

2. Lontseva, I.A. Povyshenie effektivnosti raboty zernoborochnykh kombainov na uborke zernovykh i soi v usloviyakh Amurskoi oblasti s ispol'zovaniem sistem tochnogo pozitsionirovaniya [Tekst] (Increasing the Efficiency of Grain Harvesters on Harvesting Grain and Soybeans in the Amur Region with the Use of Exact Positioning Systems [Text]), dis. kand. tekhn. nauk, 05.20.01, zashchishchena 02.03.12 utv. 22.11.12, Lontseva Irina Aleksandrovna, M., 2012, 165 p.

3. Makhonin, I. Kombainy dolzhny rabotat' v polnuyu silu [El. resurs](Harvesters Should Work at Full Capacity [El. Resource]), Krest'yanskaya zhizn,' 18 iyulya 2014, URL: <http://krestyane34.ru/kombainy-dolzhny-rabotat-v-polnuyu-silu.html>.

УДК 639.3.043.2

ГРНТИ 69.25.15

Неретина Е.А., соискатель,

E-mail: grusal@mail.ru,

Дальневосточный государственный аграрный университет,

г. Благовещенск, Амурская область, Россия

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ РЫБ

При производстве товарной рыбы на долю кормов приходится около 50% общих затрат. Следовательно, максимального биологического и экономического эффекта можно добиться только при рациональном кормлении рыбы. Известны схемы кормления рыб с применением рационов, содержащих соевые, высокобелковые продукты в виде полужирной сои, соевого шрота и жмыха, однако при их использовании товаропроизводителями не обеспечивается высокой эффективности получения рыбной продукции. Процесс получения водостойких гранул для рыб является сложным процессом, который характеризуется определенной совокупностью входных и выходных параметров, определяющих операции для превращения исходного сырья в готовый продукт. При соответствующих способах обработки семян сои с помощью определенных технических средств можно получить эффективные кормовые продукты для рыб. На основании существующих требований разработана классификация основных технологических операций по приготовлению водостойких гранулированных кормосмесей, а также технических средств для их осуществления. В этой связи актуальными являются исследования, направленные на совершенствование средств приготовления белково-углеводных гранул для рыб с использованием соевого компонента. Разработана структурная схема смесителя-гранулятора, обеспечивающего получение водостойких гранул с минимальной крошимостью на основе бинарной композиции «соевая мука + картофельная паста». Отличительной особенностью данной конструкции является наличие в ее составе компрессионной камеры, наличие которой позволяет удалить воздушные поры в структурной сетке полученной композиции и тем самым создать благоприятные условия для получения более прочных гранул. Оптимальными параметрами процесса получения гранул являются 41-процентная исходной влажность композиции и температура сушки 62,2 градуса по Цельсию. В результате производственной проверки получен продукт влажностью 12,5 процентов и крошимостью 50 процентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГРАНУЛИРОВАННЫЕ КОРМА ДЛЯ РЫБ, КОРМОСМЕСИ, СМЕСИТЕЛЬ-ГРАНУЛЯТОР, КРОШИМОСТЬ ГРАНУЛ, БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫЕ КОРМА, КОМПРЕССИОННАЯ КАМЕРА, СОЕВАЯ МУКА, КАРТОФЕЛЬНАЯ ПАСТА

UDC 639.3.043.2**Neretina E.A., Applicant for a degree**

E-mail: grusal@mail.ru,

Far Eastern State Agrarian University,

Blagoveshchensk, Amur region, Russia

SUBSTANTIATION OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL APPROACHES TO THE PRODUCTION OF INNOVATION PRODUCTS FOR FISH

