

Егор Владимирович Матвеев

Сибирский государственный университет науки и технологии им. акад. М.Ф. Решетнева, аспирант кафедры химической технологии древесины и биотехнологии, Красноярск, Россия

E-mail: vena@kgau.ru

Надежда Александровна Величко

Красноярский государственный аграрный университет, профессор, заведующая кафедрой технологии консервирования и пищевой биотехнологии, доктор технических наук, профессор, Красноярск, Россия

E-mail: vena@kgau.ru

Яна Викторовна Смольникова

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры технологии консервирования и пищевой биотехнологии, кандидат технических наук, доцент, Красноярск, Россия

E-mail: ya104@yandex.ru

Екатерина Николаевна Аёшина

Сибирский государственный университет науки и технологии им. акад. М.Ф. Решетнева, доцент кафедры инженерной графики, кандидат технических наук, доцент, Красноярск, Россия

E-mail: vena@kgau.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЛЕЭКСТРАКЦИОННОГО ОСТАТКА ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ *JUNIPERUS SIBIRICA* В. В КОРМОВЫХ СМЕСЯХ

*Цель исследования – разработать кормовую смесь на основе послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. для сельскохозяйственных животных. Для повышения перевариваемости, питательной ценности кормовой смеси на основе послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. была подобрана композиция с зерном пшеницы и проведена экструзионная обработка полученной смеси. Послеэкстракционный остаток древесной зелени был получен в результате экстракции водно-спиртовым раствором этилового спирта для извлечения биологически активных веществ. После экстракции остается около 70 % не утилизируемого остатка древесной зелени. Изучение химического состава полученного остатка показало наличие в нем протеина (6,30 %); углеводов (51,20); лигнина (25,40); минеральных веществ (6,20 %). Проведено исследование возможности использования послеэкстракционного остатка древесной зелени можжевельника сибирского в качестве ингредиента в кормовых смесях. Однако перевариваемость такого остатка составила всего лишь 28,40 %. Известны способы повышения перевариваемости и питательной ценности лигноуглеводных остатков, но большинство из них являются трудоемкими и экономически неэффективными. С целью повышения качественных характеристик была подобрана композиция кормовой смеси, состоящая на 13 % из послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. и 87 % зерна пшеницы, проведена экструзионная обработка для повышения перевариваемости полученной смеси. Экструдирование кормовой смеси проводили на экструдере при температуре 100 °С, давлении 3 Па. Исследование химического состава полученной кормовой смеси показало наличие: белка – 11,0 %; жира – 2,2; углеводов – 61,55 %. Перевариваемость кормовой смеси составила 76,50 %, энергетическая ценность – 310,2 кКал.*

Ключевые слова: *древесная зелень, послеэкстракционный остаток, отходы, кормовые смеси, химический состав, экструзионная обработка, перевариваемость, энергетическая ценность.*

Egor V. Matveenko

Siberian State University of Science and Technology after Academician M.F. Reshetnev, graduate student of the Department of Chemical Technology of Wood and Biotechnology, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: vena@kgau.ru

Nadezhda A. Velichko

Krasnoyarsk State Agrarian University, Professor, Head of the Department of Canning Technology and Food Biotechnology, Doctor of Technical Sciences, Professor, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: vena@kgau.ru

Yana V. Smolnikova

Krasnoyarsk State Agrarian University, Associate Professor of the Department of Canning Technology and Food Biotechnology, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: ya104@yandex.ru

Ekaterina N. Ayoshina

Siberian State University of Science and Technology after Academician M.F. Reshetnev, Associate Professor of Department of Engineering Graphics, candidate of technical sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: vena@kgau.ru

