ISSN 2078-7138

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

АГРОПАНОРАМА

№ 6 - декабрь 2011

В номере:

Основные направления повышения эффективности земледелия Беларуси

Методика инженерного расчета кинематических параметров движения капель рабочего раствора пестицидов в воздушной среде

Компьютерная оптимизационная модель ресурсосберегающего рациона новотельных коров

Анализ стимулирующих факторов уплотнения графиков электрических нагрузок в коммунально-бытовом секторе

С новым годом!

Уважаемые коллеги, друзья!

Приближается Новый год – праздник, который является символом добра и надежд. По сложившейся традиции в эти предпраздничные дни мы подводим итоги уходящего года и строим планы на будущее.

В прошедшем году коллектив университета плодотворно работал над решением поставленных задач по дальнейшему совершенствованию образовательных технологий, направленных на повышение качества подготовки высококвалифицированных инженерно-технических специалистов для АПК, а также интеграции нашего вуза в Европейскую образовательную систему.

Большое внимание коллектив БГАТУ уделял научной работе. В 2011 году в университете создано и внедрено в производство около 20 новых научных разработок. Учеными, сотрудниками, студентами и аспирантами университета получено более 160 патентов Республики Беларусь на изобретения и полезные модели, а также сотрудниками и аспирантами университета успешно защищено 8 кандидатских диссертаций. Научные исследования проводились по заданиям государственных программ, Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, региональной научно-технической программе «Развитие Минской области» и прямым хоздоговорам с предприятиями и организациями страны. Радовали нас и научные достижения наших студентов, их многочисленные победы на республиканских и международных конкурсах.

И, безусловно, одним из важных событий уходящего года является завершение строительства нового корпуса и создание в структуре университета НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства.

Уважаемые коллеги! Примите слова искренней благодарности за самоотверженный труд и достойный вклад в дело воспитания и обучения молодежи, а также укрепления научного потенциала университета.

От всей души поздравляю ученых, преподавателей, студентов, аспирантов и всех сотрудников университета с Новым 2012-м годом и Рождеством!

Желаю всем в Новом году новых профессиональных достижений, творческих успехов в учебе и труде. Пусть свершатся все задуманные нами проекты на благо университета и родной Беларуси!

Дорогие друзья! Счастья, крепкого здоровья, добра и благополучия Вам и Вашим близким!

Н.В. Казаровец,
ректор университета

АГРОПАНОРАМА 6 (88) декабрь 2011

Издается с апреля1997 г.

Научно-технический журнал
для работников
агропромышленного комплекса.
Зарегистрирован в Министерстве
информации Республики Беларусь
21 апреля 2010 года.
Регистрационный номер 1324

Учредитель
Белорусский государственный аграрный технический университет

Главный редактор
Николай Владимирович Казаровец

Заместитель главного редактора
Михаил Александрович Прищепов

Редакционная коллегия:

И.М. Богдевич
Г.И. Гануш
Л.С. Герасимович
В.Н Дашков
Е.П. Забелло
П.П. Казакевич
А.Н. Карташевич
Л.Я. Степук
В.Н. Тимошенко
И.Н. Шило
А.П. Шпак

В.Г. Леван – ответственный секретарь
Н.И. Цындрина – редактор

Компьютерная верстка
В.С. Медведев

Адрес редакции:
Минск, пр-т Независимости, д.99/1, к. 220
Тел. (017) 267-47-71 Факс (017) 267-41-16

Прием статей и работа с авторами:
Минск, пр-т Независимости, д.99/1, к. 333, 324
Тел. (017) 267-61-21, 267-22-14
Факс (017) 267-25-71
E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2006, Издание университетское.
Формат издания 60 х 84 1/8.
Подписано в печать с готового оригинала-макета 22.12.2011 г. Зак. № 1164 от 20.12.2011 г.
Дата выхода в свет 30.12.2011 г.
Печать офсетная. Тираж 100 экз.
Статьи рецензируются.
Отпечатано в ИПЦ БГАТУ по адресу: г. Минск, пр-т. Независимости, 99, к.2
ЛП № 02330/0552743 от 2.02.2010 г.
Выходит один раз в два месяца.
Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.
Цена журнала на 1-ое полугодие 2012 года:
для индивидуальных подписчиков - 48330 руб.;
ведомственная - 95508 руб.;
Цена журнала - 14690 руб.

При перепечатке или использовании публикаций согласование с редакцией и ссылка на журнал обязательны. Ответственность за достоверность рекламных материалов несет рекламодатель.

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ

Сельскохозяйственное машиностроение. Металлообработка

В.Б Ловкис, Н.Г Бакач, Е.Г. Радько, Н.К. Лисай
Исследование влияния прикатывающего катка на изменение характеристик почвы по глубине....4

О.В. Гордеенко, И.С. Крук, Э. Каминский, Ю.И. Титов, А.А. Новиков
Методика инженерного расчета кинематических параметров движения капель рабочего раствора пестицидов в воздушной среде....6

О.В. Климович, Т.В. Бойко
Экспериментальные исследования рекуперативного привода системы очистки зернового вороха комбайна....11

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

Л.В. Кукреш, П.П. Казакевич
Основные направления повышения эффективности земледелия Беларуси....15

П.П. Ракецкий, А.Я. Райхман, С.Н. Пилюк, Ж.В. Романович
Компьютерная оптимизационная модель ресурсосберегающего рациона новотельных коров....20

В.А. Люндышев, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, В.П. Цай
Провит в составе БВМД при выращивании бычков на мясо....24

Технологии переработки продукции АПК

Т.М. Тананайко, Д.В. Хлиманков
Извлечение сахарозы при установлении оптимальных режимов водно-тепловой обработки свекловичной кашки....28

Е.А. Давыдова, Т.А. Заболоцкая, А.Н. Лилишенцева
Изучение возможности применения липолитических ферментов при производстве твердых сыров с высокой температурой второго нагревания....32

Энергетика. Транспорт

Е.П. Забелло, В.А. Дайнеко, В. Г. Булах
Анализ стимулирующих факторов уплотнения графиков электрических нагрузок в коммунально-бытовом секторе....35

Технический сервис в АПК. Экономика

П.А. Дроздов, В.А. Матрунчик
К вопросу об уровне рентабельности товарной продукции растениеводства....39

Л.Е. Сошников, В.С. Ионин
Моделирование динамических рядов индексов цен производителей продовольственных товаров в Республике Беларусь....41

Перечень статей, опубликованных в журнале «Агропанорама» в 2011 году....45

НАШ АКАДЕМИК

К 90-летию академика Национальной академии наук Беларуси и Российской академии сельскохозяйственных наук М.М. Севернёва

Крылатое выражение «в жизни всегда есть место подвигу» в полной мере относится к жизни и деятельности академика двух академий (НАН Беларуси и РАСХН), кавалера орденов и медалей за боевые и трудовые заслуги, в том числе ордена Красной звезды, полученного в годы войны, и медали «Франциска Скорины», врученной Президентом страны, автора опубликованных и переизданных в Беларуси и за рубежом книг, получивших мировое научное признание, основателя двух научных школ – по надежности и долговечности сельхозмашин и энергоэффективным технологиям в сельском хозяйстве, разработчика принятого НАН Беларуси «Кодекса ученого», большого ученого и Учителя с большой буквы, Человека и гражданина Михаила Максимовича Севернева.

Перелистывая страницы его жизни, мы восхищаемся его мужеством, твердостью и честностью, гордимся причастностью к делам развития аграрной науки и техники, которые он продолжает, переняв в свое время эстафетную палочку от своего учителя – академика М.Е. Мацепуро.

Простой сельский паренек, родившийся 21 ноября 1921 года в деревне Север Белыничского района Могилёвской области, прошел суровую школу жизни, ставшей боевым и трудовым подвигом. В хронологическом порядке она изложена так: 1941 – 1944 гг. – подпольщик, партизан, до сих пор не забывший чувства холода и голода, прорывавший блокаду и наносящий удары по вражеским тылам; 1945 г. – сержант, командир минометного расчета, завершившего войну взятием Кенигсберга; 1946 – 1951 гг. – студент – комсорг курса Белорусского политехнического института; 1951 – 1953 гг.– аспирант академика М.Е. Мацепуро. С 1954 года – младший научный сотрудник, руководитель лаборатории Института механизации и электрификации сельского хозяйства АН БССР. В 1965 году Михаил Максимович возглавил Центральный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ЦНИИМЭСХ) Нечерноземной зоны СССР. С 1972 по 1976 год – заместитель Председателя Совета Министров БССР. В 1976 году он вновь назначен директором ЦНИИМЭСХ, одновременно, с 1976 по 1980 год, выполнял обязанности академика-секретаря Западного отделения ВАСХНИЛ, а с 1983 года – руководителя отделения. В 1992 – 1996 годах – вице-президент Академии аграрных наук Беларуси. С 1996 года – советник Президиума Академии аграрных наук. С 2002 года – главный научный сотрудник БелНИИ механизации сельского хозяйства НАН Беларуси и по настоящее время – академик НАН Беларуси и РАСХН.

Работая руководителем ЦНИИМЭСХ, М.М. Севернев огромное внимание уделял развитию материально-технической базы и внедрению научных разработок в производство. В это время был построен 7-й корпус института, надстроены два этажа 4-го корпуса, принадлежавшего ранее профтехучилищу, кардинально модернизирован экспериментальный завод, который состоял ранее из 2-х мастерских, и сформировано опытное производство в п. Ждановичи. Также им была создана испытательная база «Новые Зеленки» Червенского района – прообраз современного научно-технологического по-

лигона в Экспериментальной базе «Зазерье», где осуществляется непрерывная апробация новейших технологий и технических средств. Сегодня Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства – правопреемник ЦНИИМЭСХ, имеет высокий авторитет и продолжает развиваться на традициях, заложенных академиками М.Е. Мацепуро и М.М. Северневым.

Еще в 1970-е годы, видя дальнюю перспективу и проблему с ресурсами ископаемых видов топлива, Михаил Максимович создал в ЦНИИМЭСХе лабораторию использования топливно-энергетических ресурсов (1985 г.), которая решала вопросы нормирования топлива, и со временем выросла до отдела, разрабатывающего энергоэффективное оборудование для реализации перспективных технологий сельскохозяйственного производства.

В Республике Беларусь и далеко за ее пределами работают сотни кандидатов и докторов наук, которые защитили диссертации при активной поддержке М.М. Севернева и продолжают развивать идеи и направления созданных им научных школ. В том числе 42 кандидата технических наук и полдюжины докторов наук он подготовил лично. Мировое признание получили его научные школы, статьи и монографии.

Академик М.М. Севернев выполняет все положения разработанного им «Кодекса ученого», основные заповеди которого и сегодня остаются актуальными и востребованными:

– владей всей необходимой информацией по избранной теме;

– четко определи конечную цель разработки и планируемый уровень научно-технического прогресса;

– стремись обогатить науку фундаментальными исследованиями;

– создай новое и превзойди его, обеспечивая непрерывность ускорения научно-технического прогресса;

– обеспечь обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций;

– подтверди эффективность разработок с учетом масштабного фактора на полный объем внедрения;

– не навреди природе, человеку и обществу.

В настоящее время сотрудники РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» успешно работают, развивая идеи и концепции, заложенные в научных трудах их Учителя. Руководство предприятия уделяет большое внимание хорошим традициям товарищеской доброжелательной критики и дружеской поддержки своих коллег, что всегда поддерживалось академиком М.М. Северневым.

Михаил Максимович за разработку с коллективом своих учеников технологии и жатки для уборки полеглых зерновых культур в 1978 году был удостоен звания Лауреата Государственной премии БССР. Под его руководством экспериментальный завод в год серийно выпускал до 350 раздатчиков – смесителей кормов для свиноводческих комплексов всего Советского Союза, в институте ежегодно проводились республиканские семинары по сельскому хозяйству и строились демонстрационные объекты для участников семинара, приезжавших из всех союзных республик. Ежегодно институт посещали члены правительства и первые лица республики.

Михаил Максимович Севернев вел большую государственную и общественную работу. В частности, был депутатом Верховного Совета БССР двух созывов, Председателем комиссии по сельскому хозяйству Верховного Совета, Председателем общества Белорусско-Индийской дружбы и заместителем Председателя общества СССР-Индия.

От души хочется пожелать юбиляру, государственному и общественному деятелю, академику Михаилу Максимовичу Северневу, от себя лично и от имени сотрудников Центра – его коллег и друзей – доброго здоровья, творческих успехов и большого человеческого счастья.

Спасибо Вам, дорогой Михаил Максимович, за Ваш подвиг на войне, в науке и в жизни!

Ген. директор РУП «НПЦ НАН Беларуси»,
канд. эконом. наук, доцент
В.Г. САМОСЮК

УДК 631.314.1/631.431 ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.10.2011

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИКАТЫВАЮЩЕГО КАТКА НА ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ ПО ГЛУБИНЕ

В.Б Ловкис, канд. техн. наук, доцент, Н.Г Бакач, канд. техн. наук, Е.Г. Радько, аспирант (БГАТУ); Н.К. Лисай, канд. техн. наук, директор (ДП «Мостовская сельхозтехника»)

Аннотация

Показано, как изменяются характеристики почвы по глубине при воздействии гладкого и кольчато-шпорового катков.

It is shown how characteristics of soil depth vary under the influence of a smooth and ring-rollers.

Введение

По ряду признаков почвообрабатывающий каток, имеющий в основе геометрической формы тело вращения с горизонтальной осью, которое при движении совершает вращение вокруг оси и перемещение, можно отнести к ротационным почвообрабатывающим рабочим органам. Для таких рабочих органов одним из основных параметров, характеризующих режим работы, является показатель кинематического режима (λ), который представляет собой отношение линейной скорости точки поверхности катка, определяемое как $\vartheta = \omega \cdot r$, к поступательной скорости центра катка $\upsilon_п$, при равномерном прямолинейном движении.

Выделим три возможных режима работы почвообрабатывающего катка: λ =1, λ <1, λ >1. Каждый режим работы характеризуется определенной траекторией точек поверхности катка – циклоидой.

В процессе работы катка наблюдается его скольжение. В.П. Горячкин оценивал скольжение, как отношение дуги вращения к пути, проходимому осью колеса [1, т. 1, с. 262].

Основная часть

При работе почвообрабатывающего катка заложен показатель кинематического режима работы λ = 1.

Для описания процесса взаимодействия катка с почвой рассмотрим классическую схему катка с жестким ободом и гладкой поверхностью, при уплотнении почвы на глубину h (рис. 1) [2].

Рассматривая направление скоростей точек обода и почвы, с учетом постоянного по глубине коэффициента трения (допущением является также условие, что точка почвы не забегает перед катком и, как очевидно, не внедряется в поверхность катка), получим следующее:

– скорость точки обода «а» по касательной к траектории (в этой точке проходит нормаль действия катка на частицу почвы m). Направление скорости V точки почвы m отклонено относительно нормали N на угол трения. Если угол скольжения ε больше угла трения φ, то выполнится условие скольжения, следовательно, явно выражена первая зона скольжения (длина траектории a_0-a_3), и результирующая реакции почвы будет проходить выше оси вращения катка;

– участок траектории, когда скорости точек почвы совпадают со скоростями точек обода катка (длина траектории между a_3 и a_4). В этом случае не будет происходить скольжение, следовательно, направление перемещения почвы вместе с катком, т.е. результирующая реакция почвы проходит через центр катка, следовательно, если угол скольжения ε не превышает угла трения φ, то отсутствует условие скольжения.

– следующий участок (длина траектории a_4-a_5) прохождения результирующей реакции почвы ниже оси вращения катка, что опять же приводит к сколь-

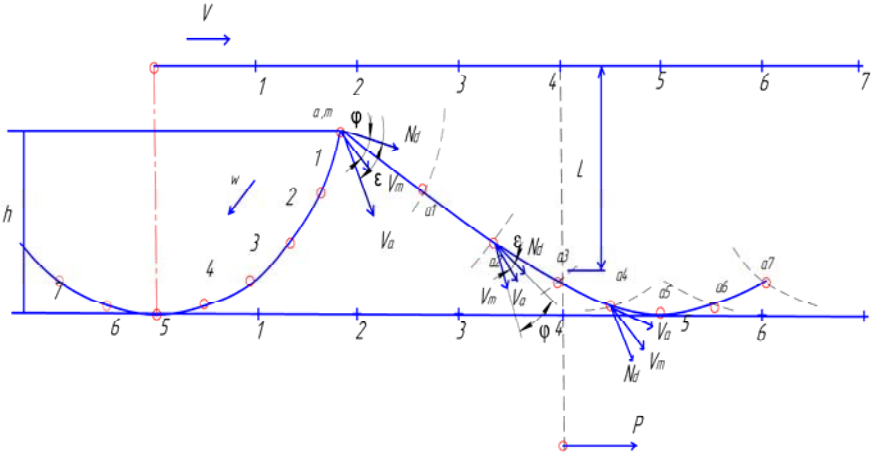


Рисунок 1. Траектория движения почвообрабатывающего катка: а – точка поверхности катка; m – точка почвы; V – поступательная скорость центра катка; P – сила, создающая тормозной момент на плече L при нахождении центра катка в положении 4.

жению, но уже положительному.

Зона 1, где скольжение положительное, можно исключить следующими способами: снижением глубины погружения катка, т.е. создаваемым удельным давлением на почву, и создавая дополнительным движущий момент на катке за определенный промежуток времени. Зона 2, величина, которая зависит от угла трения, не требует исключения, так как в ней отсутствует скольжение.

В зоне 3, где угол трения имеет постоянное значение, определяющим фактором является дополнительный переменный отрицательный момент, прикладываемый в определенное время, исключающий образование зоны скольжения[3].

Теоретические исследования действительных траекторий точек поверхности почвообрабатывающего катка, с целью возможного устранения зон скольжения, указывают на то, что изменение траекторий перемещения точек поверхности катка, а соответственно, и характера процесса взаимодействия с почвой, возможно при условии изменения режима работы и типа рабочей поверхности катка для различных почвенно-климатических условий (коэффициентов трения почвы и поверхности катка)[4].

Модульный каток со сменными рабочими органами КМ-7 предназначен для уплотнения почв с различными физико-механическими свойствами. В процессе лабораторных испытаний определялись характеристики изменения почвы по глубине при воздействии гладкого и кольчато-шпорового катков. При проведении лабораторных экспериментов исследовались удельная нагрузка, скорость и кинематический режим работы катков. Откликами при проведении исследований приняты физико-механические свойства почвы: плотность, влажность, коэффициент структурности.

Результаты определения плотности по глубине почвенного профиля отображены на графике изменения плотности почвы по глубине от режимов работы катков (рис. 2). Анализ построенных графиков указывает на значительное влияние формы рабочей поверхности, на изменение плотности почвы, как в поверхностном слое, так и по глубине почвенного профиля. Влияние гладкого катка при различных режимах работы имеет неравномерный характер. Разброс значений очень высокий, что объясняется неравномерностью распределения давления катка из-за сплошной поверхности контакта с почвой.

Исследование степени влияния режимов работы кольчато-шпорового катка (рис. 2) указывает на более

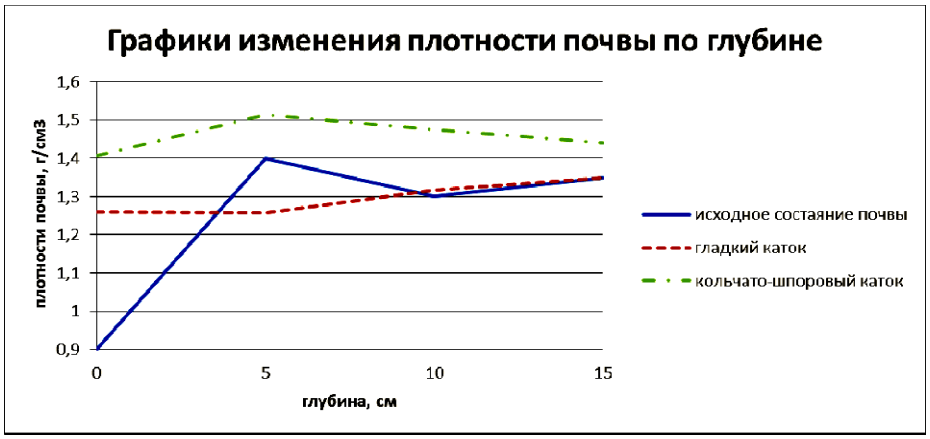


Рисунок 2. Графики изменения плотности почвы по глубине от режимов работы катка: 0 – исходное состояние почвы; 1 – гладкий каток; 2 – кольчато-шпоровый каток

равномерное распределение плотности при различных режимах его работы в наблюдаемом поверхностном слое – 0-5см. Отмечается меньшее влияние на изменение плотности почвы на глубине 10-20 см. На глубине больше 20 см приращение плотности почвы относительно исходного состояния составляет 0,01-0,015 г/см^3.

При проведении лабораторных исследований одновременно фиксировалось изменение влажности почвы по глубине при различных исследуемых факторах (рис. 3).