Feed expenditures amount to nearly 50% of all costs of market fish production. So the maximal biological and economic effect can be achieved only in case of rational feeding of fish. There are feeding schemes with rations containing soy high-protein products in the form of semi-fat soya, ground oil-cake and soy-cake. However when manufacturers use these products they do not provide high efficiency of manufacturing fish products. The process of production of water-proof granules for fish is a very complicated process which is characterized with certain aggregate of in and out parameters determining operations for converting initial raw material into finished product. Using suitable methods of soy seeds treatment with the help of certain technique allows the production of effective feed stuffs for fish. On the basis of existing requirements we have worked out classification of the main technological operations on production of water-proof granular feed mixtures and also the technique for their realization. In this connection the topical question is the research carried out into improvement of technique of protein-carbohydrate granules production for fish feeding with soy component added. We have worked out structure chart of granulator-mixer that provides the production of water-proof granules with minimal crumbling capacity on the basis of binary composition "soy flour + potato paste". Specific feature of this construction is the compression chamber that makes it possible to abolish air interstice in structural net of the available composition and thus create favorable conditions for production of more solid granules. Optimal parameters for process of granule production are: 41% of initial humidity of composition and drying temperature 62,2°C. As the result of test, the manufactured product has humidity 12,5% and crumbling capacity 50%.

KEY WORDS: GRANULATED FODDER FOR FISH FEEDING, FEED MIXTURES, GRANULATOR-MIXER, GRANULE CRUMBLING CAPACITY, PROTEIN-CARBOHYDRATES FEEDING STUFFS, COMPRESSION CHAMBER, SOY FLOUR, POTATO PASTE

Целью исследований ставилось повышение эффективности рабочего процесса приготовления гранулированных кормовых смесей для рыб путем обоснования его параметров. Объектом исследования является технологический процесс приготовления соево-картофельных кормовых смесей в виде водостойких гранул для рыб. Предмет исследований – закономерности процесса приготовления соево-картофельных гранулированных кормовых смесей для рыб с использованием смесителя-гранулятора. Рабочей гипотезой при проведении данных исследований принято предположение, что получить качественную гранулированную кормовую смесь для рыб можно на основе бинарной композиции «необезжиренная термообработанная соевая мука + картофельная паста»

путем перераспределения влаги между компонентами в процессе их транспортирования с последующим уплотнением в компрессионной камере с помощью специального смесителя-гранулятора при соответствующих рациональных значениях его конструктивно-режимных параметров, обеспечивающих эффективное относительное перераспределение частиц компонентов, с исключением воздушных пор в продукте, а также формирование влажных гранул и их сушку.

Методы исследований. Общим методологическим подходом к проведению исследований по данному направлению является системный анализ, учитывающий взаимосвязь факторов в их совокупности.

В аналитических исследованиях ис-

пользованы положения и методы теоретической механики, математического анализа, а также механики сплошных сред.

Экспериментальные исследования проводились на пилотных установках с использованием методов планирования многофакторного эксперимента.

Обработка и анализ полученных данных осуществлялись с помощью методов математической статистики.

Результаты исследований. На основании проведенного системного анализа установлено, что в настоящее время имеется противоречие между желанием получить высококачественные продукты с использованием соевого компонента для кормления рыб и отсутствием совокупности научно обоснованных данных, позволяющих проектировать высокоэффективные технические средства по приготовлению белково-углеводного гранулята.

В соответствии с поставленной целью необходимо решение следующих задач:

- обосновать техническую и технологическую возможность, а также экономическую целесообразность получения гранулированных кормовых смесей для рыб на основе необезжиренной соевой муки и картофельной пасты;
- экспериментальным путем обосновать параметры получения соево-картофельных гранул;
- провести производственную проверку результатов исследований с целью установления качественных показателей гранул.

Процесс получения водостойких гранул для рыб является сложным процессом,

который характеризуется определенной совокупностью входных и выходных параметров, определяющих операции для превращения исходного сырья в готовый продукт.

На основании существующих требований разработана классификация основных технологических операций по приготовлению водостойких гранулированных кормосмесей, а также технических средств для их осуществления.

При этом установлено, что крошимость гранул зависит от способа подачи кормовых компонентов в загрузочный бункер устройства, способов их захвата и транспортирования, а также перераспределения частиц в камере и воды между частицами компонентов, чтобы из сыпучей и пастообразной систем получить вязко-пластичную массу продукта, способную к принятию заданных формы и свойств.