USE OF POST-EXTRACTION RESIDUE OF *JUNIPERUS SIBIRICA* B. WOODY GREENERY IN FEED MIXTURES

The aim of the study is to develop a feed mixture based on the post-extraction residue of Juniperus Sibirica B. woody greenery for farm animals. To increase the digestibility, nutritional value of the feed mixture based on the post-extraction residue of Juniperus Sibirica B. woody greenery, a composition with wheat grain was selected and the resulting mixture was extruded. The post-extraction residue of woody greenery was obtained as a result of extraction with a water-alcohol solution of ethyl alcohol to extract biologically active substances. After extraction, about 70 % of the non-utilizable residue of woody greenery remains. The analysis of the chemical composition of the resulting residue showed the presence of protein (6.30 %); carbohydrates (51.20); lignin (25.40); mineral substances (6.20 %). The study researched the possibility of using the post-extraction residue of Siberian juniper woody greens as an ingredient in feed mixtures. However, the digestibility of this residue was only 28.40 %. Methods for increasing the digestibility and nutritional value of ligno carbohydrate residues are known, but most of them are labor intensive and economically ineffective. In order to improve the quality characteristics, the composition of the feed mixture, consisting of 13 % of the post-extraction residue of Juniperus Sibirica B. woody greenery and 87 % of wheat grain was selected, extrusion processing was conducted to increase the digestibility of the resulting mixture. The extrusion of the feed mixture was carried out on an extruder at a temperature of 100 °C, a pressure of 3 Pa. The study of the chemical composition of the resulting feed mixture showed the presence of: protein – 11.0 %; fat – 2.2; carbohydrates – 61.55 %. The digestibility of the feed mixture was 76.50 %, the energy value was 310.2 kcal.

Keywords: woody greenery, post-extraction residue, waste, feed mixtures, chemical composition, extrusion processing, digestibility, energy value.

Введение. Известно множество источников нетрадиционных кормовых ресурсов, наиболее доступными из них являются лесные ресурсы. На территории Красноярского края сконцентрированы огромные лесные запасы. При переработке лесной органической массы более 30 % составляют отходы, большая часть из которых не утилизируется [1].

Комплексное использование лесных ресурсов предусматривает утилизацию всей биомассы дерева, включая древесные отходы лесной

промышленности. Квалифицированное использование древесных отходов позволит получить ценные продукты для народного хозяйства, экономическую выгоду от переработки древесного сырья, решить экологическую проблему, связанную с утилизацией отходов, создать новые рабочие места.

Лесные отходы являются перспективной сырьевой базой для получения разнообразных кормовых смесей и добавок, необходимых в животноводстве.

Многотоннажным отходом лесной промышленности является древесная зелень – хвоя, молодые побеги. Отходы переработки биомассы дерева (древесная зелень в свежем виде) частично используются на корм скоту, для производства биоактивных концентратов, которые нашли применение в медицинской, пищевой и косметической промышленности, сельском хозяйстве [2, 3].

Цель исследования: разработать кормовую смесь на основе послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В.

Задачи исследования: подобрать композицию кормовой смеси на основе послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. и зерна пшеницы; провести экструзионную обработку полученной кормовой смеси; исследовать химический состав кормовой смеси; определить ее перевариваемость и энергетическую ценность.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлся послеэкстракционный остаток древесной зелени *Juniperus Sibirica* В., который был получен в результате проведения

экстракции ее водно-этанольным раствором с целью извлечения биологически активных веществ. Определение химического состава послеэкстракционного остатка и кормовой смеси проводили по методикам, принятым в биохимии растительного сырья [4]. Кормовая смесь была получена в Инжиниринговом центре Красноярского ГАУ с использованием экструдера ЭК-100. Экструзионную обработку кормовой смеси проводили на экструдере при температуре 100–120 °С, давлении 3 МПа [5]. После чего экструдированную кормовую смесь охлаждали, измельчали до размеров частиц 2,5 мм. Определение перевариваемости полученной кормовой смеси проводили химическим методом, основанным на способности хлорфенольного раствора растворять органическое вещество корма в такой же степени, в какой оно переваривается желудочно-кишечным трактом животного [6].

Результаты исследования и их обсуждение. Химический состав послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В.

Показатель	Содержание, %
Белки	6,30
Экстрактивные вещества	10,50
Легкогидролизуемые полисахариды	15,20
Трудногидролизуемые полисахариды	36,00
Лигнин	25,40
Зольные вещества	6,20
Перевариваемость	28,40

Как следует из полученных результатов (см. табл. 1), химический состав послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. представлен в большей степени полисахаридами (51,20 %) и лигнином (25,40 %). Перевариваемость такого остатка составила 28,40 %. Энергетическая ценность послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. – 286,7 кКал, питательная ценность – 0,21 к. е.

