливание бычкам отработанного субстрата вешенки способствовало уменьшению в крови калия на 10,6 % при избытке этого макроэлемента в рационе, натрия – на 4,6 %, железа – на 8,6 % ($P < 0,05$), меди – на 2,4 %. Концентрация цинка и марганца повысилась на 4,7 и 7,5 %.

Основными показателями выращивания животных являются живая масса и скорость роста, которые находятся в прямой зависимости от количества и качества потреблённого ими корма. Данные динамики роста молодняка крупного рогатого скота свидетельствуют, что введение в рацион бычков субстрата вешенки оказало положительное влияние на изменение живой массы и среднесуточных приростов.

По результатам ежемесечных перевесок установлено, что бычки II опытной группы росли более интенсивно, чем контрольные животные, которым не скармливали субстрат вешенки. Так, за период скармливания они увеличили свою массу на 141,9 кг, что на 14,4 кг, или 11,3 %, больше ($P < 0,05$), чем их сверстники из контрольной группы. Среднесуточный прирост бычков опытной группы повысился с 850 г до 946 г, или на 11,3 %. После проведения контрольного убоя были проанали-

зированы пробы длиннейшей мышцы спины и средней пробы мяса (таблица 5).

Таблица 5 – Химический состав мяса подопытных животных, г

| Группы | Сухое вещество | Протеин | Жир | Зола |
|------------------------|----------------|---------------|-------------|--------------|
| Мясо (средняя проба) | | | | |
| I | 232,0±3,62 | 274,8±8,27 | 8,21±0,74 | 1,67±3,62 |
| II | 228,3±3,75 | 280,5±8,75 | 6,10±0,32** | 1,16±0,052** |
| Длиннейшая мышца спины | | | | |
| I | 221,60±4,74 | 244,78±2,75 | 7,67±1,11 | 1,75±0,23 |
| II | 226,97±4,82 | 279,53±8,75** | 5,07±0,93* | 1,76±0,10 |

Влагоудерживающая способность мяса бычков, получавших субстрат вешенки, увеличилась на 4,7 %, увариваемость – на 2,4 %. Показатель рН фактора мяса имел достоверное снижение показателя на 3,7%. При сравнении содержания витамина А в печени опытных аналогов установлено превосходство контрольного результата на 4,5 %. При определении цветового показателя мяса установлено, что в образцах опытной группы наблюдалось снижение результата на 8,0 %.

Анализ результатов по химическому составу мяса свидетельствует, что в средних образцах говядины, полученной от бычков опытной группы, наблюдается достоверное снижение содержания жира на 25,7% ($P<0,001$) и золы на 30,5 %. Количество протеина было выше контрольного показателя на 2,1 %.

При сравнении опытных проб длиннейшей мышцы спины с контрольными образцами установлено, что содержание протеина повысилось на 14,2 % ($P<0,001$) при снижении содержания жира на 33,8 % ($P<0,05$).

Заключение. Включение в рационы молодняка крупного рогатого скота старше 12-месячного возраста 1,5 кг отработанного соломенного субстрата вешенки обыкновенной оказывает стимулирующее влияние на течение окислительно-восстановительных реакций, интенсивность метаболических превращений, ферментативную активность сыворотки крови в организме животных, а также, повышая переваримость питательных веществ, увеличивает среднесуточный прирост на 11,3 % ($P<0,05$).

Литература

1. Проценко, Г. И. Технология получения кормовых средств из отходов сельскохозяйственных растений / Г. И. Проценко, В. В. Киреева, И. В. Бородачёва // Расчёт и конструирование машин для кормопроизводства и животноводства. – М., 1987. – С. 83-87.
2. Использование базидиальных грибов в технологиях переработки и утилизации

техногенных отходов: фундаментальные и прикладные аспекты / Н. А. Куликова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47, № 6. – С. 619-634.

3. Лобанок, А. Г. Мицелиальные грибы как продуценты белковых веществ / А. Г. Лобанок, В. Г. Бабицкая. – Мн. : Наука и техника, 1981. – 104 с.

4. Hatakka, A. Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role in lignin degradation / A. Hatakka // FEMS Microbiol. Rev. – 1994. – Vol. 13, № 2-3. – P. 125-135.

5. Hatakka, A. Biodegradation of lignin / A. Hatakka // Biopolymers. Biology, Chemistry, Biotechnology, Applications. eds. M. Hofrichter, A. Steinbuechel. – Weinheim: Wiley-VCH, 2001. – Vol. 1. Lignin, Humic Substances and Coal. – P. 129-180.

6. Wong, D. W. S. Structure and action mechanism of ligninolytic enzymes / D. W. S. Wong // Appl. Biochem. Biotechnol. – 2009. – Vol. 157, № 2. – P. 174-209.

7. Murad, H. A. Cellulase and dairy animal feeding / H. A. Murad, H. H. Azzaz // Biotechnology. – 2010. – Vol. 9, № 3. – P. 238-256.

8. Lundell, T. K. Lignin-modifying enzymes in filamentous basidiomycetes - ecological, functional and phylogenetic review / T. K. Lundell, M. R. Makela, K. Hilden // J. Basic. Microbiol. – 2010. – Vol. 50, № 1. – P. 5-20.

9. Алексеенко, О. М. Пищевая, лечебная и экологическая ценность грибов *Pleurotus ostreatus* I / О. М. Алексеенко, М. Полішко, А. І. Вінніков // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2010. – Вип. 18, т. 1. – С. 3-9.

10. Effects of Supplementing Microbially-fermented Spent Mushroom Substrates on Growth Performance and Carcass Characteristics of Hanwoo Steers (a Field Study) / Y. H. Lee [et al.] // Asian Australas J. Anim. Sci. – 2012. – Vol. 25. – P. 1575-1581.

11. Oh Effects of Spent Mushroom Substrates Supplementation on Rumen Fermentation and Blood Metabolites in Hanwoo Steers / Y.-K. Oh [et al.] // Asian-Aust. J. Anim. Sci. – Vol. 23. – № 12. – P. 1608-1613.

12. Wariishi, H. Manganese(II) oxidation by manganese peroxidase from the basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. Kinetic mechanism and role of chelators / H. Wariishi, K. Valli, M.H. Gold // J. Biol. Chem. – 1992. – Vol. 267, № 33. – P. 23688-23695.

13. ГОСТ Р 53046-2008. Препараты ферментные. Методы определения ферментативной активности целлюлазы. – Введ. 16.12.2008. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 10 с.

14. Капич, А. Н. Биосинтетическая активность ксилотрофных базидиомицетов: основные особенности и их адаптационная значимость : автореф. дис... д-ра биол. наук / Капич А.Н. – М., 1993. – 35 с.

15. Куранов, Ю. Ф. Оценка качества мяса : методические указания по лабораторным исследованиям / Ю. Ф. Куранов, С. Ф. Хруцкая ; ВНИИМС. – Оренбург, 1972. – 34 с.

(поступила 16.03.2015 г.)