Анализ влияния гладкой поверхности указывает

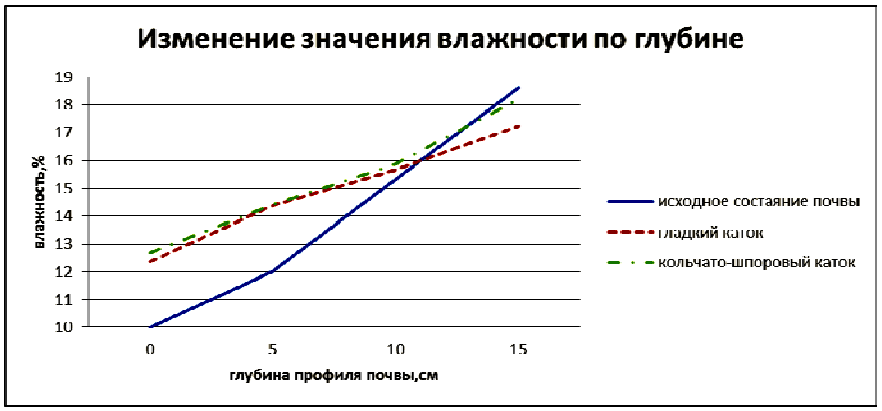


Рисунок 3. Графики изменения влажности почвы по глубине от режимов работы катка: 0 – исходное состояние почвы; 1 – гладкий каток; 2 – кольчато-шпоровый каток

на значительный разброс значений влажности на поверхностном слое и изменение влажности по глубине почвенного профиля. Установлено, что уменьшение скорости перемещения катка приводит к увеличению влажности на всей глубине почвенного профиля. Изменение влажности почвы при работе кольчато-шпорового катка более равномерное и имеет меньшую степень варьирования в исследуемом слое, где диапазон изменения влажности находится в пределах 11,5…12,5%. Наиболее значимыми факторами являются поступательная скорость и кинематический режим работы катка. Так, увеличение поступательной скорости и кинематического режима работы катка приводит к увеличению влажности почвы на 2-3%. Незначительное влияние в сравнении со скоростными режимами работы оказывает удельная нагрузка.

При проведении лабораторных исследований получены результаты по определению коэффициента структурности. Изменение коэффициента структурности (рис. 4) зависит в значительной степени от формы рабочей поверхности и удельной нагрузки, создаваемой гладким катком на почву.

С увеличением удельной нагрузки до 55-60Н/см при работе гладкого катка наблюдается увеличение количества эрозионно-опасных частиц выше предельно допустимого и снижение коэффициента структурности до 0,8-1,1единиц. При исследуемых режимах работы кольчато-шпорового катка отмечается значительное увеличение коэффициента структурности на глубине 1-10 см.

Заключение

Исходя из результатов проведенных лабораторных экспериментов, можно сделать следующий вывод. С увеличением удельной нагрузки при работе гладкого катка наблюдается интенсивное уплотнение верхних и нижележащих слоев почвы, увеличение влажности, снижение коэффициента структурности почвы, а увеличение скорости и удельной нагрузки при работе кольчато-шпорового катка увеличивает степень уплотнения только верхнего слоя почвы, увеличивает влажность и повышает коэффициент структурности на всех слоях почвенного горизонта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горячкин, В.П. Собрание сочинений в 3-х томах/ В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1965. – Т.1. – 720 с, т. 2. – 459 с.

2. Агейкин, Я. С. Вездеходные колесные и комбинированные движители (теория и расчет)/ Я.С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.

3. Новичихин, В.А. Деформация опорными поверхностями сжимаемой среды/ В.А. Новичихин. – Мн.: Высшая школа, 1964. – 175 с.

4. Периков, Р.Ф. Общая динамика и кинематика колесных машин/ Р.Ф. Периков. – Тверь, 1998. – 27 с.

УДК 631.348.45 ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 4.11.2011

МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ КАПЕЛЬ РАБОЧЕГО РАСТВОРА ПЕСТИЦИДОВ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

О.В. Гордеенко, канд. техн. наук, доцент (БГСХА); И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ; ИППК МЧС Беларуси); Э. Каминский, докт. техн. наук, профессор (Институт технологических и естественных наук в Фалентах, Республика Польша); Ю.И. Титов, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ); А.А. Новиков, зав. кафедрой (ИППК МЧС Беларуси)

Аннотация

В статье исследованы закономерности движения капли рабочего раствора пестицида в сопротивляющейся среде, на основании которых получены зависимости для определения скорости и координат ее положения в заданный момент времени.

In this paper the laws of motion of the drop of working solution of the pesticide in a resisting medium are investigated for acquiring the dependences for determining the velocity and the coordinates of its position at a given time.

Введение

Эффективность работы сельскохозяйственных полевых опрыскивателей, наряду с другими показателями, определяется равномерностью распределения препарата по обрабатываемому объекту, дисперсностью факела распыла, густотой покрытия обрабатываемой поверхности и величиной потерь пестицидов, которые определяются правильным подбором и параметрами установки распылителей.

Механизм осаждения капель рабочего раствора пестицидов на обрабатываемой поверхности сложен и многообразен. Капля, оторвавшись от выброшенной из сопла распылителя струи жидкости, обладая запасом кинетической энергии, замедленно движется под дейст-

вием движущей силы (силы тяжести) и силы сопротивления среды. Спустя некоторое время, когда эти силы взаимно уравновесятся, она достигает конечной скорости и движется по траектории, параметры которой определяются начальными условиями истечения жидкости из сопла и состоянием окружающей среды.

Исследование закономерностей движения капель в воздушной среде позволяет определить скорость и координаты падения на обрабатываемую поверхность, обосновать конструкцию, размеры, оптимальные режимы работы и параметры установки распылителей, что особенно важно на стадии проектирования конструкций полевых опрыскивателей и распылителей.

Основная часть

Для изучения закономерностей движения капель в воздушной среде примем следующие допущения: расчетная форма капли в виде шара, силы сопротивления ее полету пропорциональны квадрату скорости, и она не меняет своей массы и формы на протяжении всей траектории движения.

Капля жидкости M массой $m_к$, выброшенная из сопла распылителя в окружающую среду со скоростью $\vartheta_{к0}$ под углом γ_0 к вертикали, совершает дальнейшее движение под действием сил тяжести $G_к$ и лобового сопротивления воздуха $F_с$. Сила лобового сопротивления направлена по касательной к траектории полета в сторону, противоположную направлению движения, и является заданной функцией скорости капли $\vartheta_к$

$$F_с = -\lambda \cdot \vartheta_к^2,$$

где λ – приведенный коэффициент сопротивления, кг/м.

Сила тяжести, действующая на каплю, определяется по формуле:

$$G_к = m_к g,$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Для исследования закономерностей движения капли свяжем с ней естественную (подвижную) систему координат τMn, а неподвижную (декартовую) – xOz поместим в точку вылета O (рис. 1).

Уравнения движения точки M в естественной системе координат будут иметь вид [1, 2]:

$$m_к \cdot \frac{\mathrm{d}\vartheta_к}{\mathrm{d}t} = m_к g \cdot \cos\gamma - \lambda \cdot \vartheta_к^2; \quad (1)$$

$$m_к \cdot \frac{\vartheta_к^2}{\rho} = m_к g \cdot \sin\gamma, \quad (2)$$

где ρ – радиус кривизны траектории точки M в заданный момент времени, м;

γ – угол, который образует вектор скорости точки M в данный момент времени с осью Oz.

Разделив левую и правую части уравнений на массу капли $m_к$, получим:

$$\frac{\mathrm{d}\vartheta_к}{\mathrm{d}t} = g \cdot \cos\gamma - \frac{\lambda}{m_к} \cdot \vartheta_к^2 = g \cdot \cos\gamma - C_т \cdot \vartheta_к^2; \quad (3)$$

$$\frac{\vartheta_к^2}{\rho} = g \cdot \sin\gamma, \quad (4)$$

где $C_т$ – отношение приведенного коэффициента сопротивления движению капли к ее массе, 1/м [3]:

$$C_т = \frac{\lambda}{m_к} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \xi \cdot S_к \cdot \rho_г}{m_к},$$

где $S_к$ – площадь миделева сечения капли, м^2;

$\rho_г$ – плотность воздуха при нормальных условиях, кг/м^3;

ξ – коэффициент аэродинамического сопротивления движению капли в окружающей среде.

Замечая, что бесконечно малому перемещению ds точки M по траектории соответствует бесконечно малый угол dγ, который образуется между касательными в двух смежных точках (угол смежности) [4], выразим кривизну кривой через угол смежности:

$$k = \frac{1}{\rho} = -\frac{\mathrm{d}\gamma}{\mathrm{d}s} = -\frac{\mathrm{d}\gamma}{\mathrm{d}t} \cdot \frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}s} = -\frac{1}{\vartheta_к} \cdot \frac{\mathrm{d}\gamma}{\mathrm{d}t}. \quad (5)$$

В зависимости (5) знак «минус» указывает, что угол γ убывает с возрастанием дуги ds. Подставив выражение (5) в уравнение (4), после соответствующих преобразований, получим:

$$\frac{\mathrm{d}\gamma}{\mathrm{d}t} = -\frac{g \cdot \sin\gamma}{\vartheta_к}. \quad (6)$$

Из уравнения (6) определим время перемещения точки M по дуге длиной ds:

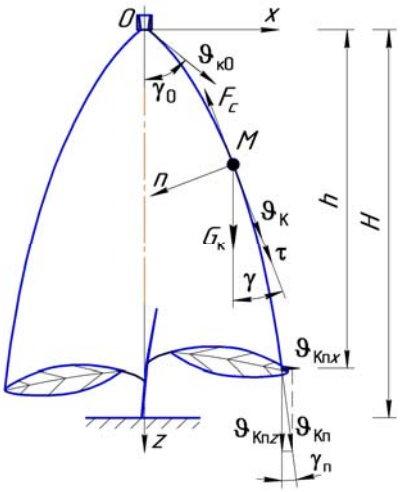


Рисунок 1. Расчетная схема падения капли жидкости в воздушной среде

$$dt = -\frac{\vartheta_к \cdot d\gamma}{g \cdot \sin\gamma}. \quad (7)$$

Подставив выражение (7) в уравнение (3), исключим из него параметр t и получим:

$$\frac{d\vartheta_к}{d\gamma} = -\frac{\vartheta_к \cdot \cos\gamma}{\sin\gamma} + \frac{C_т \cdot \vartheta_к^3}{g \cdot \sin\gamma}. \quad (8)$$

Разделив в уравнении (8) переменные и приведя его к общему знаменателю, получим:

$$\frac{d\vartheta_к}{d\gamma} \cdot \sin\gamma + \vartheta_к \cdot \cos\gamma = \frac{C_т \cdot \vartheta_к^3}{g}. \quad (9)$$

Левая часть выражения (9) представляет собой производную сложной функции вида $\Phi = U \cdot V$, следовательно ее можно представить в виде:

$$\frac{d\vartheta_к}{d\gamma} \cdot \sin\gamma + \vartheta_к \cdot \cos\gamma = \frac{d(\vartheta_к \cdot \sin\gamma)}{d\gamma}. \quad (10)$$

С учетом выражения (10) уравнение (9) примет вид:

$$\frac{d(\vartheta_к \cdot \sin\gamma)}{d\gamma} = \frac{C_т \cdot \vartheta_к^3}{g}. \quad (11)$$

Для разделения переменных, левую и правую часть уравнения (11) разделим на $\vartheta_к^3 \cdot \sin^3\gamma$

$$\frac{d(\vartheta_к \cdot \sin\gamma)}{(\vartheta_к \cdot \sin\gamma)^3} = \frac{C_т}{g} \cdot \frac{d\gamma}{\sin^3\gamma}. \quad (12)$$

Найдем решение уравнения (12), удовлетворяющее начальным условиям вылета капли из сопла распылителя (при $\vartheta_к = \vartheta_{к0}; \gamma = \gamma_0$). Для этого левую и правую часть уравнения проинтегрируем в заданных пределах

$$\int_{\vartheta_{к0}\cdot\sin\gamma_0}^{\vartheta_к\cdot\sin\gamma} \frac{d(\vartheta_к \cdot \sin\gamma)}{(\vartheta_к \cdot \sin\gamma)^3} = \frac{C_т}{g} \cdot \int_{\gamma_0}^{\gamma} \frac{d\gamma}{\sin^3\gamma}. \quad (13)$$

В соответствии со свойствами интеграла, левая часть выражения (13) представляет собой табличный интеграл от степенной функции, а правая – табличный интеграл от степенной тригонометрической функции. После интегрирования выражения (13) в заданных пределах, получим:

$$-\frac{1}{2 \cdot \vartheta_к^2 \cdot \sin^2\gamma} + \frac{1}{2 \cdot \vartheta_{к0}^2 \cdot \sin^2\gamma} = \frac{C_т}{g} \times$$

$$\times \left[\left(-\frac{\cos\gamma}{2 \cdot \sin^2\gamma} + \frac{1}{2} \ln tg \left| \frac{\gamma}{2} \right| \right) - \left(-\frac{\cos\gamma_0}{2 \cdot \sin^2\gamma_0} + \frac{1}{2} \ln tg \left| \frac{\gamma_0}{2} \right| \right) \right]. \quad (14)$$

Из зависимости (14) определим решение уравнения (3) относительно скорости полета капли в сопротивляющейся среде:

$$\vartheta_к = \frac{\vartheta_{к0} \cdot \sin\gamma_0}{\sin\gamma} \times$$

$$\times \left(1 + \frac{C_т}{g} \vartheta_{к0}^2 \sin^2\gamma \left[\frac{\cos\gamma}{\sin^2\gamma} - \frac{\cos\gamma_0}{\sin^2\gamma_0} - \ln \left| \frac{tg(0{,}5\gamma)}{tg(0{,}5\gamma_0)} \right| \right] \right)^{-\frac{1}{2}}. \quad (15)$$

Следует отметить, что дальнейшее решение задачи по определению текущих координат *x = f(t) и z=f(t)*, а также траектории полета капли *z=f(x)* не представляется возможным из-за сложности разделения переменных $\vartheta_к$ и γ в выражении (15) без существенных упрощений в обосновании модели полета капли в сопротивляющейся среде, как это сделано в работах [5-8].

В данной статье сделаем упрощение не в модели полета капли, а в решении дифференциального уравнения (12).

При опрыскивании сельскохозяйственных культур штанговым опрыскивателем наименьшее расстояние между соплом распылителя и обрабатываемой поверхностью составляет 0,5 м. Вылет капель жидкости из распылителя характеризуется начальной скоростью $\vartheta_{к0} = 2...10$ м/с, направленной под углом $\gamma_0 = 20...25°$ к вертикали. В момент соприкосновения капли с обрабатываемой поверхностью угол между вектором скорости и вертикалью уменьшается не более чем на 5…7° [9]. Пользуясь тем, что с изменением угла в этих пределах sinγ изменяется незначительно, принимаем в знаменателе правой части уравнения (12) следующее приближенное равенство:

$$\sin^3\gamma \approx \sin\gamma_0 \cdot \sin^2\gamma. \quad (16)$$

С учетом принятого приближения, уравнение (12) примет вид:

$$\frac{d(\vartheta_к \cdot \sin\gamma)}{(\vartheta_к \cdot \sin\gamma)^3} = \frac{C_т}{g \cdot \sin\gamma_0} \cdot \frac{d\gamma}{\sin^2\gamma}. \quad (17)$$

В результате интегрирования уравнения, с учетом начальных условий ($\vartheta_к = \vartheta_{к0}; \gamma = \gamma_0$) и последующих преобразований, получим:

$$\vartheta_к = \frac{\vartheta_{к0} \cdot \sin\gamma_0}{\sin\gamma \sqrt{1 + \frac{2C_т}{g} \vartheta_{к0}^2 \sin^2\gamma_0 \cdot (ctg\gamma - ctg\gamma_0)}}. \quad (18)$$

Формула (18) определяет приближенное значение скорости полета капли жидкости в сопротивляющейся среде. Сравнение результатов расчета скорости падения капли по формулам (15) и (18) показывает, что отличие составляет 2,6%.

Достаточно высокая степень точности расчетов по формуле (18) позволяет использовать исходное уравнение (17) для определения траектории движения капли в сопротивляющейся среде и ее координат в требуемый момент времени. Для определения перемещения точки вдоль оси *Ox*, перепишем данное уравнение в следующем виде:

$$\frac{\mathrm{d}\gamma}{\sin^2\gamma} = \frac{g\cdot\sin\gamma_0}{C_\text{т}}\cdot\frac{\mathrm{d}(\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma)}{(\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma)^3}. \quad (19)$$

Из уравнения (19) можно увидеть, что проекция скорости точки *M* на ось *Ox* связана с ее перемещением вдоль этой оси соотношением

$$\vartheta_{\text{к}x} = \vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}, \quad (20)$$

где d*x* – проекция перемещения точки *M* на ось O*x*.

Выражение (20) приведем к виду:

$$\mathrm{d}x = \vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma\cdot\mathrm{d}t. \quad (21)$$

В данную зависимость подставим значение параметра d*t*, определяемого выражением (7). После соответствующих преобразований получим:

$$\mathrm{d}x = \vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma\cdot\left(-\frac{\vartheta_\text{к}\cdot d\gamma}{g\cdot\sin\gamma}\right) = -\frac{\vartheta_\text{к}^2\cdot d\gamma}{g}. \quad (22)$$

Правую часть выражения (22) умножим и разделим на $\sin^2\gamma$, приведя уравнение к виду:

$$\mathrm{d}x = -\frac{(\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma)^2}{g}\cdot\frac{\mathrm{d}\gamma}{\sin^2\gamma}. \quad (23)$$

Замечая, что множитель $\frac{d\gamma}{\sin^2\gamma}$ выражения (23) равен правой части уравнения (19), после преобразований получим:

$$\mathrm{d}x = -\frac{(\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma)^2}{g}\frac{g\cdot\sin\gamma_0}{C_\text{т}}\frac{\mathrm{d}(\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma)}{(\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma)^3} = -\frac{\sin\gamma_0}{C_\text{т}}\frac{\mathrm{d}(\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma)}{\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma}. \quad (24)$$

После сделанных преобразований, можно определить величину перемещения капли вдоль оси *Ox* при начальных условиях ($\vartheta_\text{к} = \vartheta_{\text{к}0}; \gamma = \gamma_0$):

$$x = -\frac{\sin\gamma_0}{C_\text{т}}\cdot[\ln(\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma) - \ln(\vartheta_{\text{к}0}\cdot\sin\gamma_0)]. \quad (25)$$

Зависимость (25) можно представить в следующем виде:

$$x = -\frac{\sin\gamma_0}{C_\text{т}}\cdot\ln\left|\frac{\vartheta_{\text{к}0}\cdot\sin\gamma_0}{\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma}\right| \quad (26)$$

или

$$\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma = \vartheta_{\text{к}0}\cdot\sin\gamma_0\cdot e^{-\frac{x\cdot C_\text{т}}{\sin\gamma_0}} = \vartheta_{\text{к}0}\cdot\sin\gamma_0\cdot e^{-\eta}, \quad (27)$$

где $\eta = \frac{x\cdot C_\text{т}}{\sin\gamma_0}$.

Для определения закона изменения угла γ, подставим в равенство (17) вместо $\vartheta_\text{к}\cdot\sin\gamma$ его значение из зависимости (27). После преобразований получим:

$$\frac{\mathrm{d}(\vartheta_{\text{к}0}\cdot\sin\gamma_0\cdot e^{-\eta})}{(\vartheta_{\text{к}0}\cdot\sin\gamma_0\cdot e^{-\eta})^3} = \frac{\mathrm{d}(e^{-\eta})}{(e^{-\eta})^3}\cdot\frac{\vartheta_{\text{к}0}\cdot\sin\gamma_0}{(\vartheta_{\text{к}0}\cdot\sin\gamma_0)^3} = \frac{C_\text{т}}{g\cdot\sin\gamma_0}\cdot\frac{\mathrm{d}\gamma}{\sin^2\gamma}, \quad (28)$$

или

$$\frac{d\gamma}{\sin^2\gamma} = \frac{g}{C_\text{т}\cdot\vartheta_{\text{к}0}^2\cdot\sin\gamma_0}\cdot\frac{\mathrm{d}(e^{-\eta})}{(e^{-\eta})^3}. \quad (29)$$

После интегрирования выражения, с учетом начальных условий $\vartheta_\text{к} = \vartheta_{\text{к}0}; \gamma = \gamma_0$, получим:

$$-ctg\gamma = -ctg\gamma_0 + \frac{1}{2}\cdot\frac{g}{C_\text{т}\cdot\vartheta_{\text{к}0}^2\cdot\sin\gamma_0}\cdot\left(e^{2\eta}-1\right),$$

или

$$ctg\gamma = ctg\gamma_0 - \frac{1}{2}\cdot\frac{g}{C_\text{т}\cdot\vartheta_{\text{к}0}^2\cdot\sin\gamma_0}\cdot\left(e^{2\eta}-1\right). \quad (30)$$

Уравнение (30), наряду с (26) , показывает, что капля жидкости, выброшенная из сопла распылителя со скоростью $\vartheta_{\text{к}0}$ под углом γ_0 к вертикали, не может падать вертикально вниз ($\gamma \neq 0$ и координата *x* не имеет максимума), а будет двигаться по параболе ускоренно до того момента времени, пока скорость ее движения не достигнет предельного значения. Это значение мы можем определить из уравнения (3), приравняв его правую часть к нулю

$$\vartheta_\text{к}^* = \sqrt{\frac{g\cdot\cos\gamma}{C_\text{т}}}. \quad (31)$$

При достижении предельной скорости, дальнейшее движение капли по траектории будет равномерным, т.е. $\vartheta_\text{к} = \vartheta_\text{к}^* = const$. Из данного уравнения видно, что каплям жидкости различного диаметра будут соответствовать строго определенные значения предельных скоростей, вектора которых образуют с вертикалью различные предельные углы γ*.