Согласно принятой нами схеме получения качественных гранул, наиболее целесообразными подходами для получения такой массы является использование необезжиренной соевой муки, которая в необходимом количестве содержит белковый и жировой ингредиенты, а также картофельная паста, богатую углеводами. Как показали наши исследования, данная композиция имеет высокую взаимную связывающую способность частиц, что обеспечивает в дальнейшем требуемые крошимость и водостойкость гранулированного корма.

На основе проведенного анализа разработана структурная схема смесителя-гранулятора, обеспечивающего получение водостойких гранул с минимальной крошимостью на основе бинарной композиции «соевая мука + картофельная паста» (рис.1).

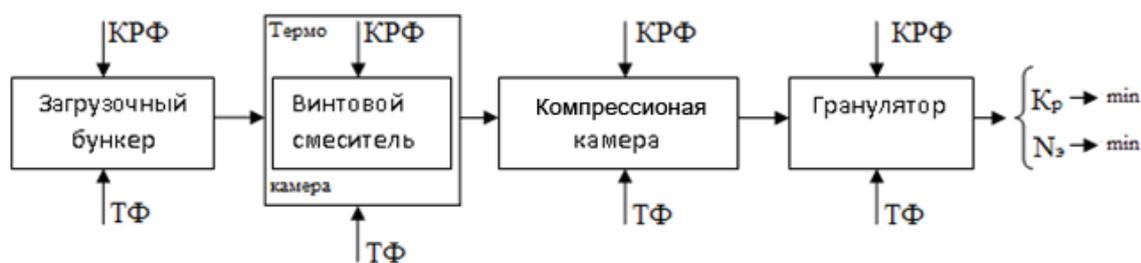


Рис. 1. Структурная схема смесителя-гранулятора:

КРФ – совокупность конструктивно-режимных факторов; ТФ – совокупность технологических факторов; K_p – крошимость гранул; N_z – энергоемкость процесса

Данный процесс характеризуется следующими функциональными зависимостями

$$\left. \begin{aligned} K_p &= f(KP\Phi; T\Phi) \rightarrow \min; \\ N_s &= f(KP\Phi; T\Phi) \rightarrow \min \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где $KP\Phi$ – совокупность конструктивно-режимных факторов, каждого из принятых в схеме процессов; $T\Phi$ – совокупность технологических факторов, влияющих, в конечном итоге, на крошимость гранул и энергоемкость их получения – N_s .

На основании анализа процесса получения гранул для рыб посредством системы уравнений установлено, что на эффективность данного процесса оказывает влияние множество как управляемых, так и неуправляемых факторов. В этой связи необходимо установить аналитическим путем зависимости, характеризующие данный процесс и с их помощью обосновать оптимальные значения параметров.

Эффективность принятых технологических и технических решений оценили с помощью разработанной на основании проведенного анализа экономико-математической модели:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{E} &= 0,01 \cdot (K_p^B - K_p^H) \cdot Q \cdot t_r \cdot D_r \cdot C \rightarrow \max; \\ K_p &= f(\Pi_p) \rightarrow \max; \\ \Pi_p &= 100 \cdot e^{-v \cdot y} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где \mathcal{E} – годовой экономический эффект, получаемый за счет возможности приготовления гранул с меньшей их крошимостью; K_p^B ; K_p^H – показатели крошимости соответственно по базовому и новому вариантам; Q – производительность оборудования линии по приготовлению гранул; t_r – годовой фонд рабочего времени линии; D_r – количество дней работы линии в году; C – реализационная цена гранул; Π_p – прочность гранул; v – равномерность распределения влаги во влажных гранулах; y – продолжительность перераспределения влаги в компонентах смеси.