С целью повышения перевариваемости и питательной ценности послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. была разработана кормовая смесь с добавлением

зерна пшеницы (87,00 %), для разрушения лигно-углеводных связей проведена механическая деструкция – экструзионная обработка. Экструзия послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. проводилась при технологических режимах, приведенных в методической части. Послеэкстракционный остаток древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. представлен на рисунке 1. Кормовая смесь после экструзионной обработки представляет собой удлиненные колбаски с гладкой поверхностью (рис. 2).



Рис. 1. Послеэкстракционный остаток древесной зелени Juniperus Sibirica B.



Рис. 2. Кормовая смесь после экструзионной обработки

Химический состав кормовой смеси на основе послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. и зерна пше-

ницы после экструзионной обработки приведен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав кормовой смеси

Показатель	Содержание, %
Влажность	4,96
Белки	11,00
Жиры	2,21
Углеводы	61,55
Лигнин	22,03
Перевариваемость	76,50

Перевариваемость полученной кормовой смеси составила 76,50 %.

Полученные результаты показывают, что содержание протеина повысилось на 5,3 %, углеводов – на 16,4 %; содержание лигниновых веществ уменьшилось на 4 %; перевариваемость увеличилась на 48 % (см. табл. 2).

Таким образом, в результате экструзии кормовая смесь подверглась механической деструкции, которая способствовала частичному разрушению лигно-углеводных связей в послеэкстракционном остатке древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. и повышению перевариваемости.

Энергетическая ценность полученной кормовой смеси составила 310,2 кКал, питательная ценность – 0,22 к. е.

Выводы. Подобрана композиция кормовой смеси на основе послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. и зерна пшеницы (13,0 % послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. и 87,0 % зерна пшеницы). Проведено экструдирование полученной кормовой смеси. Исследован химический состав послеэкстракционного остатка древесной зелени *Juniperus Sibirica* В. и кормовой смеси после экструдирования. Определена ее перевариваемость (76,50 %) и энергетическая ценность, которая составила 310,2 кКал.

Литература

1. Ягодин В.И. Технология химической переработки биомассы дерева. СПб.: Изд-во СПбГЛТА, 2009. 165 с.
2. Некрасова В.Б. Лечебно-профилактические средства из биомассы дерева. СПб.: Изд-во ГПУ, 2006. 192 с.
3. Матвеевко Е.В., Величко Н.А. Возможность использования послеэкстракционного остатка древесной зелени можжевельника сибирского (*Juniperus Sibirica* В.) в качестве кормовых добавок // Вестник КрасГАУ. 2015. № 4. С. 70–72.
4. Ушанова В.М., Лебедева О.И., Девятловская А.Н. Основы научных исследований. Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2004. 335 с.
5. Матюшев В.В., Чаплыгина И.А., Семенов А.В. Использование белково-витаминного коагулята в производстве экструдированных комбикормов для цыплят-бройлеров // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9. С. 171–176.
6. Методики определения переваримости кормов и рационов / под ред. М.Ф. Томиз; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. М., 1969. 39 с.

Literatura

1. *Yagodin V.I.* Tehnologiya himicheskoy pererabotki biomassy dereva. SPb.: Izd-vo SPbGLTA, 2009. 165 s.
2. *Nekrasova V.B.* Lechebno-profilakticheskie sredstva iz biomassy dereva. SPb.: Izd-vo GPU, 2006. 192 s.
3. *Matveenko E.V., Velichko N.A.* Vozmozhnost' ispol'zovaniya poslee`kstrakcionnogo ostatka drevesnoy zeleni mozhzhevel'nika sibirskogo (*Juniperus Sibirica* V.) v kachestve kormovyh dobavok // Vestnik KrasGAU. 2015. № 4. S. 70–72.
4. *Ushanova V.M., Lebedeva O.I., Devyatlovskaya A.N.* Osnovy nauchnyh issledovaniy. Krasnoyarsk: Izd-vo SibGTU, 2004. 335 s.
5. *Matyushev V.V., Chaplygina I.A., Semenov A.V.* Ispol'zovanie belkovo-vitaminnogo koagulyata v proizvodstve e`kstrudirovannyh kombikormov dlya cyplyat-broylerov // Vestnik KrasGAU. 2020. № 9. S. 171–176.
6. Metodiki opredeleniya perevarimosti kormov i racionov / pod red. *M.F. Tomme*; Vsesoyuz. akad. s.-h. nauk im. V.I. Lenina. M., 1969. 39 s.