Введем в уравнение (30) следующие обозначения:

$$A = \frac{1}{2}\cdot\frac{g}{C_\text{т}\cdot\vartheta_{\text{к}0}^2\cdot\sin\gamma_0};\ a = \frac{-2\cdot C_\text{т}}{\sin\gamma_0};$$

$$-2\eta = \frac{-2\cdot C_\text{т}\cdot x}{\sin\gamma_0} = a\cdot x,$$

получим

$$ctg\gamma = ctg\gamma_0 - A\cdot\left(e^{-2\eta}-1\right) = ctg\gamma_0 - A\cdot(e^{ax}-1). \quad (32)$$

Заменим в данном уравнении ctgγ на $\frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}x}$, получим

$$\int_0^z \mathrm{d}z = \int_0^x ctg\gamma_0 \cdot \mathrm{d}x - A \cdot \int_0^x (e^{ax} - 1) \cdot \mathrm{d}x \,. \qquad (33)$$

После интегрирования данного выражения с учетом начальных условий $z = 0$, $x = 0$, получим уравнение траектории полета капли в сопротивляющейся среде вдоль оси Oz:

$$z = x \cdot ctg\gamma_0 - A \cdot [\frac{1}{a}(e^{ax} - 1) - x] \,. \qquad (34)$$

Представим член уравнения e^{ax} как

$$e^{ax} \approx 1 + \frac{a \cdot x}{1} + \frac{(a \cdot x)^2}{1 \cdot 2} + \frac{(a \cdot x)^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \cdots \text{или}$$

$$e^{ax} \approx 1 + a \cdot x + \frac{1}{2}(a \cdot x)^2 + \frac{1}{6}(a \cdot x)^3 + \cdots,$$

тогда уравнение (34) примет вид:

$$z = x \cdot ctg\gamma_0 - \frac{A}{a} \cdot (\frac{1}{2}(a \cdot x)^2 + \frac{1}{6}(a \cdot x)^3), \qquad (35)$$

или

$$z = x \cdot ctg\gamma_0 - \frac{A}{2} \cdot a \cdot x^2 - \frac{A}{2} \cdot \frac{a^2 \cdot x^3}{3}. \qquad (36)$$

Подставляя ранее принятые обозначения, получим уравнение кубической параболы с вершиной в точке вылета капли из сопла распылителя

$$z = x \cdot ctg\varphi_0 + \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot \vartheta_{к0}^2 \cdot \sin^2 \gamma_0} - \frac{1}{3} \cdot \frac{g \cdot x^3 \cdot C_т}{\vartheta_{к0}^2 \cdot \sin^3 \gamma_0}. \qquad (37)$$

Совокупность первых двух членов, определяемых координатой x и начальными параметрами вылета капли из сопла и не зависящих от параметра $C_т$, показывает, что они могут описывать траекторию движения капли без учета сил сопротивления окружающей среды. Третий член уравнения дает поправку на траекторию полета, обусловленную влиянием сопротивления среды, геометрии и массы капли.

$$\vartheta_к = \frac{\vartheta_{к0} \cdot \sin \gamma_0}{\sin \gamma} \times$$

$$\times \left(1 + \frac{\xi \cdot S_к \cdot \rho_г}{2 \cdot g \cdot m_к} \vartheta_{к0}^2 \sin^2 \gamma \left[\frac{\cos \gamma}{\sin^2 \gamma} - \frac{\cos \gamma_0}{\sin^2 \gamma_0} - \ln \left|\frac{tg(0{,}5\gamma)}{tg(0{,}5\gamma_0)}\right|\right]\right)^{-\frac{1}{2}}; \qquad (38)$$

Преобразовав зависимости (15), (25), (30), (37) с учетом всех принятых обозначений, получим:

$$x = -\frac{2 \cdot m_к \cdot \sin \gamma_0}{\xi \cdot S_к \cdot \rho_к} \times \qquad (39)$$

$$\times [\ln(\vartheta_к \cdot \sin \gamma) - \ln(\vartheta_{к0} \cdot \sin \gamma_0)];$$

$$\gamma = arcctg\left(ctg\gamma_0 - \frac{m_к \cdot g}{\xi \cdot S_к \cdot \rho_г \cdot \vartheta_{к0}^2 \cdot \sin\gamma_0} \cdot \left(e^{\frac{x \cdot \xi \cdot S_к \cdot \rho_г}{m_к \cdot \sin\gamma_0}} - 1\right)\right); \qquad (40)$$

$$z = x \cdot ctg\gamma_0 + \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot \vartheta_{к0}^2 \cdot \sin^2 \gamma_0} - \frac{1}{6} \cdot \frac{g \cdot x^3 \cdot \xi \cdot S_к \cdot \rho_г}{m_к \cdot \vartheta_{к0}^2 \cdot \sin^3 \gamma_0}. \qquad (41)$$

Заключение

Кинематические параметры движения капель рабочего раствора пестицидов определяются их массой и геометрическими размерами, начальными условиями вылета из сопла распылителя и состоянием окружающей среды.

В результате проведенных исследований закономерностей движения капель рабочего раствора пестицида в факеле распыла, установлено, что траекторией их движения является сложная кривая, учитывающая свойства параболы и экспоненты. Предложена методика инженерного расчета кинематических параметров движения капель рабочего раствора пестицидов в воздушной среде, включающая зависимости для определения величины (38) и направления скорости движения капли по отношению к вертикальной оси (40), а также координаты ее положения в требуемый момент времени (39), (41).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кильчевский, Н.А. Курс теоретической механики: в 2-х т. / Н.А. Кильчевский. – Т. 1: Кинематика, статика, динамика точки. – М.: Наука, 1972. – 456 с.

2. Лойцянский, Л.Г. Курс теоретической механики: в 2-х т. / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – Т.2: Динамика. – М.: Наука, 1983. – 640 с.

3. Левич, Б.Г. Физико-химическая гидродинамика/ Б.Г. Левич. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматгиз, 1959. – 699 с.

4. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление для втузов: учеб. пособ. для втузов/ Н.С. Пискунов. – 13-е изд. – М.: Наука, 1985. – 432 с.

5. Волков, В.А. Приближенный расчет движения частиц в сопротивляющейся среде/ В.А. Волков // Труды ВИСХОМ: вып. 24. – М.: ЦБТИ тракторного и с-х. машиностроения, 1956. – 17 с.

6. Вороницкий, И.А. Исследование работы сельскохозяйственных центробежных распылителей: дис. …канд. техн. наук: 05.20.01/ И.А. Вороницкий/ ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР – Минск, 1969. – 234с.

7. Дмитрачков, В.П. Исследование пневматического распылителя для малообъемного внесения рабочих жидкостей пестицидов: дис. …канд. техн. наук: 05.20.01 / В.П. Дмитрачков/ ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР. – Минск, 1968. – 223с.

8. Исаев, А.П. Гидравлика дождевальных машин/ А.П. Исаев. – М.: Машиностроение, 1973. – 216с.

9. Гордеенко, О.В. Повышение эффективности ухода за посевами овощных культур на гребнях совершенствованием оборудования для ленточного внесения гербицидов: дис. …канд. техн. наук: 05.20.01 /О.В. Гордеенко/ БГСХА. – Горки, 2004. – 218 с.

УДК 621.82 ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 6.09.2011

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕКУПЕРАТИВНОГО ПРИВОДА СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА КОМБАЙНА

**О.В. Климович, аспирант (ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»);
Т.В. Бойко, канд. техн. наук (БГАТУ)**

Аннотация

В статье рассмотрена конструкция привода системы очистки зерноуборочного комплекса КЗР–10 «Полесье–Ротор», предложена альтернативная конструкция рекуперативного привода, позволяющая существенно снизить в нем динамическую составляющую нагруженности. Приведены сравнительные результаты экспериментальных исследований приводов.

The article deals with the design of grain cleaning system's drive of combine harvester KZR–10 "Polesie-Rotor". The alternative design of the recuperative drive of the cleaning system is offered. The article presents comparative results of experimental researches of the drives.

Введение

Зерноуборочные комбайны являются сельскохозяйственными машинами, к надежности и долговечности которых предъявляются повышенные требования, поскольку даже непродолжительный простой комбайна может привести к срыву сроков уборки и, следовательно, к значительным потерям урожая. Особенно это касается приводов систем очисток зернового вороха, так как они, по сравнению с другими системами комбайнов, наиболее высокодинамически нагружены и, как следствие, недостаточно надежны. Ввиду конструкционных особенностей систем очисток и требований к технологическому процессу очистки зерна, традиционными методами уравновешивания колеблющихся масс путем их перераспределения не удается добиться полного устранения их воздействия на раму и привод очисток [1]. Существует несколько способов устранения динамической неуравновешенности колеблющихся рабочих органов [2, 3]. Целью данной статьи является изложение экспериментального исследования влияния силового метода снижения нагрузок, примененного при создании рекуперативного привода системы очистки зернового вороха зерноуборочного комплекса КЗР–10 «Полесье – Ротор».

Сущность метода заключается в установке в привод специального динамического разгружателя (рекуператора), настраиваемого на частоту колебаний рабочих органов (решет системы очистки). Такой подход к решению поставленной задачи позволяет локализовать механическую энергию источника колебаний внутри неконсервативной колебательной системы.

Основная часть

На рис. 1 представлена схема механизма серийной очистки зерновой части вороха зерноуборочного комплекса КЗР-10 «Полесье-Ротор» [4]. В данной очистке нижний решетный стан, включающий нижнее решето 10 с системой шарнирных подвесок 9, и транспортная доска 1 колеблются в противофазе с верхним решетным станом, состоящим из верхнего решета 6, удлинителя верхнего решета 8, дополнительного решета 3 и системы шарнирных подвесок 7. Поскольку суммарная масса транспортной доски и нижнего решетного стана незначительно больше массы верхнего решетного стана, а амплитуда колебаний большей массы меньше, то данная очистка является практически статически уравновешенной. Однако действие значительных знакопеременных инерционных нагрузок от колеблющихся масс не только вызывает колебания рамы комбайна, но и нагружает привод системы очистки, вызывая повышенный износ в шарнирах привода.

Для уравновешивания системы очистки предлагается применить известную методику снижения на-

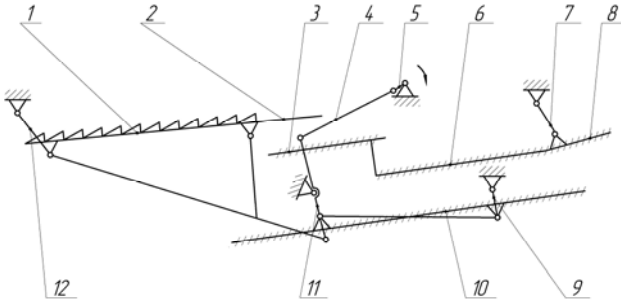


Рисунок 1. Схема серийной очистки зерноуборочного комплекса «Полесье–Ротор»:1 – стрясная доска; 2 – пальцевая решетка; 3 – дополнительное решето; 4 – шатун; 5 – кривошип; 6 – верхнее решето; 7, 9, 12 – шарнирные подвески; 8 – удлинитель верхнего решета; 10 – нижнее решето; 11 – двухплечий рычаг

груженности приводов с колеблющимися рабочими органами силовым методом [2]. Систему очистки в первом приближении можно аппроксимировать одномассовой моделью (рис. 2). В качестве инерцион-

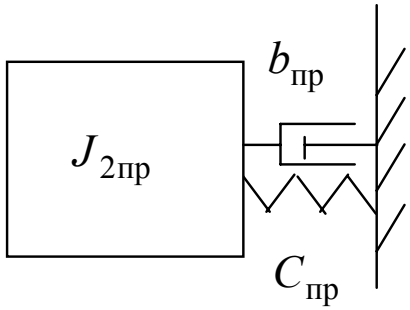


Рисунок 2. Одномассовая модель системы очистки

ных коэффициентов целесообразно применять моменты инерции.

В общем виде колебания одномассовой динамической системы описываются дифференциальным уравнением [5]:

$$\ddot{q}J + b\dot{q} + Cq = M_{дв}, \quad (1)$$

где q – обобщенная координата;

b – коэффициент демпфирования;

J –момент инерции;

$M_{дв}$ – движущий момент;

C – коэффициент жесткости.

Для уравновешивания главного момента инерции, согласно силовому методу уравновешивания нагруженности приводов, в систему вводится жесткость $C_р$ (рекуперирующий элемент), создающая упругий момент.

Тогда уравнение (1) для полученной системы можно записать в виде:

$$J_{пр}\ddot{Q} + \left(b_{сис,пр} + b_{р,пр}\right)\dot{Q} + \left(C_{сис,пр} + C_{р,пр}\right)Q = M_д, \quad (2)$$

где $J_{пр}$ – приведенный к приводному валу механизма момент инерции;

Q – обобщенная координата (угол поворота приводного вала);

$b_{сис,пр}$; $b_{р,пр}$ – приведенные коэффициенты демпфирования системы и рекуператора;

$C_{сис,пр}$; $C_{р,пр}$ – приведенные коэффициенты жесткости системы и рекуператора;

$M_д$– движущий момент на приводном валу.

Решение уравнения (2) относительно $C_{р,пр}$ дает жесткость рекуперирующего элемента, необходимую для уравновешивания очистки.

Для аккумулирования кинетической энергии решетных станов и стрясной доски системы очистки КЗР-10 «Полесье-Ротор» разработан рекуператор энергии, жесткость рабочего элемента которого рассчитана по приведенной методологии. Схема рекуператора приведена на рис. 3.

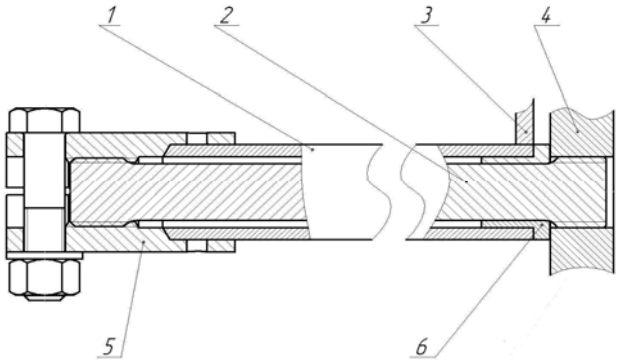


Рисунок 3. Схема торсионного рекуператора энергии:
1 – труба; 2 – торсион; 3 – рама системы очистки; 4 – рычаг; 5 – втулка–зажим; 6 – втулка

Рекуператор состоит из торсиона 2, один конец которого посредством разъемного шлицевого соединения соединен с рычагом 4, а другим концом – со втулкой–зажимом 5, которая, в свою очередь, жестко соединена с рамой очистки 3 через трубу 1. Таким образом, при повороте рычага 4 относительно рамы 3 торсион 2 закручивается, аккумулируя энергию.

Рекуператор энергии соединяется с двуплечим рычагом привода системы очистки посредством системы тяг, что позволяет вынести сам рекуператор энергии в произвольное место вне системы очистки, обеспечивая возможность установки данного рекуператора на серийный привод системы очистки без существенных конструкционных изменений (рис. 4).

Схема привода системы очистки с реку-

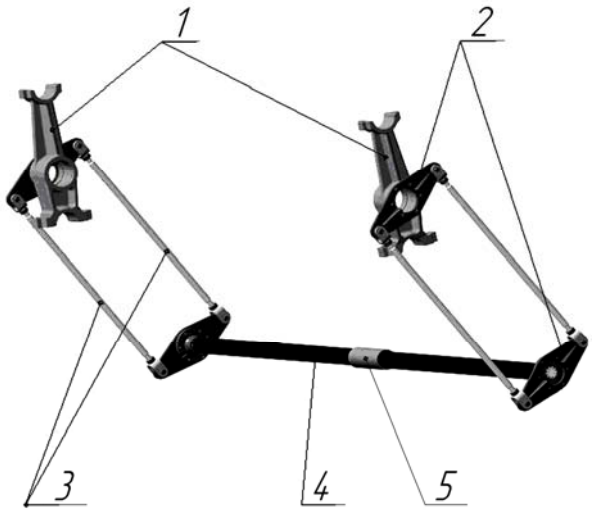


Рисунок 4. Модель соединения рекуператора энергии с двуплечим рычагом привода системы очистки:
1- двуплечий рычаг привода системы очистки; 2 – рычаг рекуператора; 3 – тяга; 4 – рекуператор; 5 – втулка

ператором энергии представлена на рис. 5. Решетный стан системы очистки состоит из двух кривошипов 5,

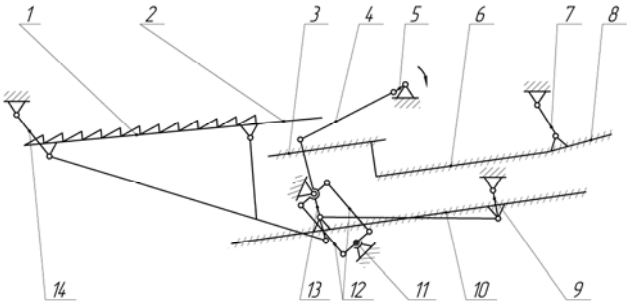


Рисунок 5. Схема привода очистки зерноуборочного комплекса КЗР–10 "Полесье–Ротор" с торсионным рекуператором энергии: 1 – стрясная доска; 2 – пальцевая решетка; 3 – дополнительное решето; 4 – шатун; 5 – кривошип; 6 – верхнее решето; 7,9,14 – шарнирные подвески; 8 – удлинитель верхнего решета; 10 – нижнее решето; 11 – торсионный рекуператор энергии; 12 – тяги; 13 – двуплечий рычаг

которые приводят в движение шатуны 4. Шатуны 4 шарнирно связаны с одним из концов двуплечих рычагов 12 и верхним решетом 6, установленным на подвесах 7. Стрясная доска 1 связана тягами с двуплечими рычагами 12. Двуплечие рычаги 12 посредством системы тяг шарнирно связаны с рычагами рекуператора энергии.

Решетный стан механизма очистки зерноуборочного комплекса с рекуператором энергии работает следующим образом: кривошип 5 (рис. 5) через шатуны 4 сообщает верхнему решетному стану 6, двуплечему рычагу 13, нижнему решетному стану 10 и стрясной доске 1 возвратно-поступательное движение. Колебание верхнего решетного стана 6 осуществляется в противофазе с нижним решетным станом 10 и стрясной доской 1. Двуплечий рычаг 13 через систему тяг и рычагов 12 закручивает торсион рекуператора энергии 11. В крайних положениях торсион максимально закручен, сила упругости, возникающая в нем, помогает приводу разогнать систему, а затем остановить. Применение данной схемы привода дает возможность создать силу упругости, которая всегда направлена противоположно силе инерции стрясной доски 1 и решетных станов 6 и 10.

Испытания рекуперативного привода системы очистки зернового вороха проводились на стенде, собранном по вышеуказанной схеме и приведенном на рис. 6.

Оценка эффективности осуществлялась на базе сравнительных испытаний серийного и перспективного рекуперативного приводов по величине нагруженности привода системы очистки зернового вороха комбайна на номинальном режиме работы. Нагруженность оценивалась по величине крутящего момента на приводном валу системы очистки. При проведении стендовых испытаний привода системы очистки для исключения влияния на результаты оценки отключались приводы других механизмов системы очистки (вентилятора, шнеков и элеваторов).

Рисунок 6. Испытательный стенд рекуперативного привода системы очистки КЗР–10 "Полесье–Ротор"

При проведении экспериментальных исследований серийного и рекуперативного приводов использовалась следующая методика.

На шатунах привода системы очистки монтировались тензометрические датчики, позволяющие измерять напряжения на шатунах, проводилось торирование. Регистрация показаний датчиков проводилась непрерывно с частотой квантования в 0,0025 секунды при плавном изменении частот вращения привода механизма очистки от 0 до 300 об/мин. и от 300 до 0 об/мин. Измеренные значения напряжений на шатунах пересчитывались в значения крутящего момента на приводном валу, которые и использовались для анализа.

В результате обработки экспериментальных данных получены экспериментальные амплитудно-частотные характеристики (АЧХ), графики которых представлены на рис. 7.

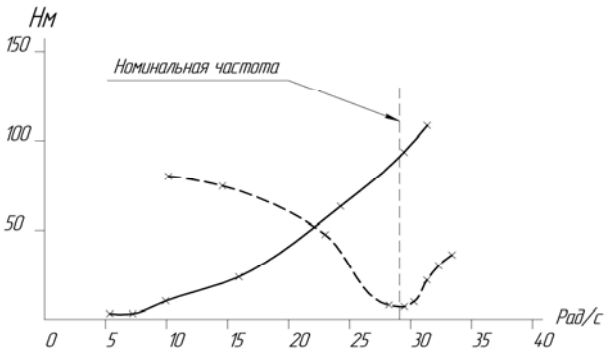


Рисунок 7. Графики АЧХ динамической системы механизма очистки:
——— - АЧХ динамической системы без рекуператора;
– – – - АЧХ динамической системы с рекуператором

Экспериментальные амплитудно-частотные характеристики на рис. 7 построены по данным табл. 1.

Таблица 1. Распределение амплитуд колебаний момента на приводном валу механизма системы очистки

Без рекуператора		С реуператором	
Круговая частота, рад/с	Амплитуда, Нм	Круговая частота, рад/с	Амплитуда, Нм
3,236	3,0	8,168	79,8
5,168	3,5	12,566	75,1
7,833	10,0	20,944	47,5
13,917	23,5	26,18	8,03
22,258	63,0	27,437	6,87
27,437	93,5	28,274	9,75
29,322	108,0	29,322	20,84
		30,369	30,2
		31,416	35,9

Следует однако отметить, что, согласно формуле (2), оптимальная жесткость рекуператора зависит от приведенной массы системы очистки, на которую влияет степень загруженности решет, поэтому для уточнения полученных результатов требуется проведение дальнейших исследований рекуперативного привода в полевых условиях.

Заключение

Применение рекуператора энергии для уравновешивания привода системы очисток зернового вороха КЗР–10 «Полесье–Ротор» позволило снизить максимальные значения момента на приводном валу рекуперативного привода на частотах, близких к номинальной, в 7...8 раз, не изменяя при этом технологического процесса очистки зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко, Л.И. Анализ конструкций и нагруженности приводов систем очисток зернового вороха комбайнов / Л.И. Бойко, О.В. Климович // Механика. – 2009: матер. IV белорус. конгресса по теоретической и прикладной механике. – Минск, 22–24 декабря 2009 г. / ГНУ «Объединенный институт машиностроения» НАН Беларуси; под ред. академика М.С. Высоцкого [и др.]. – Минск, 2009. – С. 206-212.