Посредством анализа существующих способов и конструкций смесителей и пресс-грануляторов разработана конструктивно-технологическая схема гранулятора кормовых смесей на основе бинарной композиции «соевая мука + картофельная паста». Отличительной особенностью данной конструкции является наличие в ее составе компрессионной камеры. (рис.2)

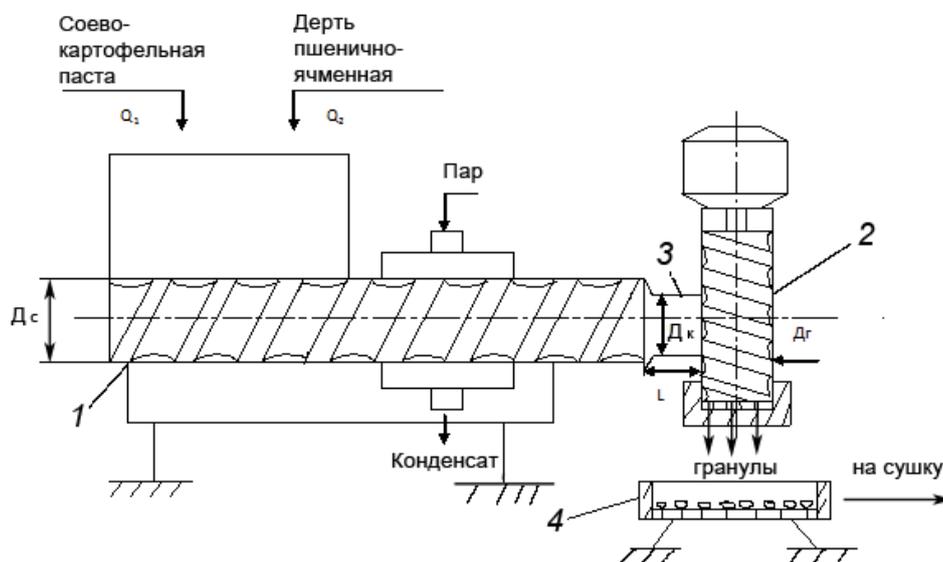


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема смесителя-гранулятора:
1 – смеситель; 2 – гранулятор; 3 – компрессионная камера; 4 – лоток сетчатый

Наличие такой камеры позволяет создать в ней давление и удалить воздушные поры в структурной сетке полученной ком-

позиции и тем самым создать благоприятные условия для получения более прочных гранул.

На основе двухкомпонентной смеси процесс получения гранул с минимально

возможной крошимостью, в первую очередь, характеризуется равномерностью перераспределения влаги между углеводным, имеющим влажность $W = 50 - 60\%$, и белковым, имеющим влажность $W = 8 - 10\%$, компонентами.

При этом в процессе такого перераспределения влаги углеводный компонент «отдает» влагу, а белковый – «получает» ее. В процессе «получения» такой влажности белковым компонентом происходит набухание белковых веществ, находящихся в соевой муке, что после сушки полученной композиции обеспечивает высокую водостойкость продукта.

На первом этапе экспериментальных исследований определены физико-механические свойства и показатели соевой муки, приготовленной на основе семян сои сорта «Соната» и картофельной пасты из картофеля сорта Адретта в соответствии со стандартными методиками.

На втором этапе исследований изучен процесс смешивания необезжиренной соевой муки с картофельной пастой с помощью смесителя-гранулятора.

В результате исследования установлено, что оптимальными параметрами процесса получения сушеных гранул являются следующие: исходная влажность композиции $W_n = 41,0\%$, соотношение компонентов

$C = 0,996 - 1,0$, и температура сушки $t^0 = 62,2^{\circ}\text{C}$.

На основании полученных данных разработана техническая схема приготовления кормов для рыб (рис.3).

Конструктивно-технологическая схема линии по производству белково-углеводных гранул для рыб представлена на рисунке 4.

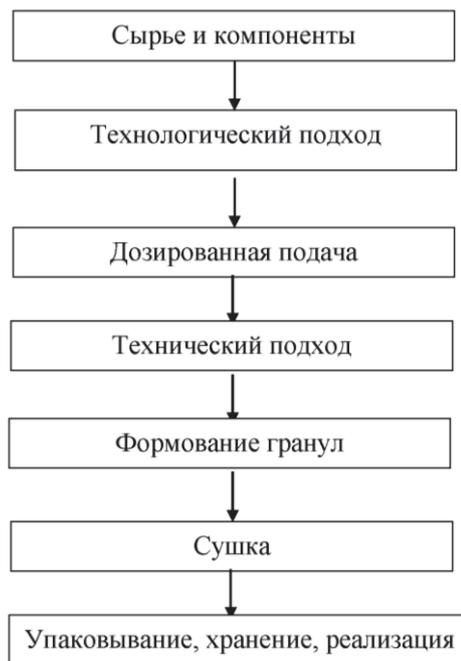


Рис. 3. Технологическая схема приготовления белково-углеводных гранул для рыб

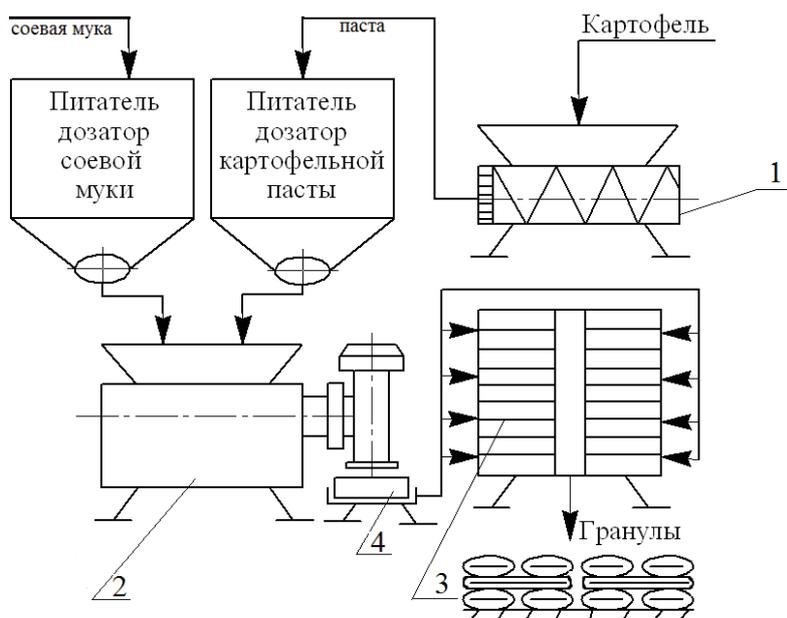


Рис. 4. Конструктивно-технологическая схема линии по производству белково-углеводных гранул для рыб:

1-измельчитель-пастоизготовитель; 2 – смеситель-гранулятор;

3 – сушильный шкаф «Универсал» - ЭСПИС-4; 4- сетчатый лоток

В результате производственной проверки получен продукт влажностью $W = 12,5\%$ и крошимостью, равной $Kp \leq 50\%$.

Заключение. Принятые за основу методологические подходы позволили решить

техническую задачу по приготовлению инновационного белково-углеводного продукта для рыб, обладающего повышенной биологической ценностью и требуемыми показателями качества.