2. Бойко, Л.И. Механика приводов колеблющихся рабочих органов машин / Л.И. Бойко. – Минск: ООО «Мэджик Бук», 2003. – 240 с.

3. Пути совершенствования приводов режущих аппаратов уборочных машин: сер. 55.03.14. Проектирование, конструирование и расчет машин и механизмов / Л. И. Бойко [и др]. – Минск: БелНИИНТИ, 1990. – 56 с.

4. Зерноуборочные машины «Полесье»: пособ. для учащихся учреждений, обеспечивающих получение проф.-техн. образования / А.А. Дюжев [и др.]. – Минск: Беларусь, 2008. – 156 с.

5. Василенко, Н.В. Теория колебаний / Василенко Н.В. – Киев: «Віща школа», 1992. – 430 с.

Малогабаритная система очистки рабочих жидкостей гидравлических систем

Предназначена для профилактической очистки рабочих жидкостей гидравлических приводов мобильной сельскохозяйственной техники.

Основные технические данные

Производительность	Не менее 24 л/мин
Давление на входе в блок центрифугирования	0,8 МПа
Давление на входе в блок фильтрования	0,2-0,3 МПа
Давление на выходе из блока фильтрования	0,15 МПа
Тонкость очистки	15-40 мкм

Применение системы позволяет при обкатке двигателей расходовать масло без остатка, не снижать качество повторно используемого моторного масла, постоянно добавляя а него свежее товарное масло (гомогенизировать), полностью устранить расход электроэнергии, необходимой для подогрева масла, отказаться от необходимости хранения и утилизации масла. Она может применяться на ремонтно-обслуживающих предприятиях, а также непосредственно в хозяйствах для технического обслуживания машинно-тракторного парка.

УДК 631.5 ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 14.09.2011

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ БЕЛАРУСИ

Л.В. Кукреш, академик НАН Беларуси, П.П. Казакевич, член-корр. НАН Беларуси (НАН Беларуси)

Аннотация

В статье раскрываются актуальные проблемы повышения эффективности сельского хозяйства Беларуси. Изложены приоритетные направления устойчивого развития земледелия и животноводства республики на основе более полного использования факторов адаптивной интенсификации, модернизации технической базы, совершенствования подготовки специалистов и условий их закрепляемости в сельской местности.

The article describes current problems of increasing the efficiency of Belarusian agriculture. Set out the priorities for sustainable development of Agriculture and Livestock on the basis of more complete utilization of the factors of adaptive intensification, the modernization of technical base, improving training and working conditions.

Введение

По ряду важных показателей аграрного сектора экономики Беларусь занимает достаточно высокие позиции среди стран мирового сообщества. Например, по производству молока в расчете на душу населения, в течение последних 3-х лет республике принадлежит 4 место, яиц – 3 и мяса – 13 место в Европе. Среди стран СНГ Беларусь находится в числе лидеров по производству большинства видов сельскохозяйственной продукции в расчете на душу населения, а по молоку, мясу, яйцу и картофелю – республике принадлежит первое место.

В прошлом году завершена реализация Государственной программы возрождения и развития села на 2005-2010 годы. Ее итоги свидетельствуют о том, что все основные намечавшиеся позиции достигнуты. Агропромышленный комплекс в полной мере обеспечил достойный внутренний продовольственный рынок, постоянно расширяется экспорт всех видов производимой сельскохозяйственной продукции. Аграрный экспорт превысил 3 млрд. долларов США. Эти достижения являются, прежде всего, следствием успешной работы руководителей, специалистов и трудовых коллективов сельскохозяйственных организаций.

Реализованными к настоящему времени мероприятиями созданы все условия для перевода аграрной отрасли на новый этап дальнейшего развития, базирующийся на более совершенных формах организации и методах хозяйствования, позволяющих сельхозпроизводителям эффективно использовать трудовой потенциал, природные и материально-энергетические ресурсы.

Новые задачи АПК сформулированы в Государственной программе устойчивого развития села на 2011-2015 годы. Для реализации ее в полном объеме необходимо довести к 2015 году урожайность зерновых и зернобобовых до 38-43 ц/га, сахарной свеклы – 520, картофеля – 300, рапса – до 22 ц/га. Надой молока от коровы должен достичь 6,3 тыс. кг, среднесуточный прирост КРС и свиней – соответственно 850 и 650 г при снижении себестоимости производства продукции на 10-15 %.

Высокие рубежи определены в аграрной экономике. Рентабельность продаж в сельском хозяйстве должна составить 10-11 %, производительность труда в сельскохозяйственных организациях – 85-90 млн. руб. на одного занятого, экспорт сельскохозяйственной продукции и продовольствия необходимо довести до 7,2 млрд. долларов США, а положительное сальдо внешней торговли аграрного сектора должно достичь 4 млрд. долларов США. Темп роста продукции сельского хозяйства за пятилетку определен в 139-145 % или почти в полтора раза больше достигнутого уровня [1].

Основная часть

Для успешной реализации программных мероприятий на республиканском уровне созданы все необходимые предпосылки. Издан ряд Указов Главы государства по основополагающим проблемам сельскохозяйственного производства, приняты соответствующие постановления Правительства. Ныне основной объем практической работы предстоит реализовать на местах: в областях, районах и хозяйствах. Эта работа должна происходить в новых организационных условиях, основная сущность которых характеризуется следующими тремя позициями:

1. Ситуация в мировой аграрной экономике

Рост численности населения в мире, участившиеся экстремальные погодные условия, неустойчивая политическая ситуация в ряде регионов земного шара порождают проблемы в продовольственном обеспечении населения. Цены практически на всю сельскохозяйственную продукцию на мировых продовольственных рынках имеют тенденцию роста. Только в теку-

щем году повышение мировых цен на продовольствие составило 37% и увеличило количество бедных людей на 44 млн. По данным Всемирной продовольственной организации, цены на основные продукты питания останутся высокими и нестабильными и в 2012 году. Это позволяет аграрному комплексу в настоящее время и на ближайшую перспективу ставить своей задачей, помимо дальнейшего повышения уровня обеспечения высококачественными пищевыми продуктами населения республики, расширить географию и увеличить объемы внешнеторговой деятельности, повысить свою экономическую эффективность.

2. Функционирование в условиях Таможенного Союза и Единого экономического пространства Беларуси, Казахстана и Российской Федерации

Этот фактор предопределяет необходимость координации механизмов хозяйствования в АПК, синхронизации стандартов качественных показателей производимой продукции, сближения ценовой политики, однообразия в уровне государственной поддержки сельхозпроизводителей. Следует отметить, что в настоящее время бюджетная поддержка аграрного комплекса Беларуси выше, чем в России и Казахстане. В соответствии с требованиями ратифицированных Национальным Собранием и утвержденных Главой государства соглашений бюджетные инвестиции в производственную сферу агропромышленного комплекса должны быть сокращены.

3. Проблемы валютно-финансовой системы

По этой причине сельхозпроизводители в сложившихся условиях лишены широкого доступа к зарубежным техническим средствам и технологиям, вынуждены осуществлять импортную деятельность на высокозатратной основе, а также приобретать материально-технические ресурсы отечественного производства по возрастающим ценам при лимитируемых государством ценах на производимую ими продукцию.

Из изложенного следует, что альтернативы существенному наращиванию производства конкурентоспособной на внутреннем и внешних рынках сельскохозяйственной продукции, преимущественно на основе грамотного и высокоэффективного использования внутренних резервов, в отрасли нет. Конечно, это будет нелегкий путь, поскольку вследствие высокой и разносторонней государственной поддержки в последние годы у сельхозпроизводителей сформировался преимущественно потребительский менталитет по отношению к бюджету государства, вопросы же собственной аграрной экономики оставались на втором плане.

Чтобы сельскохозяйственное производство успешно развивалось в новых условиях, требуется реализовать комплекс многоплановых мероприятий организационного, технического и технологического характера. Основополагающими, по нашей оценке, являются следующие мероприятия.

В сложившейся ситуации первостепенное значение принадлежит дальнейшему совершенствованию специализации аграрной отрасли, которая еще со времен СССР далеко не в полной мере сориентирована на специфику природных ресурсов страны, не учитывает происходящие коренные изменения на этапе становления национальной рыночной экономики и постоянно ужесточающиеся требования зарубежных рынков.

Республика располагает относительно небольшими земельными угодьями. Однако разнообразие их по почвенно-климатическому потенциалу огромно. Ученые насчитывают 465 почвенных разновидностей, каждая из которых обладает конкретным потенциалом для сельскохозяйственного использования. На практике же часто не учитывают различия даже между песком и торфяником, возделывая на них одни и те же культуры. В результате нормой стало списание сотен тысяч гектаров посевов сельскохозяйственных культур вследствие вымокания, вымерзания или засухи. Так, более 20% пересеяно в текущем году озимых культур из-за вымерзания их в период зимовки.

Примерно одинакова в региональном разрезе структура животноводства, хотя экономически нецелесообразно формировать зернопотребляющие отрасли в регионах, где явное преимущество имеют травяные ресурсы.

Несмотря на принимаемые на республиканском уровне меры, в регионах и хозяйствах производственная структура медленно адаптируется к своему реальному природно-климатическому потенциалу. Например, в Витебской области почти треть сельхозугодий представлена улучшенными лугами и пастбищами, которые по кадастровой оценке плодородия уступают лишь аналогичным землям Гродненской области. В большей мере для травяного кормопроизводства пригодна и пашня Витебщины. Сбор кормовых единиц с гектара лугов и пастбищ в области вдвое выше, а себестоимость кормовой единицы в 5 раз ниже, чем у зерновых культур. На основе дешевых травяных кормов на лугах и пашне представляется возможным получать хорошие показатели по развитию скотоводства. Однако в области этот источник экономического благополучия не принимается во внимание, хозяйства по-настоящему не занимаются клеверами и другими травами интенсивного типа. Наоборот, их уборочные площади постоянно уменьшаются. Только в 2010 году было распахано около 19 тыс. гектаров многолетних трав. В результате таких подходов в кормопроизводстве по молочной продуктивности коров и среднесуточным привесам крупного рогатого скота область занимает последнее место в республике. Затраты кормов в области на производство центнера молока и привеса крупного рогатого скота самые высокие и составляют соответственно 1,35 и 13,5 ц к. е., что является главной причиной низкой экономической эффективности скотоводства.

Неумением эффективно использовать потенциал природных ресурсов объясняется большая пестрота по уровню продуктивности сельскохозяйственного производства в разрезе районов. Даже в Гродненской области, лучшей в аграрном плане в республике, 3 района – Гродненский, Берестовицкий, Волковысский, занимая 20,5% пашни области, в прошлом году

произвели 24,6% молока (39,1 кг в расчете на 1 баллогектар), а вторая группа из 3 районов (Свислочский, Ивьевский, Слонимский) на 24,4% пашни – 12,7% (18,7 кг молока на 1 баллогектар).

В других областях дифференциация районов по эффективности аграрной отрасли вследствие субъективных причин, а не природных факторов, еще более выражена. Например, по кадастровой оценке пашня Хойникского района оценивается в 34,1 балла, а Кормянского – 36,2. В прошлом году в первом районе урожайность зерновых составила 27,9, во втором – 20,9 ц/га. Здесь заготовлено кормов в расчете на 100 га сельхозугодий соответственно 110,4 и 100,4 ц.

Еще один пример из Витебской области. Плодородие пашни Шарковщинского районе оценивается 27,4 баллами, Лиозненского – 24,5. Урожайность зерновых в Шарковщинском района составляет17 ц/га, а в Лиозненском – 24,5. Таких примеров, когда лимитирующим фактором являются не природные ресурсы и не материальная база, а неумение хозяйствовать на земле, к сожалению, много.

Поэтому выравнивание регионов по уровню производства на основе широкого использования накопленного опыта ведения аграрной отрасли в передовых районах и хозяйствах, внедрения достижений науки – важный резерв дальнейшего улучшения экономики АПК.

Специализации земледельческой отрасли должен соответствовать грамотный севооборот, в котором эффективно прерываются инфекционные цепи, а растения взаимно дополняют друг друга положительными факторами. В нечерноземной зоне это главный элемент эффективного земледелия.

К сожалению, севооборотов в республике практически нет. Они ликвидированы, когда кормопроизводство для КРС по примеру европейских стран и США, где иной климат, было ориентировано на зерновые культуры и кукурузу, площади которых постоянно возрастают в большей мере за счет распашки многолетних трав. Так, в 2010 году почти 90% всей посевной площади занимали злаковые культуры и смеси с содержанием злаков. Ни при каких сортах и самых современных технологиях такая структура посевов в климатических условиях Беларуси не может быть экономически эффективной, так как насыщение севооборотов культурами одного ботанического семейства ведет к снижению плодородия почвы, требует внесения высоких доз минеральных удобрений (в первую очередь азотных), ухудшает инфекционный фон, удорожает защитные мероприятия. Как следствие, оно предопределяет недобор урожая и увеличение себестоимости растениеводческой, а через корма и животноводческой продукции.

Вследствие несовершенства структуры посевной площади более половины зерновых культур в настоящее время высевается по плохим и даже недопустимым предшественникам. В результате в последние годы отмечено интенсивное распространение корневых и прикорневых гнилей, а также болезней, поражающих вегетативные и генеративные органы растений зерновых культур. По имеющимся расчетам недобор зерна вследствие отсутствия грамотной севооборотной системы в земледелии в 2010 году составил около 2,5 млн. тонн зерна, а производство его оказалось убыточным. Не меньше потери зерна по этой причине составили и в текущем году.

Расчеты показывают, что если бы в настоящее время республика имела 1 млн. га многолетних бобовых трав и их смесей со злаками, 350 тыс. га зернобобовых культур и 750 тыс. га однолетних злаковых смесей с бобовыми и крестоцветными культурами (в том числе 500 тыс. га в промежуточных посевах), как это предусматривалось Государственной программой возрождения и развития села на 2005-2010 годы, то около 70% озимых зерновых можно было бы разместить по отличным и хорошим предшественникам. Только за счет этого элемента технологии было бы получено дополнительно не менее 1 млн. тонн зерна. Кроме того, 1 млн. га бобовых трав и их смесей сформировали бы урожай высококачественных кормов без использования минерального азота, а избыточный объем этого элемента в почве и пожнивных остатках, фиксированный бобовыми из воздуха, не менее 70 тыс. тонн, был бы использован последующими зерновыми культурами. Структура кормов в полной мере была бы приведена в соответствие с потребностями животноводства, исчезла бы необходимость импорта белкового сырья, которое обходится ныне республике во многие сотни миллионов долларов США. К сожалению, эта программная позиция осталась невыполненной, что имеет определенные негативные последствия в земледелии, которые должны быть устранены в предстоящие годы.

Проблемы в растениеводстве в полной мере отражаются на продуктивности и экономике животноводческой отрасли. Вследствие несовершенства кормовой базы постоянно имеет место большой расход кормов на производство единицы продукции, почти вдвое превосходящий аналогичные показатели в развитых в аграрном отношении странах. Отсюда высокая себестоимость и низкая рентабельность продукции. Уже второй год подряд из-за низкого качества кормов, в первую очередь из-за дефицита белка, нет роста продуктивности как молочного, так и мясного скота, формируется даже отрицательная тенденция.

На основе анализа природных условий и стратегии мировых продовольственных рынков следует внести коррективы и в структуру животноводства. Из оценки потенциала лугопастбищных и пахотных угодий следует, что дальнейшее наращивание объемов животноводческой продукции в республике в большей мере должно осуществляться за счет молочного и мясного скотовод-

ства на дешевых травяных кормах. Тем более что продукция эта ныне более востребована на мировых рынках, чем мясо свиней и птицы, а в перспективе этот фактор будет иметь еще большее значение с учетом нынешней динамики развития свиноводства и птицеводства в России и других регионах нашего экспорта.

Совершенствование специализации аграрной отрасли с учетом изложенных позиций позволит более полно использовать почвенно-климатический потенциал республики, снизить удельные затраты на производство продукции, повысить ее конкурентоспособность на внутреннем и внешних рынках, на этой основе существенно улучшить экономику сельскохозяйственных организаций.

Известно, что определяющим фактором экономического развития сельхозпредприятий является уровень применяемых ими технологий в земледелии и животноводстве. Материальной базой освоения в хозяйствах инновационных технологий является высокоэффективный материало- и энергосберегающий парк сельскохозяйственной техники. Чем больше его технический потенциал, тем более сложные технологические задачи может решать агропромышленный комплекс для удовлетворения потребностей населения в продовольствии, а промышленности – в сырье. Наличие парка современной техники в хозяйствах позволяет реализовать новые технологии производства, а его численная достаточность обеспечить своевременное проведение работ, прежде всего при возделывании и уборке выращенного урожая.

Например, по данным Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию, возможная производственная урожайность зерновых культур уже в настоящее время в среднем по республике превышает 60 ц/га, а достигнутая урожайность (в амбарном весе) – только 34,4 ц/га. Целый ряд причин такого отставания связан с техническим обеспечением и использованием техники: несвоевременная и плохого качества обработка почвы, некачественное внесение удобрений, нарушение сроков и качества посева, некачественное и несвоевременное внесение пестицидов, затягивание сроков уборки и доработки зерна.

По оценке российских ученых-аграриев для освоения в полеводстве инновационных технологий производства требуется энергообеспеченность отрасли, расчетно около 3 л.с./га. Это суммарные мощности тракторов, комбайнов, погрузчиков, других специальных самоходных машин. В 2005-2010 годы в Республике Беларусь проведено масштабное обновление машинного парка сельскохозяйственных организаций. Им поставлено около 19 тыс. тракторов, почти 4,7 тыс. погрузчиков, более 10 тыс. зерноуборочных и 1,7 тыс. кормоуборочных комбайнов, а также большое количество иной современной техники, реализующей новые технологии как в земледелии, так и животноводстве.

Благодаря этому на начало 2011 года энергообеспеченность из расчета на 1 га пашни составила 4,23 л.с./га, а на 1 га сельхозугодий – 2,59 л.с. Интегрированным индикатором состояния механизации полевых работ принято считать наличие тракторов. Насыщенность техникой определяют по числу машин на 1000 га пашни или по площади пашни, приходящейся на 1 трактор. В нашей стране на 1 трактор приходится 94 га пашни, тогда как в странах ЕС – 11 га. Даже с учетом специфики организации (уклада) сельскохозяйственного производства это существенная разница.

Поэтому вопрос темпов и объемов технического переоснащения белорусского сельского хозяйства остается важным направлением его развития в предстоящее пятилетие. Имея в виду, что прирост продукции села на 1% требует увеличения затрат энергоресурсов на 2-3 %, главным результатом технического переоснащения сельхозпроизводства должно быть значительное повышение производительности труда. Энерговооруженность сельского труда должна достичь такого уровня, чтобы один работник мог вести работы в агротехнические сроки на площади 100 га (в настоящее время на одного занятого в сельскохозяйственном производстве в республике приходится только немногим более 18 га). Достижение этой цели в краткосрочной перспективе (5 лет) маловероятно, так как требуются огромные финансовые ресурсы. Вместе с тем важным является выбор стратегии достижения этой цели. Полагаем, что с учетом возможностей производителей сельскохозяйственной продукции и их поддержки государством центральным элементом этой стратегии должно стать формирование рациональной структуры парка техники.

Новая рациональная структура базовых позиций парка сельхозтехники определена в Государственной программе устойчивого развития села на 2011-2015 годы. В 2015 году планируется иметь:

50-52 тыс. тракторов, в том числе тракторов класса 5 тонносил – 17%, 4 тонносилы – 16, 3 тонносилы – 19, 2 тонносилы – 19, класса 0,6 – 1,4 тонносилы – 29 процентов;

12,5-13,5 тыс. зерноуборочных комбайнов, из них пропускной способностью до 8 кг/с – 25%, 8-10 кг/с – 40, 10-12 кг/с – 20, свыше 12 кг/с – 15%;

4,5-5 тыс. кормоуборочных комбайнов с мощностью двигателя до 250 л.с. – 30%, более 250 л.с.– 70%.

В этих целях предполагается поставить сельскому хозяйству почти 11 тыс. тракторов (из них около 3,1 тыс. единиц с мощностью двигателя свыше 250 л.с., или 28%), 7,7 тыс. зерно- (все пропускной способностью 10 кг/с и выше) и 2,1 тыс. кормоуборочных (в том числе 1,2 тыс. единиц с мощностью двигателя более 300 л.с.) комбайнов.

Рост мощностей поставляемых селу машин является основой повышения производительности работ. Эта

тенденция имеет место и в запланированных поставках другой техники: погрузчиков, грузовых автомобилей общего и специального назначения, а также тракторных плугов, комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов, машин для внесения минеральных и органических удобрений, машин для химической защиты растений и семян, пресс-подборщиков и другой техники сельскохозяйственного назначения.

Для реализации потенциала новой техники необходимо реализовать меры по совершенствованию ремонтно-технической базы сельскохозяйственных организаций и организаций, обслуживающих сельское хозяйство. Они должны быть укомплектованы технологическим оборудованием, а количество технических (дилерских) центров заводов – изготовителей (отечественных и зарубежных) энергонасыщенной техники, сложных машин и оборудования должно увеличиться (для отечественной техники – один дилерский центр на 2-3 района). Следует также обеспечить оптимизацию машинных дворов сельскохозяйственных организаций, позволяющую организовать эффективный ремонт и техническое обслуживание машинно-тракторного парка.

Установлено, что за счет использования в сельскохозяйственном производстве высокопроизводительной техники нового поколения трудозатраты могут быть сокращены на 30-40 %, обеспечена экономия топлива на 1 га обрабатываемой площади сельскохозяйственного назначения на 5-15 % и снижена себестоимость механизированных работ на 10-15 %.

Одной из важнейших, а может даже самой главной, в последние годы является проблема аграрных кадров на всех уровнях производства и управления, способных реализовать масштабные задачи преобразований в аграрной сфере. К сожалению, положение в этом плане уже многие годы не стабилизируется. Наоборот, с каждым годом ухудшается.

Вследствие сложившихся экономических факторов и социальных условий закрепляемость специалистов на селе не высока. После отработки обязательного срока более половины из них меняют сферу деятельности. Сложилось так, что сегодня аграрные вузы в большой мере готовят специалистов для милиции, таможни, МЧС и других организаций, вовсе не связанных с сельскохозяйственным производством.

Поэтому систему подготовки специалистов аграрного профиля следует привести в соответствие со спецификой сельского труда и образа жизни, внеся соответственно существенные корректировки, прежде всего в порядок набора абитуриентов учебных заведений.

В связи недостаточной престижностью работы в аграрном производстве и определенным социальным дискомфортом в настоящее время сельскохозяйственные вузы формируют свои контингенты обучающихся в большей мере по остаточному принципу за счет наименее подготовленных выпускников школ, которые по своему интеллектуальному потенциалу и уровню знаний оказались неспособными поступить в другие учебные заведения. В то же время, они не намерены работать в сельском хозяйстве, но им нужен диплом о высшем образовании. Изначально из них нельзя подготовить хорошего специалиста для современного аграрного производства, да и закрепить их на селе невозможно никакими мерами.

Следовательно, необходим механизм, стимулирующий будущего специалиста прилежно усваивать знания и гарантирующий закрепление его в хозяйстве.

В этом плане представляется рациональным постепенный переход на целевое направление поступающих в аграрные вузы. Отбор будущих абитуриентов должен вестись в завершающих классах средних сельских школ районными кадровыми службами и руководством местных сельскохозяйственных организаций с гарантией трудоустройства в заранее определенной должности. В идеале – это школьники, уже связанные с сельскохозяйственной деятельностью совместно с родителями или своими сверстниками.

Получившие целевое направление студенты должны с первых дней обеспечиваться общежитием. Для стимулирования высокого уровня подготовки направляющая организация должна проводить ежемесячную доплату к получаемой стипендии в размере, адекватном результатам сданной экзаменационной сессии. Например, при среднем балле 6-60 % от стипендии, при 7-70 %, 8-80 %, 9-90 % и при 10 – полная вторая стипендия. Доплата может выплачиваться ежемесячно или перечисляться на накопительный счет с получением по прибытии к месту работы.

По прибытии в хозяйство молодой специалист должен получить в установленном порядке подъемные и существенную разовую помощь в виде общепринятого для всех хозяйств бесплатного социального пакета (квартира, комплект мебели и др.), а также льготный кредит на дальнейшее бытовое благоустройство.

Для обучения на изложенной основе с абитуриентом должен заключаться юридически грамотный договор о последующей работе в хозяйстве на конкретной должности сроком не менее 5 лет. Несомненно, что в абсолютном большинстве случаев после этого срока вопросы закрепления уже не возникнут.

Заключение

Изложенные ключевые позиции совершенствования АПК в настоящее время и на ближайшую перспективу должны стать программой действий сельхозпроизводителей и всех органов власти, прямо или косвенно причастных к аграрной сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа устойчивого развития села на 2011-2015 гг.

УДК 636.22/.28.084.523.001.57
ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.08.2011

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО РАЦИОНА НОВОТЕЛЬНЫХ КОРОВ

П.П. Ракецкий, канд. с.-х. наук, доцент (БГАТУ); А.Я. Райхман, канд. с.-х. наук, доцент (БГСХА); С.Н. Пилюк, канд. с.-х. наук, Ж.В. Романович, мл. н. с. (РУП НПЦ НАН Беларуси по животноводству)

Аннотация

Предложенная методика многоцелевого программирования оптимизации рационов кормления в условиях ограниченного ассортимента кормов способствовала как увеличению продуктивности в период раздоя, так и получению более высоких надоев в течение всей лактации.

The proposed method of multi-programming optimization of feed rations in a limited range of food contributed to the increase in productivity during milking, and to higher yields throughout lactation..

Введение

В деле получения высокой молочной продуктивности первостепенное значение имеет правильное кормление коров в первые 45 дней лактации [1, 2, 3]. В этот период животным требуется высокая концентрация энергии и питательных веществ в рационе, так как потребление кормов ограничено. Наукой о кормлении доказано, что с возрастанием продуктивности увеличивается потребность в энергии и обеспеченности протеином каждой энергетической единицы [4]. Однако себестоимость рационов кормления напрямую зависит от уровня включения концентратов, содержащих дорогостоящие белковые корма, количество которых связано, в свою очередь, с качеством объемистых кормов [1, 5].

Конструируя рационы коров для высокой молочной продуктивности на ранней стадии лактации, необходимо учитывать следующие аспекты:

– ограниченное потребление сухих веществ рациона, которое достигает максимума лишь к 12-14 неделям лактации [3];

– максимальная продуктивность, получаемая уже к концу первого месяца после отела;

– необходимость в высокой концентрации энергии и протеина в сухом веществе рациона для достаточного потребления их животными в единицу времени [1, 3];

– опасность возникновения расстройств пищеварения при повышении напряжения азотистого обмена и даже возможность отравления животных азотистыми веществами при нормировании 2,5 кг и более сырого протеина в сутки без учета его расщепляемости и баланса азота в рубце.

При высокой продуктивности, когда потребность в протеине велика, необходимо тщательно контролировать его качество. Создание оптимальных условий для развития микроорганизмов является ключевой задачей в оптимизации питания молочного скота [3, 4].

Вместе с тем, для обеспечения достаточным количеством легкодоступной энергии как микрофлоры рубца, так и организма хозяина, надо оптимизировать уровень углеводного питания коров. Избыток легкоферментируемых углеводов нежелателен также, как и их недостаток. Современные нормы кормления предписывают дифференцированный подход в нормировании собственно сахаров и легкорастворимой части крахмала растений, с одной стороны, и нерасщепляемых углеводов, таких как стабильный крахмал – с другой [3, 5].

Таким образом, из литературных источников видно, что вопрос оптимизации рационов с учетом перечисленных показателей, в условиях кормовой базы хозяйств нашей республики изучен недостаточно.

Целью работы явилось конструирование средствами компьютерной оптимизационной модели оптимального рациона кормления новотельных коров для достижения максимальной сбалансированности по основным жизненно важным элементам питания с учетом высокого уровня протеинового питания, качества протеина и углеводных фракций в кормах.

Основная часть

Материал и методика исследований

Опыт проводился в МОУСП «Староборисов» Борисовского района Минской области в январе-апреле 2007 года по следующей схеме (табл. 1).

Отбор животных в группы производился с учетом текущей продуктивности и продуктивности за предшествующие лактации, продуктивности матерей, линии отца, возраста, лактации, живой массы и физиологического состояния (количество суток после отела). Учетный период начинался не ранее 10 дня

Таблица 1. Схема опыта

Показатели	Группа	
	I	П
Назначение подопытной группы животных	Контроль	Опыт
Количество животных, голов	20	20
Уравнительный период		
длительность, дней Кормление	10 Контрольный рацион	10 Контрольный рацион
Учетный период		
I		
длительность, дней Кормление	45 Контрольный рацион	45 Опытный рацион
II		
длительность, дней Кормление	30 Контрольный рацион	30 Контрольный рацион

после отела и продолжался 45 дней. К этому времени все подопытные коровы были раздоены до максимальной продуктивности, а скармливание опытного рациона продолжалось не менее 10 дней после достижения пика продуктивности. После завершения раздоя все животные находились на контрольном рационе (II период опыта), составленном с учетом потребностей коров во всех нормируемых элементах питания. После завершения опыта продолжался учет молочной продуктивности по контрольным дойкам вплоть до завершения лактации.

Учитываемые показатели:

– поедаемоеть кормов по группе в целом;

– расход кормов – проведением контрольного кормления не менее 2-х раз за каждый период опыта;

– общие показатели питательности кормов, поедаемых животными контрольной и опытной групп;

– количество надоенного молока от каждой коровы – по данным контрольных доек;

– содержание жира в молоке;

– изменение живой массы животных.

Нетрадиционные показатели питательности кормов, такие как баланс азота в рубце, нерасщепляемый протеин, стабильный и нестабильный крахмал, неволокнистые углеводы и используемый сырой протеин, рассчитывали методом приближения на основании справочных данных путем пересчета на сухое вещество кормов. Чистая энергия лактации рассчитывалась по регрессионному уравнению.

Оптимизация рационов кормления подопытных животных проводилась средствами модели-прототипа, разработанной авторами на основе математических библиотек Solver, входящих в состав пакета прикладных программ MS Office. Модель была построена по принципу многоцелевого программирования. Целевое программирование является расширением линейного программирования, предполагающим наличие системы предпочтений при работе как минимум с двумя или несколькими целями [6, 7, 8]. Следовало отыскать такое соотношение кормов, которое оказалось бы наилучшим и в то же время оставалось технологичным, поскольку не представляется возможным изменять его в рационах каждого отдельного животного [5].

В практике экономико-математического моделирования достаточно часто возникает ситуация, когда требуется отыскать не оптимальное, а «достаточно хорошее» решение. Иными словами, требуется довести несколько целей одновременно хотя бы до минимально удовлетворительных уровней [6, 8].

В нашей модели минимизируется сумма переменных отклонений (как недостаток, так и избыток) потребления жизненно важных элементов питания с учетом коэффициентов их значимости. Значимость элементов питания связана с особенностями физиологии пищеварения жвачных животных и, по существу, косвенно определяет потенциальное недополучение продукции на единицу отклонения того или иного показателя от значения, рекомендованного научно-обоснованными нормами. В этом и заключается основная цель решения модели, но при этом необходимо найти и самое эффективное, с точки зрения экономики, решение. Поэтому второй по значимости целью решения является минимизация стоимости рациона. Минимизировать:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \mu_i (u_i + v_i) + \sum_{j=1}^{m} c_j x_j \rightarrow \min,$$

где Z – целевая функция,

u – переменная недостатка;

v – переменная избытка;

μ – коэффициент значимости i-го показателя питательности;

n – количество оптимизируемых показателей;

m – количество доступных для оптимизации кормов;

c – стоимость единицы j-го корма;

x – количество в рационе j-го корма.

Количество оптимизируемых показателей не превышало 14 наименований, а общее число элементов питания, рассчитанных в рационах, было не менее 44. К ним относятся соли микро- и макроэлементов, витамины и др. В оптимизируемую модель включались основные параметры питания, влияющие непосредственно на соотношение кормов в рационе. Как правило, в реальных моделях их значительно меньше, поскольку некоторые элементы питания не оптимизируются, а балансируются путем введения дополнительных кормовых ресурсов [5].

Результаты эксперимента и их обсуждение

Предлагаемая методика, основанная на оптимизационной модели целевого программирования, позволила с высокой степенью точности рассчитать соотношение кормов, получив требуемую по норме концентрацию энергии, а также сбалансировав рацион по протеину и его фракциям, добиться положи-

тельного баланса азота в рубце и достаточного потребления углеводов (табл. 2).

Таблица 2. Потребление питательных веществ и энергии коровами контрольной группы в период раздоя

Показатели	Норма	Факт	+- к норме
СВ, кг	19,54	20,80	1,26
ЧЭЛ, МДж	136,80	143,05	6,25
Сырой протеин (СП), г	3322	3322	0
Нерасщепляемый СП, г	1063	776	-287
Усвояемый СП, г	3150	3224	74
Баланс азота в рубце, г	19,5	13	-7
Сырой жир, г	877	572	-305
Сырая клетчатка, г	3322	3346	24
Стабильный крахмал, г	585	927	342
Сахар, г	1368	2058	690
Нестабильный крахмал, г	1950	5879	3929
НДК, г	5667	6673	1006
Неволокнистые углеводы, г	6840	8518	1678
КДК, г	3713	3596	-117
Сочность, %		62,28	
Стоимость, тыс. руб.		8,15	
Концкорма на 1 кг молока, г		281,25	
Концентраты, % по ЧЭЛ		45,16	

** стоимость приводится в ценах на 1.01.2007 года.*
** СВ – сухое вещество, ЧЭЛ – чистая энергия лактации*
НДК – нейтрально-детергентная клетчатка.
КДК – кислотно детергентная клетчатка.

В состав рационов контрольной и опытной групп входили: силос кукурузный, сенаж злаковый, сено клеверо-тимофеевки, свекла полусахарная и комбикорм. Однако в опытном варианте свеклы было почти в 2 раза меньше, а сена больше. Кроме того, специально приготовленный комбикорм содержал 23,9 % сырого протеина, а в контрольной группе – 21,4 %. При этом в комбикорм для опыта вводилось 15,83 % соевого шрота, тогда как белковые компоненты комбикорма для контрольной группы были представлены только рапсовым и подсолнечниковым шротами. Содержание расщепляемых в рубце фракций здесь было значительно больше.

Дня поддержания белкового кормления коров при высокой продуктивности на раздое не удается выдержать рекомендованный уровень энергии и сухого вещества. В соответствии с потребностью коров на раздое, количество сырого протеина должно составлять 17,5-19,0 % в сухом веществе рациона. В контрольном варианте мы приблизились к такому показателю, но при этом животные должны потреблять на 1,26 кг сухого вещества больше расчетного количества, что не всегда возможно из-за недостаточной адаптации желудочно-кишечного тракта в первый месяц лактации.

В рационе недостаточно нерасщепляемого сырого протеина (287 г), что нежелательно, особенно при высоком уровне протеинового кормления (3322 г на голову в сутки). Отрицательный баланс азота в рубце (-7 г) свидетельствует о недостаточной обеспеченности микроорганизмов рубца этим веществом. Количество сахара, с другой стороны, значительно превышает потребность в нем животных. При этом нельзя не учитывать значительное количество в рационе нестабильного крахмала, способного быстро распадаться в рубце до простых сахаров, что позволяет, в свою очередь, снизить удельную массу в рационе дорогостоящих корнеплодов. Для ликвидации дефицита жира в рационе вводили 2 % подсолнечного масла в комбикорм. Балансирование минеральных веществ и витаминов производили путем введения в комбикорм специальнь премиксов, и по этим показателям кормление коров, как контрольной, так и опытной групп, было равноценным.

В опытном варианте рациона наблюдается значительный избыток неволокнистых углеводов (1149 г), что меньше, чем в контроле (1678 г), и свидетельствует о возможности увеличения доли грубых кормов при их высоком качестве. В нашем случае невозможно было увеличить долю сена, так как концентрация продуктивной энергии в сухом веществе рациона при этом снизилась бы значительно. Себестоимость рационов оказалась практически одинаковой. Высокая цена соевого шрота в опытном варианте частично компенсировалась снижением в рационе полусахарной свеклы. В обоих вариантах расход концентратов на 1 кг молока был одинаковым и составлял 281 г. (табл. 3).

Таблица 3. Потребление питательных веществ и энергии коровами опытной группы в период раздоя

Показатели	Норма	Факт	+- к норме
СВ,кг	19,54	20,01	0,47
ЧЭЛ, МДж	136,80	133,21	-3,59
Сырой протеин (СП), г	3322	3322	0
Нерасщепляемый СП, г	1063	927	-136
Усвояемый СП, г	3150	3081	-69
Баланс азота в рубце, г	19,5	29	10
Сырой жир, г	877	539	-338
Сырая клетчатка, г	3322	3248	-74
Стабильный крахмал, г	585	1129	544
Сахар, г	1368	1368	0
Нестабильный крахмал, г	1950	4909	2959
НДК, г	5667	6116	449
Неволокнистые углеводы, г	6840	7989	1149
КДК, г	3713	3526	-187
Сочность, %		58,36	
Стоимость, тыс.руб		8,28	
Концкорма на 1 кг молока, г		281,25	
Концентраты, % по ЧЭЛ		47,30	

Сравнительная эффективность производства молока представлена в табл. 4.

Методика расчета основана на утверждении того, что повышение удоя в период раздоя позволяет получить дополнительную продукцию в течение оставшихся 7-8 месяцев лактации. Количественно зако-

Таблица 4. Экономическая эффективность производства молока в опыте

Показатели	Группа	
	Контроль	Опыт
Количество животных в группе, голов	20	20
Суточный надой на 1 корову, кг		
в начале опыта	19,4	19,25
после раздоя	25,45	27,4
Прогнозируемый удой за лактацию, кг	5647	6193
Получено дополнительно молока за лактацию на 1 корову, кг		546
Цена реализации 1 кг молока, тыс. руб.	0,48	0,48
Цена реализации доплнительной продукции на 1 корову, тыс. руб.		262,08
Стоимость суточного рациона, тыс.руб	8,15	8,28
Стоимость рациона за 45 суток опыта, тыс.руб.	366,75	372,6
Дополнительные затраты на рацион за период опыта, тыс. руб.		5,85
Прибыль в расчете на 1 корову за период опыта, тыс. руб.		256,23
Прибыль в расчете на 20 подопытных коров за период опыта, тыс. руб.		5124,6

номерность эта определена средствами регрессионного анализа большого количества лактаций через уравнение, позволяющее построить лактационный график с достаточной точностью (в пределах одного типа лактационной кривой).

Разность в продуктивности за лактацию рассчитывали путем табулирования лактационной функции в программе Excel с одновременным суммированием результатов.

Заключение

Оптимизация рационов новотельных коров с учетом таких показателей, как сырой протеин, расщепляемый и нерасщепляемый в рубце протеин, используемый протеин, а также баланс азота в рубце, обусловливает необходимость изменения, как структуры рациона, так и рецепта балансирующего комбикорма концентрата. При одинаковой удельной массе концентрированных кормов (45-47 %) в составе опытного комбикорма увеличилась доля сырого протеина до 23,9 % по сравнению с контролем, где его было 21,14 % в расчете на 1 кг натурального корма. Избыточное содержание нестабильного крахмала и сахара позволило снизить количество полусахарной свеклы, что нивелировало высокую стоимость дорогих белковых добавок в комбикорме для опытной группы.

Методика многоцелевого программирования при оптимизации рационов оказалась достаточно эффективной именно в условиях ограниченного ассортимента кормов в хозяйстве. Когда не существует возможности составления идеального, т.е. сбалансированного по всем нормируемым элементам питания рациона, алгоритм последовательного приближения к наилучшему варианту с учетом значимости факторов кормления приобретает особое значение. Линейное программирование не подходит для решения такой задачи.

Экономическая эффективность моделирования рационов раздаиваемых высокопродуктивных коров по заданным параметрам складывается как за счет прибавки продуктивности в период раздоя, так и получением более высоких надоев в течение всей лактации. При разнице в пиковой продуктивности на уровне 2 кг молока в сутки, можно получить более 500 кг (в описываемом опыте - 546 кг) молока от коровы дополнительно за 9 месяцев лактации, что составляет 256,23 тыс. руб. в расчете на 1 голову.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физиология пищеварения и кормление крупного рогатого скота : учеб. пособ. для высш. учеб. заведений / В. М. Голушко [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2005. – 480 с.

2. Горячев, И. И. Кормление высокопродуктивных коров / И. И. Горячев, А. А. Богуш, Н. В. Пилюк. – Мн.: БелНЦИМ АПК, 1996. – 28 с.

3. Дурст, Л. Кормление сельскохозяйственных животных / Л. Дурст, М. Виттман. – Винница: Нова Книга, 2003. – 420 с.

4. Григорьев, Н. В. Оптимизация уровня концентратов крупного рогатого скота / Н. В. Григорьев // Проблемы и перспективы природопользования: сб. науч. тр. – Киров, 1999. – С. 84-95.

5. Райхман, А. Я. Влияние технологии содержания и кормления на уровень сбаланси- рованности рационов лактирующих коров / А. Я. Райхман // Актуальные проблемы интен- сивного развития животноводства: сб. науч. тр. – В. 9, ч. 2. – Горки, 2006. – С. 71-78.

6. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников [и др.]. – Москва, 2003. – 456 с.

7. Мур, Д. Экономическое моделирование в Microsoft Excel / Д. Мур, Л. Уэдэрфорд. – 6-е изд. – М.: Издат. дом «Вильяме», 2004. – 1024 с.

8. Charnes, A. Management Models and Industrial Applications of Linear Programming / A. Charnes, W. Cooper. – New York: John Wiley, 1961.

УДК 636.2.087
ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 2.08.2011

ПРОВИТ В СОСТАВЕ БВМД ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ БЫЧКОВ НА МЯСО

В.А. Люндышев, канд. с.-х. наук (БГАТУ); В.Ф. Радчиков, докт. с.-х. наук, профессор, В.К. Гурин, канд. биолог. наук, В.П. Цай, канд. с.-х. наук (РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»)

Аннотация

Использование зерносмеси, обогащенной провитом, в составе белково-витаминно-минеральной добавки (БВМД) для молодняка крупного рогатого скота является экономически выгодным, позволяет снизить себестоимость прироста живой массы и получить дополнительную прибыль.

Use of seed mixture that is enriched with provitamin in structure BVMD for horned cattle is economical and allows to lower the cost price of a gain of live weight and to get additional profit.

Введение

В деле увеличения производства продукции животноводства важное место занимает организация полноценного кормления. В настоящее время сдерживающим фактором увеличения производства продукции животноводства является дефицит белка. Недостаток его ведет к перерасходу зерна, снижает продуктивность животных, увеличивает себестоимость продукции.

Основными источниками протеина в рационах сельскохозяйственных животных являются корма растительного происхождения – зерно, жмыхи, шроты. Доля растительного белка в общем балансе кормового белка превышает 90%. Его дефицит в определенной степени может стимулировать увеличение производства кормовых дрожжей (провита). По своим кормовым достоинствам дрожжи близки к кормам животного происхождения и превосходят некоторые растительные корма.