Список литературы

1. Абрамов, А.И. Гранулирование комбикормов [Текст]/ А.И. Абрамов, Н.И.Полунина, М.Я. Зитсерман. – М.: Колос, 1969. – 103 с.
2. Денисов, А.М. Методика лабораторных испытаний кормоприготовительных машин // Сборник научных трудов ВИЭСХ. – М., 1964. – Вып. 14. – С. 36-38.
3. Доценко, С.М. Методика расчета технологической линии получения белкового гранулята / С.М. Доценко, Л.А. Ковалева // Вопросы переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. / РАСХН, ВНИИ сои. – Благовещенск, 2007. – Вып. 5. – С. 191-194.
4. Доценко, С.М. Обоснование технологических и конструктивно-режимных параметров смесителя-гранулятора / С.М. Доценко, Л.А. Ковалева // Вопросы переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. / РАСХН, ВНИИ сои. – Благовещенск, 2007. – Вып. 5. – С. 181-191.
5. Доценко, С.М. Повышение эффективности производства соевой белковой добавки: рекомендации / С.М. Доценко, С.А. Иванов, С.А. Баранов. – Благовещенск: ПКИ «Зея», 1999. – 16 с.
6. Доценко, С.М. Повышение эффективности работы технологических линий по производству соевых кормов: рекомендации / С.М. Доценко, С.А. Иванов. – Благовещенск, 2000. – 43 с.
7. Доценко, С.М. Технологическая линия по производству белкового компонента / С.М. Доценко, С.А. Иванов, Е.И. Морозова // Комбикорма. – 2002. – № 3. – С. 21.
8. Дрейнер, Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейнер, Г. Смит. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 349 с.
9. Жислин, Я.М. Оборудование для производства комбикормов, обогатительных смесей и премиксов. – М.: Колос, 1981. – 200 с.
10. Зайцева, М.А. Использование соевого белкового продукта в гранулированных кормах для рыб / М.А. Зайцева, Е.А. Неретина // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока: сб. науч. тр. по матер. научн. - практ. конф., посвященной 45-летию создания Всероссийского НИИ сои. (г. Благовещенск, 9-10 апреля 2013 г.): в 2 т. – Благовещенск: ГНУ ВНИИ сои, 2013. – Т. 2. – С. 50-52.
11. Повышение эффективности приготовления гранулированных кормовых смесей для рыб с использованием соевого компонента: монография / С.М. Доценко, В.В. Самуйло, М.А. Зайцева, Е.А. Неретина. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015. – 218 с.
12. Покрывание гранулированных комбикормов для рыб защитной пленкой. О. Калиновская, Э. Гулида, В. Чернявский, Т. Лукашевич // Мукомольно-элеваторная промышленность. – 1970. – № 3. – С. 26-28.

Reference

1. Abramov, A.I., Polunina, N. I., Zitserman, M. Ya. Granulirovanie kombikormov [Tekst] (Fodder Granulation [Text]), M., Izd-vo Kolos, 1969, 103 p.
2. Denisov, A.M. Metodika laboratornykh ispytaniy kormoprigotovitel'nykh mashin [Tekst] (Methods of Laboratory Testing of Feed-Processing Machines [Text]), Nauchnye trudy VIESKh, 1964, Vyp. 14, PP.36-38.
3. Dotsenko, S.M., Kovaleva, L.A. Metodika rascheta tekhnologicheskoi linii polucheniya belkovogo granulyata [Tekst] (Methods of Calculation of Processing Line for Protein Granules Production [Text]), Sb. nauch. tr. «Voprosy pererabotki s. kh. produktsii», vyp. 5, RASKhN, VNII soi, Blagoveshchensk, 2007, PP.191-194.
4. Dotsenko, S.M., Kovaleva, L.A. Obosnovanie tekhnologicheskikh i konstruktivno-rezhimnykh parametrov smesatelya-granulyatora [Tekst] (Substantiation of Processing and Operating Conditions of Granulator-Mixer [Text]), Sb. nauch. tr. «Voprosy pererabotki s. kh. produktsii», vyp. 5, RASKhN, VNII soi, Blagoveshchensk, 2007, PP.181-191.