Основная часть

Для решения этих задач выполнен химический анализ кормов (зернофуража, силоса, соломы) и рационов в опыте, проведенном в условиях промышленного комплекса колхоза «Россия» Щучинского района Гродненской области, согласно схеме, представленной в табл. 1.

С учетом недостатка протеина и минеральных веществ, осуществлялась разработка рецептуры БВМД на основе зернобобовых (гороха, пелюшки, люпина). В нее включали белковую добавку (провит), премикс ПРК-2, комплексную минеральную добавку (КМД), состоящую из галитов, фосфогипса, доломитовой и костной муки, сапропеля.

Приготовленные рецепты БВМД с провитом и подсолнечным шротом включались в состав зерносмеси в условиях комбикормового цеха вышеуказанного хозяйства.

Для опыта по принципу аналогов отобраны бычки черно-пестрой породы в возрасте 13-14 месяцев, живой массой 350-360 кг.

Животные всех групп получали основной рацион, предусмотренный технологией комплекса (кормосмесь, в которую входили силос и солома). Отличие в кормлении состояло в том, что молодняк I (контрольной) группы получал зерносмесь, приготовленную в хозяйстве, с включением БВМД на основе пелюшки, люпина, мела, соли, а бычки II, III и IV группы – зерносмесь, обогащенную разработанными БВМД.

Все подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях (содержание привязное на щелевых полах), кормление осуществлялось два раза в сутки (утром и вечером), поение – из автопоилок. Рационы составлялись и корректировались согласно потребности молодняка в питательных веществах, а также согласно химическому составу кормов.

В структуре рационов концентрированные корма (по питательности) занимали 45%, сочные – 35%, грубые – 20%.

Из табл. 2 видно, что в рецепты БВМД № II, III, IV включены пелюшка и люпин в одинаковом соотношении. В добавку № II дополнительно введен подсолнечный шрот. Рецепты № III и IV отличались разным удельным весом белковой добавки – провита,

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Группы	К-во животных	Возраст, мес.	Живая масса, кг	Продолжительность, дней	Особенности кормления
I контрольная	10	14	349	84	ОР - силос кукурузный, солома ячменная, зерносмесь, приготовленная в хозяйстве
II опытная	10	14	348	84	ОР + зерносмесь с БВМД, приготовленная на основе подсолнечного шрота
III опытная	10	14	352	84	ОР + зерносмесь с БВМД, приготовленная на основе провита
IV опытная	10	14	352	84	ОР + зерносмесь с БВМД, приготовленная на основе провита и зернобобовой смеси

Таблица 2. Состав и питательность БВМД

Компоненты, %	Рецепты			
	Контроль № I	№ II	№ III	№ IV
Провит	-	-	40,0	20,0
Пелюшка	52,2	15,0	15,0	15,0
Горох	-	-	-	20,0
Овес	-	15,0	15,0	15,0
Шрот подсолнечный	-	40,0	-	-
Галиты	-	4,0	4,0	4,0
Фосфогипс	-	3,6	3,6	3,6
Доломитовая мука	-	2,0	2,0	2,0
Костная мука	-	3,2	3,2	3,2
Сапропель	-	3,2	3,2	3,2
Люпин	35,2	10,0	10,0	10,0
Премикс ПКР-2	-	4,0	4,0	4,0
Соль поваренная	5,2	-	-	-
Мел	7,4	-	-	-
В1 кг корма содержится:				
кормовые единицы	0,98	0,81	0,87	0,88
обменная энергия, МДж	9,69	8,87	7,95	7,54
сухое вещество, г	789	885	865	865
сырой протеин, г	231	238	253	224
сырая клетчатка, г	75	64	41	50
сырой жир, г	178	182	76	91
кальций, г	30,2	31,3	32,1	31,4
фосфор, г	3,6	11,5	10,4	9,9
железо, мг	16	169	383	263
медь, мг	3	32	25	25
цинк, мг	36	132	233	184
марганец, мг	25	263	301	276
кобальт, мг	-	4,6	4,8	4,6
йод, мг	0,1	0,9	0,8	0,7

кроме этого, в добавку № IV введен горох. Как видно из данных химического состава разработанных БВМД, в них оказалось более высокое содержание фосфора, железа, меди, цинка, кобальта, йода и витаминов.

На основе белково-витаминно-минеральных добавок и зернофуража разработаны рецепты комбикормов КР-3, которые испытаны в научно-производственном опыте.

Наблюдение за подопытными животными и учет поедаемости кормов показали, что бычки всех групп охотно съедали суточный рацион (табл. 3), случаев отказа от корма и заболеваний не выявлено.

Потребление сухих веществ животными колебалось в пределах 9,5-11,3 кг. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона в контрольной группе составила 8,7 МДж, а в опытных повысилась на 4-6 %. Содержание клетчатки во всех группах находилось на уровне 25-26 % от сухого вещества рациона, отношение азота к сере в контрольной группе было равно 13:1, а в опытных – снизилось до 9-10:1 (за счет потребления бычками в составе КМД фосфогипса в качестве источника серы). Использование КМД в составе комбикормов, по сравнению с добавкой соли, мела, фосфата (контроль) при скармливании их молодняку, обеспечило повышение содержания в рационах серы и магния на 15-25 и 10-26%, соответственно. Отношение кальция к фосфору было равно 1,6-2,0:1 в рационах всех групп.

Конечной оценкой результатов откорма бычков служат среднесуточный прирост и затраты кормов на единицу продукции (табл. 4).

Данные табл. 4 свидетельствуют о том, что животные всех групп проявили довольно высокую энергию роста. Так, молодняк I контрольной группы имел среднесуточный прирост живой массы – 786 г, II, III и IV – выше на 68 г, 178 и 118 г, соответственно, или на 9 %, 23 и 15,0 %, соответственно. Затраты кормов на 1 ц прироста оказались ниже у бычков, потреблявших БВМД, соответственно, на 18 %, 24 и 15 %. Приведенные показатели довольно ярко свидетельствуют о том, что использование зерносмесей, обогащенных зернобобовыми, провитом, КМД и премиксом ПКР-2 в рационах молодняка крупного рогатого скота на откорме, дает довольно высокий эффект. В результате этого заметна существенная экономия кормов на единицу продукции, кроме того, сокращается период содержания животных на откорме. За состоянием здоровья подопытного молодняка следили по гематологическим показателям, которые представлены в табл. 5.

Таблица 3. Рацион подопытных бычков при скармливании различных БВМД

Показатели, кг	Группы			
	I	II	III	IV
1	2	3	4	5
Комбикорм № 1	3,5	-	-	-
Комбикорм № 2	-	3,5		-
Комбикорм № 3	-	-	3,5	-
Комбикорм № 4	-	-	-	3,5
Силос кукурузный	17,0	15,3	14,0	15,4
Солома ячменная	4,7	4,0	5,0	5,1
В рационе содержится:				
кормовых единиц	8,55	7,94	8,14	8,43
обменной энергии, МДж	85,1	85,9	97,1	104,0
сухого вещества, кг	9,8	9,5	10,8	11,3
сырого протеина, г	1168	1095	1139	1162
сырой клетчатки, г	2470	2337	2800	2850
сырого жира, г	338	252	261	268
кальция, г	66,7	69,0	85,0	87,5
фосфора, г	33,2	42,1	42,2	42,6
магния, г	13,7	15,1	16,7	17,9
серы, г	14,4	16,5	18,0	17,9
железа, мг	1754	1791	3146	3171
меди, мг	47,0	73,4	56,6	57,9
цинка, мг	369	459,1	604	580
марганца, мг	593	792,1	789	794
кобальта, мг	3,74	5,47	5,88	5,62
йода, мг	3,86	4,74	4,66	4,53
каротин	277,4	294,5	314,5	339,7
витаминов:				
D, тыс. МЕ	4,7	4,8	5,0	5,1
E, мг	919	858	1013,3	1104

Таблица 4. Изменения живой массы и затраты кормов

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг				
на начало опыта	349±2,0	348±1,7	352±1,6	352±1,2
на конец опыта	415±3,5	420±5,7	433±5,0***	428±4,2*
Прирост валовой, кг	66±3,1	72±5,3	81±4,8**	76±4,5
среднесуточный, г	786±38	857±62	964±57*	904±53
В % к I группе	100	109	123	115
Затраты кормов на 1 ц прироста, ц корм. ед.	11,0	9,0	8,4	9,3

Примечание: *P<0,05; **P<0,02;*P<0,01*

Таблица 5. Гематологические показатели подопытных животных

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
Гемоглобин, г/л	94,4±0,26	94,3±0,27	94,0±0,05	97,5±0,38
Эритроциты, 10^{12}/л	8,19±0,37	8,55±0,37	8,19±0,34	8,95±0,91
Щелочной резерв, мг%	320 ±13,3	400± 0**	373± 13,3	373± 26,7
Мочевина, ммоль/л	4,1± 0,24	3,1±0,15*	3,2±0,55*	3,3±0,31*
Глюкоза, ммоль/л	3,58±0,33	3,58±0,12	3,58±0,12	3,81±0,2
Белок, г/л	81,7±0,33	80,8±0,19	83,6±0,19	83,6±0,51
Кальций, ммоль/л	2,85±0,31	2,7±0,26	2,7±0,42	2,7±0,32
Фосфор, ммоль/л	2,1±0,26	1,9±0,23	1,9±0,06	1,97±0,29
Калий, ммоль/л	0,11±0,05	0,12±0,01	0,13±0,06	0,11±0,06
Натрий, ммоль/л	1,55±0,07	1,58±0,15	1,78±0,59	1,57±0,06
Магний, моль/л	0,02±0,001	0,03±0,002*	0,036±0,01*	0,03±0,004*
Железо, мкмоль/л	55,3±46	63,9±29	59,3±52	55,2±36
Медь, мкмоль/л	0,18±0,43	0,15±0,15	0,15±0,07	0,18±0,18
Цинк, мкмоль/л	0,84±0,15	0,95±0,76	1,25±0,86	1,16±0,67
Марганец, мкмоль/л	0,01±0,003	0,016±0,013	0,018±0,012	0,015±0,014

*Примечание: *P>0,05; **P>0,01*

Таблица 6. Экономическая эффективность использования БВМД в рационах откармливаемого скота

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
Среднесуточный прирост, г	786	857	964	904
Затраты кормов на 1 ц прироста, ц корм.ед.	11,0	9,0	8,4	9,3
в т.ч. концентратов	4,9	4,1	3,8	4,2
Себестоимость 1 корм. ед., тыс. руб.	1,38	1,48	1,77	1,50
Себестоимость 1 ц прироста, тыс. руб.	1371,3	1263,4	1228,6	1250,4
Цена реализации 1 ц прироста, тыс. руб.	3000	3000	3000	3000
Прибыль в расчете на 1 ц прироста, тыс. руб.	1628,7	1736,6	1771,4	1749,6

У бычков II группы отмечалось достоверное увеличение буферной емкости крови, по сравнению с молодняком I, III и IV группы, и более низкое содержание мочевины, по сравнению с контрольной группой. У животных III и IV опытных групп обнаружена тенденция к повышению содержания белка, что указывает на лучшее усвоение его из корма.

Экономическая эффективность использования БВМД в рационах подопытного молодняка на откорме приведена в табл. 6.

Данные табл. 6 свидетельствуют, что включение в состав БВМД № III и IV провита в смеси с КМД и премиксом ПКР-2, а также зернобобовыми позволяет снизить затраты кормов на 1 ц продукции на 24 и 15 %, в т. ч. концентратов – на 16 и 22 %. Ввиду более высоких среднесуточных приростов бычков III и IV опытных групп (на 15-23%) себестоимость 1ц прироста у этих животных оказалась ниже на 9-10 %. Включение в состав БВМД № II подсолнечного шрота на фоне зернобобовых, КМД и премикса повысило среднесуточные приросты на 9%, снизило затраты кормов на единицу продукции на 18%, в т. ч. концентратов – на 14%. Себестоимость 1 ц прироста живой массы молодняка снизилась по сравнению с контрольной группой на 8 %. Прибыль в расчете на 1 ц прироста за счет опытных рецептов БВМД во всех группах повысилась на 7-9 %.

Заключение

Результаты производственной проверки, проведенной в колхозе «Россия» Щучинского района, показали, что животные, получавшие разработанные авторами публикации БВМД, имели среднесуточный прирост – 911 г, или на 125 г выше, чем в базовом варианте. Затраты кормов на 1 ц прироста составили – 8,9 ц корм. ед., или на 19,1 % ниже. На каждой голове скота за год получено дополнительно прироста – 1380 тыс. руб.

На основании проведенных исследований установлено:

– использование местного белкового растительного сырья (гороха, люпина, пелюшки), продуктов перерабатывающей и микробиологической промышленности (шрота, провита), минерального сырья (галитов, фосфогипса, доломитовой и костной муки, сапропели) позволяет приготовить БВМД, не оказывающие отрицательного влияния на потребление кормов, физиологическое состояние и продуктивность бычков;

– включение в состав БВМД новых белковых и минеральных источников дает возможность приготовить комбикорм для откорма бычков, не уступающий по кормовой ценности и продуктивному действию контрольному;

– скармливание бычкам зерносмеси, обогащенной БВМД, в составе силосно-концентратных рационов содействует повышению среднесуточных приростов бычков на 9-23 %, снижению затрат кормов – на 15-24 %, в т. ч. концентратов – на 14-22 % и себестоимости 1 ц прироста – на 8-10 %;

– введение в состав зернофуража опытных рецептов БВМД в количестве 25% (по массе) при удельном весе концентратов в структуре рационов – 45% (по питательности) позволяет получать среднесуточные приросты бычков – 857-964 г при затратах кормов на 1 кг прироста – 8,4-9,3 ц корм. ед. Экономическая эффективность в расчете на 1 ц прироста за период опыта составила –108-143 тыс. руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аликаев, В.А. Справочник по контролю кормления и содержания животных / В.А. Аликаев, Е.А. Петухова, Л.Д. Халенева. – М.: Колос, 1982. – 320 с.

2. Григорьев, Н.Г. Биологическая полноценность кормов / Н.Г. Григорьев, Н.П. Волков, Е.С. Воробьев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 287 с.

3. Богданов, Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных / Г.А. Богданов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 189 с.

4. Зеньков, А.С. Белки и протеин в кормлении животных / А.С. Зеньков // Пути решения проблемы белка в животноводстве. – Мн.: Ураджай, 1981. – С. 4-19.

5. Зернов, В.С. Выращивание и откорм молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы с использованием биологически активных веществ / В.С. Зернов, Г.Ф. Алиев // Тез. межвуз. науч. конф. – Киров, 1995. – Вып. 1. – С. 51-52.

6. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, В.И. Фисин, В.В. Щеглов, Н.И. Клейменов. – Москва, 2003. – 456 с.

7. Люндышев, В.А. Витаминно-минеральное питание сельскохозяйственных животных и птиц / В.А. Люндышев, А.В. Люндышев. – Мн.: БГАТУ, 2010. – 134 с.

Пористые волокновые материалы

Предназначены для очистки жидкостей, газов от твердых частиц и жидких аэрозолей.

Основные технические данные

Тонкость очистки ППМ

- при фильтрации газов 0,5...20 мкм
- при фильтрации жидкостей 1...100 мкм

Фильтры используются для очистки сжиженных и сжатых газов при их производстве и практическом использовании, отходящих газов в технологических циклах химического, биотехнологического, металлургического, цементного и др. производств, для очистки воды, горюче-смазочных материалов, пищевых продуктов (соки, пиво и др.), смол, основ для лаков, расплавов солей и полимеров.

УДК 663.533 ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 2.08.2011

ИЗВЛЕЧЕНИЕ САХАРОЗЫ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ СВЕКЛОВИЧНОЙ КАШКИ

Т.М. Тананайко, канд. техн. наук, доцент, Д.В. Хлиманков, мл. научн. сотр. (РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»)

Аннотация

Получена математическая зависимость технологического процесса водно-тепловой обработки свекловичной кашки, исследование которой позволило установить оптимальные параметры: время водно-тепловой обработки свекловичной кашки – 80 мин., температуру водно-тепловой обработки свекловичной кашки – 85 ^{0}C, при pH – 5, 0.

The mathematical dependence of the process of water-cooking beet clover study which allowed to determine the optimal parameters: time, water and heat treatment of sugar beet clover – 80 minutes, the temperature of the water-heat treatment of sugar beet clover – 85 ° C, at pH – 5, 0.

Введение

В условиях постоянного повышения цен на сырье и энергоресурсы создание и внедрение новых ресурсосберегающих технологий, не требующих значительного технического переоснащения производства, является наиболее важным направлением развития спиртовой отрасли.

Перспективным направлением развития спиртовой отрасли Республики Беларусь является активное внедрение низкотемпературных механико-ферментативных схем обработки растительного сырья. Большое значение в контексте низкотемпературных схем производства приобретает повышение концентраций перерабатываемых технологических сред, позволяющее без существенных капитальных затрат увеличить производительность предприятий и снизить себестоимость конечного продукта – этилового спирта.

Перспективным сырьем для производства этанола в спиртовой отрасли Республики Беларусь является сахарная свекла.

Сахарная свекла является культурным высокопродуктивным растением, имеет высокую урожайность и несмотря на трудоемкую уборку и сложное хранение, доступна для переработки 365 дней в году, является достаточно дешевым сырьем для Республики Беларусь, содержит значительное количество углеводов и пектиновых веществ [1-3].

Цель данной работы –определение влияния различных параметров (температуры, pH среды, времени водно-тепловой обработки) на состав свекловичного сусла.

Результаты исследований позволят установить оптимальный способ приготовления свекловичного сусла с использованием ферментных препаратов различного спектра действия, используемых в производстве этанола, что приведет к заметному увеличению выхода спирта и накоплению в нем значительного количества летучих примесей, позволит снизить затраты на производство и получить конкурентоспособный продукт.

Основная часть

Для создания ресурсосберегающей технологии производства этанола из сахарной свеклы необходимо провести научную работу по отработке технологических режимов на каждой стадии производства.

Для оптимизации процесса водно-тепловой обработки сахарной свеклы и достижения максимального эффекта накопления сахарозы, как основного источника биосинтеза этанола, было выполнено планирование эксперимента, которое позволяет варьировать все факторы и получать количественные оценки эффектов из взаимодействия. Для этого использован метод центрального композиционного ротатабельного планирования полного факторного эксперимента (ПФЭ-2^3) со звездным плечом. Планирование и обработка результатов осуществлялись с помощью компьютерной системы планирования эксперимента STATGRAPHICS Plus for Windows.

В качестве основных факторов, влияющих на оптимизацию процесса водно-тепловой обработки свекловичной кашки, были выбраны следующие факторы:

X_1 – температура водно-тепловой обработки свекловичной кашки, °C;

X_2 – время водно-тепловой обработки свекловичной кашки, мин.;

X_3 – pH водно-тепловой обработки свекловичной кашки.

Пределы варьирования факторов были определены на основании анализа литературных данных и ранее проведенных исследований по водно-тепловой обработке свекловичной кашки [4]. Условия проведения центрального композиционного ротатабельного планирования приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика планирования

Обозначение фактора	Уровень		«Звездные» точки		Центр эксперимента	Шаг варьирования
	нижний	верхний	нижняя	верхняя		
X_1 , °С	70,0	100,0	59,8	110,2	85	25
X_2 , мин.	40,0	120,0	12,7	147,3	80	40
X_3	4,0	5,5	3,5	6,0	4,75	0,75

Критерием оценки влияния выбранных факторов на качество процесса водно-тепловой обработки свекловичной кашки служил показатель – содержание сахарозы (Y, %).

Эксперименты проводились в соответствии с матрицей планирования, приведенной в табл. 2.

Таблица 2. Матрица планирования

№ опыта	Фактор			Функция отклика, Y, %
	X_1 , °С	X_2 , мин	X_3	
1	59,8	80,0	4,75	16,7
2	70,0	120,0	5,5	16,2
3	70,0	40,0	5,5	15,8
4	100,0	40,0	5,5	16,6
5	85,0	147,3	4,75	17,5
6	85,0	12,7	4,75	15,2
7	100,0	120,0	5,5	17,8
8	70,0	120,0	4,0	17,3
9	85,0	80,0	4,75	17,5
10	85,0	80,0	3,49	16,8
11	100,0	40,0	4,0	15,8
12	85,0	80,0	6,0	17,0
13	70,0	40,0	4,0	15,7
14	110,2	80,0	4,75	17,7
15	85,0	80,0	4,75	17,9
16	100,0	120,0	4,0	17,5

Условия проведения эксперимента

В качестве свекловичного сырья в экспериментах использовался гибрид сахарной свеклы «Алиса» с содержанием сахарозы – 18,0 %, выращенный из семян фирмы КВС.

Получение свекловичного сусла осуществлялось согласно общей процессуальной схеме эксперимента, приведенной на рис. 1.

Для гидролиза пектиновых веществ свекловичной кашки использован пектолитический ферментный препарат Пектинекс BE XXL компании Новозаймс А/С (Дания); использована низкотемпературная схема гидроферментативной обработки сырья при дозировке фермента – 0,1 дм^3/т сахарной свеклы.

Для корректирования активной кислотности свекловичной кашки использована серная кислота. В полученных пробах проанализировано содержание сахарозы по МВИ. МН 2738-2007 «Определение содержания фруктозы, глюкозы, сахарозы в виноградных винах, виноматериалах и ликерах». Методика выполнения измерений предназначена для одновременного определения содержания углеводов (фруктозы, глюкозы, сахарозы, мальтозы, ксилозы и глицерина) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием для регистрации рефрактометрического детектора.

Анализ результатов

В результате статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, адекватно описывающее зависимость исследуемой функции отклика от выбранных факторов. Влияние каждого из варьируемых факторов графически отражено в виде стандартизированной карты Парето (рис. 2) и графика главных эффектов отклика (рис. 3). Графически модель влияния факторов на параметр оптимизации представлена в виде поверхности отклика (рис. 4а, б).

Стандартизированная карта Парето, изображенная на рис. 2, позволила установить значимые факторы и упростить первоначальный вид уравнения модели. Пересечение стандартизированных эффектов вертикальной линией, которая представляет собой 95% доверительную вероятность, означает, что влияние факторов на функцию отклика статически значимо

Влияние факторов по степени значимости распределилось в следующем порядке: наибольший эффект на уровень накопления сахарозы оказывает время водно-тепловой обработки свекловичной кашки, с ее продолжительностью содержание сахарозы увеличивается; второе по значимости влияние оказывает температура водно-тепловой обработки свекловичной кашки и третье по значимости влияние оказывает pH водно-тепловой обработки свекловичной кашки. Анализ графика главных эффектов для показателя содержание сахарозы в свекловичном сусле также подтверждает вышеупомянутый порядок значимости факторов (рис. 3).

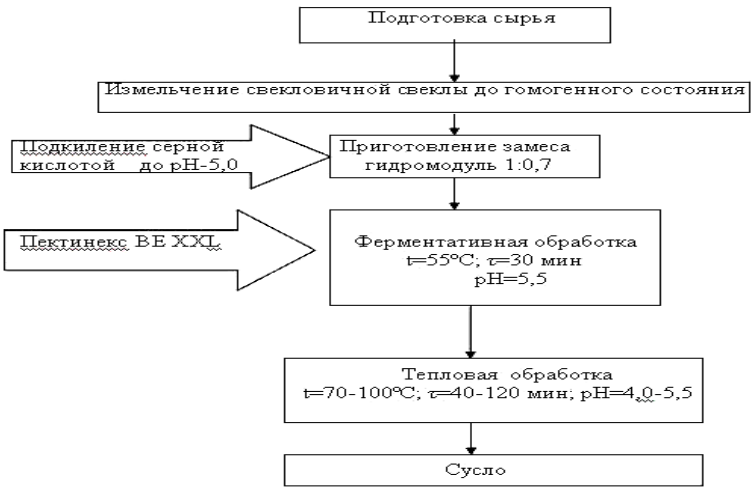
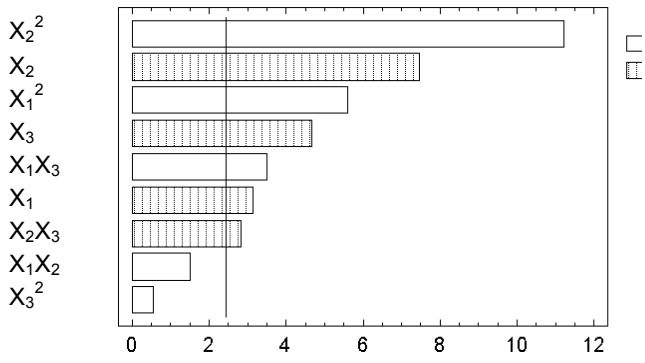


Рис. 1. Общая процессуальная схема эксперимента



Стандартизированный эффект

Рис. 2. Карта Парето для содержания сахарозы в свекловичном сусле

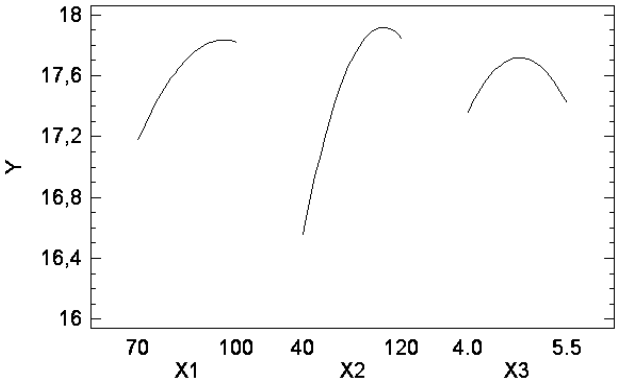
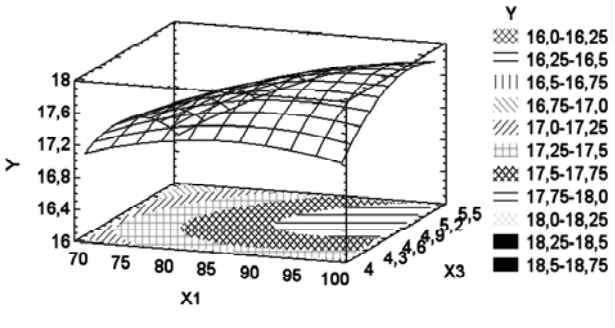
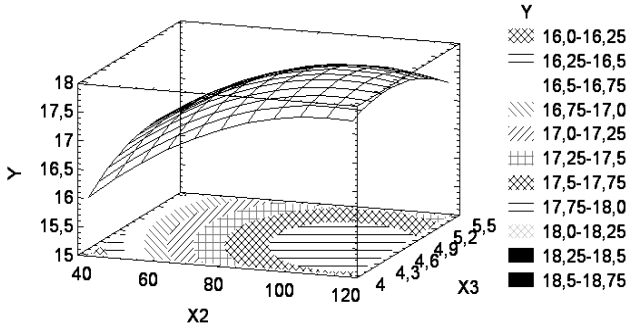


Рис. 3. Главные эффекты отклика для показателя – содержание сахарозы в свекловичном сусле



а)



б)

Рис. 4. График поверхностей отклика для показателя содержания сахарозы в свекловичном сусле: а) – при X_2=80 мин.; б) –при X_1= 85 °С

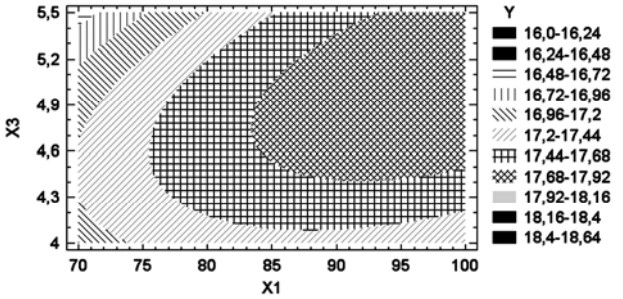


Рис. 5. Контурный график поверхностей отклика для показателя содержание сахарозы в свекловичном сусле при X_2=80 мин.

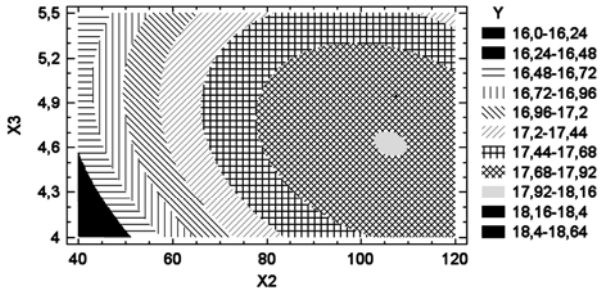


Рис. 6. Контурный график поверхностей отклика для показателя содержание сахарозы в свекловичном сусле при X_1=85 °С.

После упрощения первоначального вида уравнения модели с учетом исключения незначимых коэффициентов получено уравнение регрессии:

$$Y = 0{,}2471 + 0{,}0602\ X_1 + 0{,}0855\ X_2 + 4{,}1466\ X_3 - 0{,}0001X_1^2 + 0{,}0002\ X_1 X_2 + 0{,}0233\ X_1 X_3 - 0{,}0003X_2^2 - 0{,}0071X_2X_3 - 0{,}5814X_3^2 \quad (1)$$

Работоспособность модели подтверждается высоким коэффициентом детерминации R-squared = 97, 59%.

Графическое влияние факторов на уровень накопления содержания сахарозы в свекловичном сусле представлено в виде поверхностей отклика на рис. 4 а, б.

На основании этих данных, с целью более детального рассмотрения графических зависимостей функции отклика от варьируемых факторов и установления оптимальных параметров времени и температуры водно-тепловой обработки свекловичной кашки были изучены контурные графики поверхности отклика в разрезе содержания сахарозы в свекловичном сусле (рис. 5, 6).

Анализ графических зависимостей (рис. 4а и рис. 5) показал, что при температуре водно-тепловой обработки свекловичной кашки – 85-90°С поверхность отклика перегибается и выходит на ровное плато. Дальнейшее увеличение температуры водно-тепловой обработки свекловичной кашки не приводит к росту содержания сахарозы в свекловичном сусле. Учитывая значительные топливные затраты на разваривание

свекловичной кашки, дальнейший нагрев экономически не целесообразен.

Оптимальное время водно-тепловой обработки свекловичной кашки при температуре 85 °С, согласно рис. 6, находится на уровне – 85-110 мин. В данном интервале варьирования фактора времени водно-тепловой обработки свекловичной кашки функция отклика приобретает максимальные значения содержания сахарозы в свекловичном сусле – 17,75-18,0 %.

С целью оценки оптимизации процесса водно-тепловой обработки свекловичной кашки была приготовлена свекловичная кашка по традиционной технологии (температура разваривания – 90-120°С, время водно-тепловой обработки – 40 мин.) и по оптимизированной технологии (температура разваривания – 85°С, время водно-тепловой обработки свекловичной кашки – 80 мин). Начальная концентрация сухих веществ была одинаковая. Полученные варианты свекловичного сусла были проанализированы по следующим показателям: pH, титруемая кислотность, концентрация сухих веществ, содержание сбраживаемых углеводов [5]. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Физико-химические показатели свекловичного сусла

Показатели	Контроль, температура t=90 °С; время водно-тепловой обработки т =40 минут	Контроль, температура t= 120 °С; время водно-тепловой обработки т =40 минут	Экспериментальный образец, температура t=85 °С;время водно-тепловой обработки т =80 минут
Содержание сухих веществ, %	8,8	8,9	9,1
pH	5,0	5,0	5,0
Кислотность, °Д	0,12	0,12	0,12
Содержание сбраживаемых углеводов, %	7,7	7,8	8,0

Как видно из табл. 3, экспериментальный образец сусла превосходит контрольные по содержанию сухих веществ и содержанию сбраживаемых углеводов, что обусловлено оптимальными параметрами водно-тепловой обработки свекловичной кашки.

Заключение

Получена математическая зависимость технологического процесса водно-тепловой обработки свекловичной кашки, исследование которой позволило установить оптимальные параметры: время водно-тепловой обработки свекловичной кашки (80 мин.) и температуру водно-тепловой обработки (85 °С), при pH – 5,0.

Установлены оптимальные параметры технологического процесса водно-тепловой обработки свекловичной кашки, что позволило снизить расход тепловой энергии на 5-7 % по сравнению с классической технологией и снизить себестоимость конечного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Халаим, А.Ф. Технология спирта/ А.Ф. Халаим. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – С. 17-18.

2. Сапронов, А. Р. Технология сахарного производства/А.Р. Сапронов. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: Колос, 1999. – 495 с.

3. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства/ А.Р. Сапронов,– М.: Колос, 1998. – 495 с.

4. Тананайко, Т.М. Возможность использования сахарной свеклы для производства биоэтанола/ Т.М. Тананайко, Д.В. Хлиманков, Л.П. Яромич // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы VIII Международ. научн.- практ. конф., Минск, 8-9 октября 2009 г. / Науч.- практ. центр НАН Беларуси по продов., редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. – Минск, 2009. – С. 271-279.

5. Рухлядева, А.П. Технохимический контроль спиртового производства/ А.П. Рухлядева – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 355 с.

"Агропанорама" - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.

Журнал "Агропанорама" включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным наукам (зоотехния).

Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842. Стоимость подписки на первое полугодие 2012 года: для индивидуальных подписчиков - 48330 руб., ведомственная подписка - 95508 руб.

УДК 637.354
ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.05.2011

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИПОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВЕРДЫХ СЫРОВ С ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ВТОРОГО НАГРЕВАНИЯ

Е.А. Давыдова, канд. техн. наук, Т.А. Заболоцкая, инженер, А.Н. Лилишенцева, канд. техн. наук, доцент (БГЭУ)

Аннотация

Исследовано влияние применения липолитических ферментов различных источников происхождения (овечьей, козьей и говяжьей липазы) на формирование вкуса и аромата твердых сыров с высокой температурой второго нагревания. Установлено, что применение овечьей и козьей липаз придает сырам специфический вкус и запах, свойственный сырам, вырабатываемым из овечьего и козьего молока.

The effect of lipolytic enzymes of different origins (lamb, calf and kid goat lipases) on the formation of taste and flavor of hard cheese with a high temperature second heating is investigated. It was established that the use of sheep and goat lipase can be used to make cheese specific taste and odor, characteristic of cheese produced from lamb's and goat's milk.

Введение

Основы технологии твердых сыров были заложены уже во времена Римской империи в Италии, когда сыроделы использовали для повышения стойкости сыров высокие концентрации соли и низкую влажность. С тех пор твердые сыры получили широкое распространение во многих странах Европы и отличаются плотной, иногда крошливой консистенцией со специфическими сенсорными характеристиками.

Особенностью технологии твердых сыров является применение высоких температур второго нагревания – от 48 до 56° С, что позволяет максимально удалить влагу из сырного зерна и получить продукт с низкой массовой долей влаги. Твердые сыры также отличаются длительным созреванием – от трех месяцев до двух лет, в процессе которого образуются вещества, придающие специфический вкус и аромат сырам этой группы.

Существенное влияние на формирование специфических органолептических показателей сыров оказывает липолиз, в результате которого образуются жирные кислоты – важнейшие слагаемые вкуса и аромата сыров, которые и обусловливают его сенсорные характеристики [1].

При производстве некоторых итальянских сыров, таких как Pecorino Romano или Pecorino Foggiano, используют специальную пасту-коагулянт, содержащую липазы, которые позволяют вырабатывать сыры с характерным для этих видов сыров сильно выраженным вкусом и ароматом. В этом случае интенсивный липолиз позволяет также ускорить созревание сыров и улучшить их консистенцию [2, 3].

Проблема производства твердых сыров с высокой температурой второго нагревания заключается в том, что их выработка из коровьего молока приводит к получению готового продукта с невыраженным вкусом и ароматом.

Целью работы явилось изучение возможности использования липолитических ферментов, вырабатываемых из поджелудочных желез телят, овец и коз, в производстве твердых сыров с высокой температурой второго нагревания для придания характерных сенсорных показателей, свойственных сырам данной группы.

Основная часть

В работе использовали липазы животного происхождения, не обладающие протеолитической активностью: «Lamb lipase», «Kid goat lipase», «Calf lipase», производства итальянской фирмы «Caglificio Clerici spa». Характеристики липаз (по информации изготовителя), использованных в производстве сыров, представлены в табл. 1.

В работе сыры вырабатывались в трех вариантах:

– вариант «LL» – с использованием овечьей липазы «Lamb lipase»;

– вариант «KGL» – с использованием козьей липазы «Kid goat lipase»;

– вариант «CL» – с использованием говяжьей липазы «Calf lipase».

Липазы вносились в количестве 10 г на 100 кг молока за 40 мин. до внесения молокосвертывающего фермента.

Выработки сыра выполнялись в производственных условиях с использованием традиционных сыродельных ванн и формовочного оборудования, предназначенного для формования сырной массы из пласта. Были выработаны опытно-промышленные партии в количестве – 450 кг сыра для каждого варианта.

Сыры изготавливали с массовой долей жира в сухом веществе – 42 % и массовой долей влаги не более 38 %. Закваски для производства сыров использовали сухие лиофилизированные прямого внесения, производства фирмы «Sacco srl»(Италия), в состав

Таблица 1. Характеристики липаз, используемых в производстве сыров

Наименование липазы	Состав, источник выделения	Свойства
«Lamb lipase»	Поджелудочная железа овец	Способствует образованию сильного устойчивого вкуса и запаха, типичного для сыра Pecorino Romano, с выраженными пряными нотками
«Kid goat lipase»	Поджелудочная железа коз	Образует сильный и острый, слегка пряный, свойственный Provolone, вкус и запах
«Calf lipase»	Поджелудочная железа телят	Способствует образованию хорошо выраженного, слегка пряного, приятного маслянистого запаха

которых входили штаммы Streptococcus thermophilus и Lactobacillus helveticus.

Для свертывания молока использовали натуральный сычужный фермент «Clerici» с долей молокосвертывающей активности химозина от общей молокосвертывающей активности – 80 %, производства фирмы «Caglificio Clerici spa» (Италия).

Сыры вырабатывали по традиционной технологии производства сыров с высокой температурой второго нагревания. Температура свертывания составляла – 31 °С. Активизацию заквасок и липаз осуществляли в течение 40 мин. Свертывание молока проводили в течение 30 минут. Зерно ставили мелкое, второе нагревание осуществляли до температуры 52 °С, затем проводили длительную обсушку зерна для значительного удаления влаги. Сыры формовали из пласта, прессовали до pH 5,3-5,4, солили в рассоле в течение 2 суток. Продолжительность созревания сыров составила 90 суток.

По окончании срока созревания оценивали органолептические показатели сыров. Оценка вкуса сыров проводилась по критериям, описывающим характерные особенности для сыров с интенсивным вкусом [4]. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Наиболее острым, пикантным вкусом и запахом характеризовался сыр, выработанный с применением козьей липазы. Слабовыраженным вкусом и ароматом характеризовался сыр, выработанный с говяжьей липазой. Вкус сыра, выработанный с овечьей липазой, был отмечен дегустаторами как наиболее интересный, в нем доминировали пряные ноты и ореховый аромат.

Для изучения интенсивности протекания липолиза в сырах определяли накопление свободных жирных кислот (СЖК) методом капиллярной газовой хроматографии на хроматографе «Varian 3800» (Италия).

Общее содержание СЖК с короткими цепочками (SCFA; C4-C10), средними (MCFA; C12-C16) и длинными (LCFA; C18:0-C18:3) представлено в табл. 3.

Таблица 3. Содержание свободных жирных кислот в сырах

Свободные жирные кислоты	Содержание свободных жирных кислот, мг/100 г сыра		
	«LL»	«KGL»	«GL»
SCFA	273,5	309	229
MCFA	37,5	49	45
LCFA	32	61	32
Итого	343	419	306

Известно, что высокое содержание жира и сильная интенсивность липолиза способствуют накоплению СЖК с короткой (SCFA; C4-C10) и средней (MCFA; C12-C16) цепочками, которые ответственны за создание особого специфического вкуса, характерного для сыров, вырабатываемых с липазами. Излишнее накопление СЖК с длинной цепью (LCFA; C18:0-

Таблица 2. Критерии оценки вкуса сыров

Наименование показателя	Ощущения для оценки	Степень выраженности вкуса в варианте сыра		
		«LL»	«KGL»	«GL»
Острый, едкий, пикантный	Раздражающее острое ощущение, вызываемое наличием коротких жирных кислот	средний	высокий	средний
Сладкий	Вкус, характеризуемый простыми сахарами (сахароза)	низкий	низкий	низкий
Соленый	Вкус, характеризуемый хлоридом натрия	средний	средний	средний
Кислый	Вкус, характеризуемый кислотностью	средний	средний	средний
Горький	Вкус, характеризуемый кофеином, хинином и некоторыми другими алкалоидами	низкий	средний	низкий
Вяжущий	Ощущения языка и других поверхностей рта, описываемые как стягивание/сухость и ассоциирующиеся с танинами	низкий	средний	низкий
Послевкусие	Продолжительность времени, в течение которого во рту остаются вкусовые ощущения после проглатывания или сплевывания образца	долгое	долгое	среднее

С18:3) может придать нетипичный вкус сыру [5, 6]. Данные исследований показывают, что в процессе созревания во всех вариантах сыров произошло значительное накопление СЖК с короткой цепочкой, особенно масляной кислоты, что, очевидно, и явилось причиной их выраженного характерного вкуса.

Самое большое количество СЖК установлено в сыре, выработанном с использованием козьей липазы «KGL», наименьшее – с использованием говяжьей липазы «GL», что подтверждает данные органолептической оценки сыров.

Следует отметить, что в сыре, выработанном с применением козьей липазы, отмечено наибольшее накопление СЖК с короткой и длинной цепью, что, очевидно, способствовало образованию острого пикантного вкуса и запаха.

Заключение

Проведенные исследования показали, что использование овечьей и козьей липазы при производстве твердых сыров с высокой температурой второго нагревания позволяет получить сыр со специфическими выраженными сенсорными показателями. Это позволяет решить проблему невыраженного вкуса и аромата при выработке сыров этой группы из коровьего молока.

Определено количество СЖК в сырах. Установлено, что наибольшей липолитической активностью обладает козья липаза, и сыр, выработанный с ее использованием, отличался острым пикантным вкусом и ароматом. Наименьшей липолитической активностью обладала говяжья липаза. Сыр, выработанный с ее применением, не обладал выраженным запахом и вкусом, свойственным сырам данной группы. Наивысшую оценку дегустаторов получил сыр, выработанный с овечьей липазой, который характеризовался пряным вкусом и ореховым ароматом.

На основании проведенных исследований и отработки технологических режимов, была разработана нормативная и техническая документация на новый вид сыра с высокой температурой второго нагревания, предусматривающая использование овечьей липазы. По показателям качества и безопасности, сыр соответствует требованиям СТБ 1373-2009 «Сыры. Технические условия» и санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденным Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 63 от 09 июня 2009 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков. – М.: ДеЛи принт. – 2004. – 804 с.

2. Addis, M. Effect of three different lamb rennets on lipolysis of the PDO Pecorino Romano cheese / M Addis, G. Piredda, M. Pes, Di Salvo R., MF Scintu, A.Pirisi // International Dairy journal. – 2005. – V. 67. – P. 563-569.