5. Dotsenko, S.M., Ivanov, S.A., Baranov, S.A. Povyshenie effektivnosti proizvodstva soevoi belkovoii dobavki. Rekomendatsii [Tekst] (Improvement of Soy Protein Additive Production. Recommendations [Text]), Blagoveshchensk, PKI «Zeya», 1999, 16 p.
6. Dotsenko, S.M., Ivanov, S. A. Povyshenie effektivnosti raboty tekhnologicheskikh linii po proizvodstvu soevykh kormov: rekomendatsii [Tekst] (Improvement of Efficiency of Soy Fodder Processing Lines. Recommendations [Text]), Blagoveshchensk [b. i.], 2000, 43 p.
7. Dotsenko, S.M., Ivanov, S.A., Morozova, E.I. Tekhnologicheskaya liniya po proizvodstvu belkovogo komponenta [Tekst] (Protein Component Processing Line [Text]), *Kombikorma*, No 3, 2002, p.21.
8. Dreiner, N., Smit, G. Prikladnoi regressiionnyi analiz [Tekst] (Application Regression Analysis [Text]), M., Izd-vo Finansy i statistika, 1987, 349 p.
9. Zhislin, Ya.M. Oborudovanie dlya proizvodstva kombikormov, obogatitel'nykh smesei i premiksov [Tekst] (Mixed Fodder, Enrichment Mixture, Premix Manufacturing Equipment [Text]), M., Izd-vo Kolos, 1981, 200 p.
10. Zaitseva, M.A., Neretina, E.A. Ispol'zovanie soevogo belkovogo produkta v granulirovannykh kormakh dlya ryb (Use of Soy Protein Product in Granulated Feed for Fish Feeding), Agrarnye problemy nauchnogo obespecheniya Dal'nego Vostoka, sb.nauch.tr. po mater. nauchn.-prakt. konf., posvyashchennoi 45-letiyu sozdaniya Vserossiiskogo NII soi. (g. Blagoveshchensk, 9 – 10 aprelya 2013 g.), v 2 t., Blagoveshchensk, GNU VNII soi, T.2, PP. 50 – 52.
11. Kalinovskaya, O. Pokrytie granulirovannykh kombikormov dlya ryb zashchitnoi plenкой (Covering Granulated Mixed Fodder for Fish Feeding with Protective Film), O. Kalinovskaya, E. Gulida, V. Chernyavskii, T. Lukashevich, *Mukomol'no-elevatornaya promyshlennost'*, 1970, No 3, PP.26–28.
12. Povyshenie effektivnosti prigotovleniya granulirovannykh kormovykh smesei dlya ryb s ispol'zovaniem soevogo komponenta: monografiya (Improvement of Procession of Granulated Feed Mixture for Fish Feeding with the Help of Soy Component: Monograph), S. M. Dotsenko, V. V. Samuilov, M. A. Zaitseva, E. A. Neretina, Blagoveshchensk, Dal'GAU, 2015, 218 p.

УДК 631.365

ГРНТИ 55.57.39

**Самарина Ю.Р., канд. техн. наук, доцент; Щегорец О.В., д-р с.-х. наук, профессор;
Жирнов А.Б., д-р техн. наук, профессор; Епифанцев В.В., д-р с.-х. наук, профессор;
Якименко А.В., канд. техн. наук, доцент; Капустина Н.А., магистрант**

Дальневосточный государственный аграрный университет,

г. Благовещенск, Амурская область, Россия

E-mail: uoup_dalgau@mail.ru; ura1980@mail.ru

СУШКА КОРМОВОГО МАТЕРИАЛА РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Качество и объем производимой продукции зависит от множества факторов. Одним из них является грамотное полнорационное кормление животных, обеспечить которое в течение всего года в некоторых случаях не представляется возможным. Поэтому основной задачей является сохранения полноценного рациона в осенне-зимний период. Предлагаемая технологическая линия подготовки многокомпонентных кормовых смесей к длительному хранению позволит обеспечить полный рацион кормления животных как в летний, так и в зимний периоды. Основным и неотъемлемым этапом данного процесса является сушка. Главной задачей при совершенствовании технологий сушки кормовых продуктов является уменьшение длительности процесса и, как следствие, снижение энергетических затрат. В связи с этим актуальным является проведение исследований, направленных на повышение эффективности использования камерных терморрадиационных сушилок периодического действия. Действие облучательных инфракрасных установок основано на поглощении инфракрасного излучения обрабатываемыми материалами