3. Santillo, A. Influens of lamb rennet paste on chemical and enzymatic characteristics of Pecorino Foggiano cheese / A. Santillo, M. Caroprese, R. Marino, A. Muscio, A. Sevi, M. Albenzio // International Dairy journal. – 2007. – V. 17. – P. 535-546.

4. Carpino, S. Contribution of nature pasture to the sensory properties of ragusano cheese / S. Caprino, J. Horne, C. Melilli, G. Licitra, D.M. Barbano, P.J. Van Soest // Journal of Dairy Science. – 2004. – V. 87. – Issue 2. – P. 308-315.

5. Qian, M. Identification of aroma compounds in Parmigiano-Regiano cheese by gas chromatography/olfactometry / M. Quian, G. Reineccius // Journal of Dairy Science. – 2002. – V. 85. – Issue 4. – P. 1362-1369.

6. Hiskey, D. K. Starter strain related effects on the biochemical and sensory properties of Cheddar cheese / D.K. Hickey, K.N. Kilcawley, T.R. Beresford, E.M. Sheehan, M.G. Wilkinson // International Dairy journal. – 2006. – V. 16. – P. 679-690.

Установка для очистки и обеззараживания воздуха БСУ-900

Установка предназначена для очистки воздуха от газовых примесей органического и неорганического происхождения в помещениях предприятий АПК, медицинских, общественных и других помещениях, в которых необходимо обеспечивать требования СНИП (аммиак, сероводород, углекислый газ и др.). Фильтр производит непрерывную очистку и обеззараживание помещений в присутствии обслуживающего персонала со степенью очистки по уровню общей загрязненности до 60%, по индексу Колли до 70%, по вирусам до 80%, позволяет экономить до 50% энергии на отопление помещений. Наиболее эффективен при использовании в помещениях для содержания молодняка птицы, свиней и крупного рогатого скота.

Производительность составляет 900 м^3/ч.
Автор: Николаенков А.И, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

УДК 621.3 ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.09.2011

АНАЛИЗ СТИМУЛИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ УПЛОТНЕНИЯ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОМ СЕКТОРЕ

Е.П. Забелло, докт. техн. наук, профессор, В.А. Дайнеко, канд. техн. наук, доцент, В. Г. Булах, магистрант (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы формирования электрических нагрузок в коммунально-бытовом секторе с применением дифференцированных тарифов для разных групп потребителей. В результате проведенных обосновывающих расчетов сформулированы условия, при которых эти тарифы могут быть эффективным регулятором нагрузок. Проанализированы причины низкой востребованности введенных в коммунально-бытовом секторе тарифов на электроэнергию, среди которых невысокий объем электропотребления в среднем на одного абонента и льготирование платы за нее.

The problem of forming the electric loads with differentiated tariffs used for different groups of consumers in municipal economy was covered. As a result, due to calculations the conditions were performed, according to which these tariffs can be used as an efficient regulator of the loads. The reasons of the low use of tariffs that were in municipal economy were analyzed, amongst which low volume of consumption of electricity and granting preferential terms for it.

Введение

Уплотнение графиков электрических нагрузок во всех секторах энергопотребления, в том числе и в коммунально-бытовом, является одним из эффективных мероприятий, позволяющих не только экономить капиталовложения при сооружении генерирующих источников, но и снижать расходы топлива этими источниками при более ровном графике нагрузки.

Факторами, стимулирующими уплотнение электрических нагрузок, являются дифференцированные тарифы, величины которых призваны служить своеобразными сигналами: уменьшить/увеличить нагрузки или сохранить их неизменными на некотором временном интервале. Так, введенная дифференциация тарифов для населения существенная: тарифы для зон максимальных нагрузок в 2,86 раза больше тарифов, установленных для зон нагрузок минимальных [1].

По этой причине тарифное меню постоянно совершенствуется, в том числе затрагивая и коммунально-бытовой сектор, потребление электроэнергии в котором достигает 20% от суммарного по стране [2].

Основная часть

Рассмотрим основное условие, которое гласит: при одной и той же форме суточного графика нагрузки бытового потребления, плата по одноставочному и дифференцированному тарифу по зонам суток должна быть одинаковой.

Это положение является понятным и обоснованным, потому что в ином случае большинство потребителей изначально выберет тот тариф, по которому платежи наименьшие. Не исключено, что найдутся и такие потребители, которые будут рассчитывать на существенное снижение объема электропотребления в пиковые часы, в результате чего не только компенсируют разницу в оплате за электропотребление по изначальному графику нагрузки, но и получат некоторый эффект в результате глубокого регулирования нагрузок. Однако подобная ситуация в жилищно-коммунальном секторе, судя по фактическим графикам нагрузки, имеет низкую вероятность.

Рассчитаем размер платы $П_{\Sigma}$ за электропотребление для потребителей, проживающих в жилых домах (квартирах), оборудованных электрическими плитами, в течение суток и объема электропотребления: $W_{СУТ} = 24$ кВт·ч. Для проведения расчета составим предварительно следующее балансовое уравнение:

$$П_{\Sigma} = P_{min} \cdot t_{min} \cdot T_{min} + P_{max} \cdot t_{max} \cdot T_{max}, \quad (1)$$

где P_{min}, P_{max} – средние значения мощности, потребляемой в часы минимальных (t_{min}) и максимальных ($t_{\max}$) нагрузок, кВт;

T_{min}, T_{max} – тарифы на электроэнергию в часы минимальных и максимальных нагрузок, руб/кВт·ч.

Согласно Постановлению [1], дифференцированный тариф на электроэнергию для данной категории потребителей в период минимальных нагрузок (с 22.00 до 17.00) – 115,2 руб/кВт·ч, максимальных нагрузок (с 17.00 до 22.00) – 329,2 руб/кВт·ч.

Так как значения $T_{min}, T_{max}, t_{min}, t_{max}$ заданы, то можем записать:

$$П_{\Sigma} = P_{min} \cdot 19 \cdot 115,2 + P_{max} \cdot 5 \cdot 329,2 = \\ = 2188,8P_{min} + 1646P_{max}. \quad (2)$$

При $P_{min} = P_{max}$, т.е. при работе по ровному графику нагрузок, среднечасовая мощность P составит величину:

$$P = \frac{W_{сут}}{24} = 1 \text{ кВт}, \quad (3)$$

а плата $П_{\Sigma}$ будет равна

$$П_{\Sigma} = П_{от} = 2188,8 + 1646 = 3834,8 \text{ руб},$$

где $П_{от}$ – плата по одноставочному тарифу, руб.

Таблица 1. Варианты форм графиков нагрузки и размер платы по тарифу, дифференцированному по зонам суток ($П_{ДТ}$)

Показатель	Вариант				
	1	2	3	4	5
P_{max}, кВт	0,7	0,9	1,0	1,1	1,5
P_{min}, кВт	1,079	1,026	1,0	0,974	0,868
$П_{ДТ}$, руб	3514,96	3728,45	3834,8	3942,49	4368,87

В табл. 1 приведем значения максимальной мощности и размер платы за электропотребление по пяти вариантам графиков электрических нагрузок.

Таблица 1 получена расчетным путем, т. е. задаваясь значениями P_{max} и используя равенство (1), рассчитываются значения P_{min}

$$W_{сут} = P_{min} \cdot t_{min} + P_{max} \cdot t_{max}, \quad (4)$$

откуда

$$P_{min} = \frac{W_{сут} - P_{max} \cdot t_{max}}{t_{min}} = \frac{24 - P_{max} \cdot 5}{19} = \\ = 1,263 - 0,263P_{max}, \quad (5)$$

на основании чего строим зависимость платы за электропотребление по дифференцированному по зонам суток и одноставочному тарифам.

На рис. 1 приведена прямая изменения платы $П_{ДТ}$ по дифференцированному тарифу и прямая линия, параллельная оси абсцисс, отражающая постоянную величину платы по одноставочному тарифу $П_{от}$. Равновеликость платы достигается при $P_{max} \approx 1,1$ кВт.

Рассчитаем его точное значение, т.е. определим координаты точки А на рис. 1, находящейся на пересечении зависимостей $П_{ДТ} = f(P_{max})$ и $П_{от} = const$. Для этого преобразуем уравнение (2) к следующему виду:

$$П_{ДТ} = П_{ОТ} = 1646P_{max} + 2188,8P_{min}, \quad (6)$$

где

$$П_{ОТ} = T_{ОТ} \cdot W_{СУТ} = 164,6 \cdot 24 = 3950 \text{ руб}, \quad (7)$$

где $T_{ОТ}$ – одноставочный тариф на электроэнергию, руб/кВт·ч, который для потребителей, проживающих в жилых домах (квартирах), оборудованных электрическими плитами, составляет 164,6 руб/кВт·ч [1].

Согласно формулам (6) и (7), получим

$$P_{min} = \frac{3950 - 1646P_{max}}{2188,8} = 1,8 - 0,75P_{max}. \quad (8)$$

Приравнивая значения P_{min}, полученные в формулах (8) и (5), будем иметь

$$1,8 - 0,75P_{max} = 1,263 - 0,263P_{max},$$

$$0,487P_{max} = 0,537,$$

$$P_{max} = 1,102 \text{ кВт},$$

откуда согласно формуле (8)

$$P_{min} = 0,974 \text{ кВт},$$

$$\frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{1,102}{0,974} = 1,13.$$

Таким образом, равенство платы за электроэнергию в течение рабочего дня при использовании одноставочного и дифференцированного тарифа в жилых домах (квартирах), оборудованных электрическими плитами, достигается в случае, когда усредненная на пятичасовом интервале потребляемая мощность (с 17.00 до 22.00) на 11,3% выше мощности, усредненной на 19-ти часовом интервале (с 22.00 до 17.00).

Так как согласно Постановлению [1], для расчетов за электрическую энергию по дифференцированным тарифам в выходные и праздничные дни применяются тарифы, установленные на период минимальных нагрузок, то появляется возможность при переходе на двухзонный тариф снижения платы за электропотребление не только путем переноса нагрузок из пиковой в непиковую зону в течение рабочего дня,

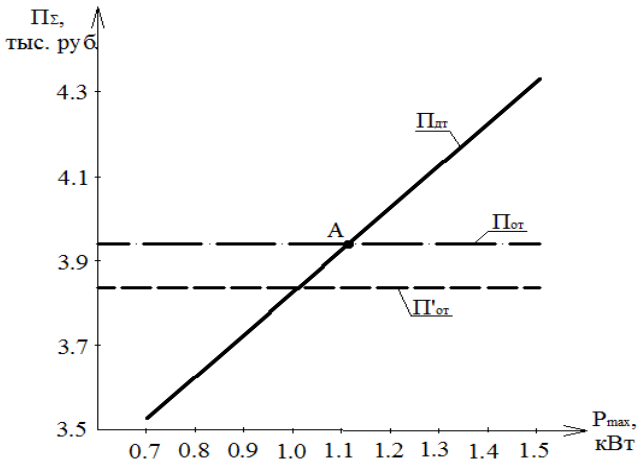


Рисунок 1. Зависимость платы за электропотребление по двум вариантам тарифных ставок (рабочие дни, бытовой сектор)

но и переноса их по возможности на выходные и праздничные дни (например, стирка).

Рассмотрим в связи с этим варианты расчетов платы за электропотребление для потребителей, проживающих в жилых домах (квартирах), оборудованных электрическими плитами, а также потребителей, не использующих электроэнергию при отоплении и горячем водоснабжении с присоединенной мощностью оборудования более 5 кВт, исходя из суммарного электропотребления W=130 кВт·ч в месяц, что близко к среднемесячному потреблению на одну квартиру в целом по республике [2].

Для составления табл. 2 использовались данные по тарифным ставкам, приведенные в [1], а также расчетные формулы (1), (2), (4) и (5).

Таблица 2. Варианты форм графиков нагрузки и размер платы по тарифам, дифференцированным и не дифференцированным по зонам суток для потребителей, использующих (вариант 1) и не использующих (вариант 2) электроплиты

Показатель		Численные значения (варианты)				
		1	2	3	4	5
$\frac{P_{max}}{P_{min}}$		0,9	1,0	1,24	1,5	2,0
P_{max}, кВт		0,165	0,18	0,217	0,253	0,318
P_{min}, кВт		0,183	0,18	0,174	0,169	0,159
Пдт, руб	вар. 1	18502	18782	19572	20400	21825
	вар. 2	21791	22120	23050	24024	25703
Пот, руб	вар. 1	21398				
	вар. 2	25194				

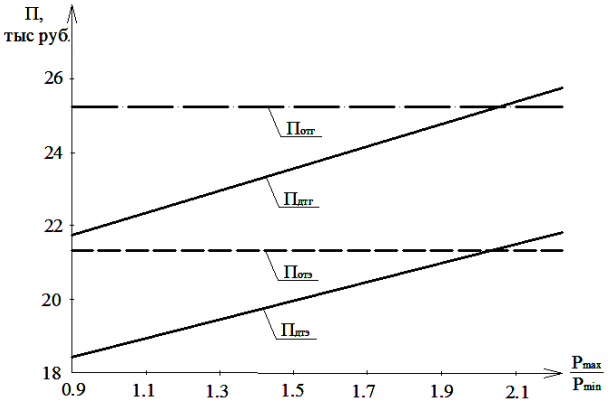


Рисунок 2. Зависимость платы за электропотребление по двум вариантам тарифных ставок в течение месяца с учетом выходных и праздничных дней

Как видно из табл. 2 и рис. 2, разница в плате за электропотребление при его среднемесячной величине, равной 130 кВт·ч, во всех вариантах незначительна. Например, даже в случае, когда потребитель, использующий электроплиту, перенесет из пиковой в непиковую зону половину нагрузки (т.е. снизит отношение $\frac{P_{max}}{P_{min}}$ с 2 до 1), он обеспечит снижение платы за электропотребление в течение месяца на следующую величину:

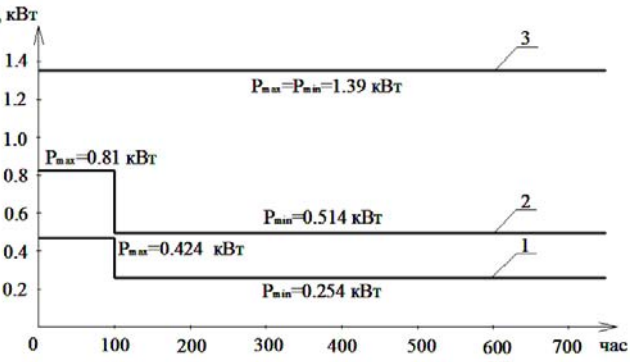


Рисунок 3 . Графики нагрузок по продолжительности на месячном интервале: 1- при $W_{мес}$=200 кВт·ч; 2 - при $W_{мес}$=400 кВт·ч; 3 - при $W_{мес}$=1000 кВт·ч

$$\Delta П = П_{ДТ5} - П_{ДТ2} = 21825 - 18782 = 3043 \text{ руб},$$

где $П_{ДТ5}$ и $П_{ДТ2}$ – соответственно плата за электропотребление для варианта нагрузки 5 и 2, руб.

Подобный итог обусловлен тем, что до настоящего времени тарифы на электроэнергию в коммунально-бытовом секторе льготируются, а объем электропотребления в среднем на одну квартиру невысокий, и в результате дифференцированный тариф на электроэнергию для бытовых потребителей на 2011 г. практически не востребован.

Однако необходимо учитывать электропотребление населением при объемах, превышающих среднюю величину (130 кВт·ч в месяц) и составляющих соответственно 200, 400 и 1000 кВт·ч при графиках нагрузок по продолжительности, представленных на рис. 3.

По всем трем данным вариантам расчет платы (табл. 3) произведен без учета применения электроэнергии для нужд отопления и горячего водоснабжения, где тариф только в период минимальных нагрузок равен одноставочному, в остальной период (с 6.00 до 23.00) он составляет величину 581,4 руб/кВт·ч, что фактически накладывает запрет на применение электроэнергии для нужд отопления и горячего водоснабжения.

На основании результатов расчетов в табл. 3, представим зависимость платы за потребленную электроэнергию и сжиженный газ от месячного объема энергопотребления населением.

Как видно из табл. 3 и рис. 4, только в варианте, когда месячный объем электропотребления составляет до 1000 кВт·ч, переход на дифференцированный тариф приносит существенную выгоду, даже без проведения регулирования, имея следующие величины:

$$\Delta П_{ЭЛ} = П_{ОТЭЛ} - П_{ОТЭЛ} = 164600 - 144731 = 19869 \text{ руб},$$

$$\Delta П_{Г} = П_{ОТГ} - П_{ДТГ} = 193800 - 170462 = 23338 \text{ руб}.$$

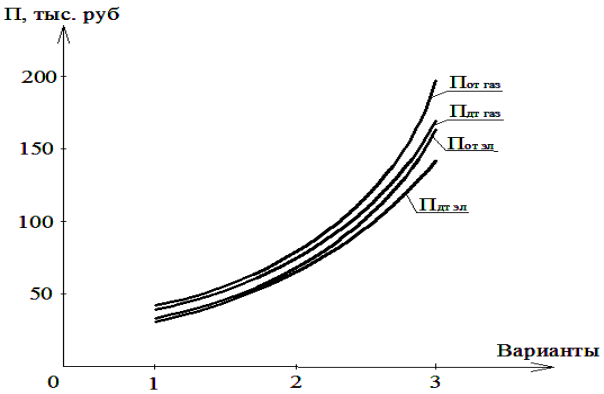


Рисунок 4. Зависимости платы за потребленную электроэнергию (при использовании сжиженного газа) от месячного объема энергопотребления населением

Заключение

1. Установленные на 2011 г. тарифы на электрическую энергию для населения, дифференцированные по временным периодам, пока не могут служить в силу изложенных в статье причин косвенным регулятором электрических нагрузок.

2. Объективным фактором, способствующим изменению ситуации, является положительная динамика роста тарифов на электроэнергию и роста объемов электропотребления в коммунальном секторе. Субъективным фактором является пересмотр соотношений тарифов по зонам путем более существенного увеличения тарифов для пиковых зон нагрузок.

Таблица 3. Результаты вариантных расчетов платы за электропотребление населением по двум вариантам тарифа на месячном расчетном интервале

Показатель	Ед. изм.	Вариант		
		1	2	3
$W_{мес}$	кВт·ч	200	400	1000
W_{max}	%	21,2	20,3	13,8
	кВт·ч	42,4	81,3	138
W_{min}	%	78,8	79,7	86,2
	кВт·ч	157,6	318,7	862
P_{max}	кВт	0,424	0,81	1,39
P_{min}	кВт	0,254	0,514	1,39
$П_{ОТЭЛ}$ (эл. эн.)	руб	32920	65840	164600
$П_{ОТГ}$ (газ)	руб	38760	77520	193800
$П_{ДТЭЛ}$ (эл. эн.)	руб	32113	63478	144731
$П_{ДТГ}$ (газ)	руб	37820	74759	170462

ЛИТЕРАТУРА

1. Об установлении для населения тарифов на услуги по техническому обслуживанию жилых домов, цен и тарифов на коммунальные услуги и некоторых мерах по упорядочению расчетов за эти услуги: Пост. Совета Министров Респ. Беларусь от 4 февраля 2011 г., №138.

2. Забелло, Е.П. Автоматизация учета электроэнергии в бытовом секторе – не просто технический прогресс/ Е.П. Забелло, А.И. Сульжиц, А.М. Сульжиц// Энергетика и ТЭК, 2009. – № 7, 8. – С. 52-59.

Ботводробитель

Предназначен для предуборочного удаления ботвы картофеля, ее измельчения и разбрасывания по полю.

Основные технические данные

Габаритные размеры	мм	1740x1100x1050
Ширина захвата	м	1,4
Масса	кг	228
Рабочая скорость	км/ч	6-10
Частота вращения рабочего органа	$мин^{-1}$	2200

Данная конструкция позволяет повысить полноту уборки картофельной ботвы обеспечением копирования поверхности картофельной грядки.

Изношенные или разрушенные режущие элементы могут быть быстро изготовлены и заменены даже в полевых условиях

По сравнению с аналогами материалоемкость процесса снижается в среднем на 22-27%, энергоемкость – на 13,3%

УДК 633/635:338.14 ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 2.08.2011

К ВОПРОСУ ОБ УРОВНЕ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

П.А. Дроздов, канд. эконом. наук, доцент, В.А. Матрунчик, аспирант (БГАТУ)

Аннотация

В статье представлено обоснование расчета уровня рентабельности товарной продукции растениеводства. Наряду с этим, в результате межотраслевого сравнения с учетом оборачиваемости финансовых средств, вкладываемых в производство соответствующего типа продукции, предложены аргументированные значения уровней рентабельности товарной продукции растениеводства для простого и расширенного воспроизводства, а также для привлечения в отрасль инвестиций внебюджетного происхождения.

In article the substantiation of calculation of level of profitability for the goods of plant production is presented. Along with it as a result of interbranch comparison with the turnover of funds put in corresponding type of production, the values of levels of profitability of a commodity output of plant growing goods are given for simple and the expanded reproduction, and also for attraction investments of an off-budget origin.

Введение

Важнейшими экономическими показателями, характеризующими эффективность любой коммерческой деятельности, являются уровень рентабельности производства по итогам отчетного периода и размер получаемой при этом прибыли.

Между тем, сравнение отдельных хозяйствующих субъектов, имеющих различную отраслевую принадлежность, например, сельскохозяйственные и промышленные организации, показывает, что несмотря на один и тот же уровень рентабельности производимой товарной продукции, объем получаемой прибыли в расчете на один и тот же размер вложенных денежных средств по итогам отчетного периода (например, года) различается, и порой эта разница носит многократный характер. Возникает закономерный вопрос: что является причиной данного экономического явления?

Основная часть

Согласно энциклопедическому словарю по экономике [1], "рентабельность – это относительная величина (комплексный интегральный показатель), характеризующая эффективность применения в производстве (авансированных) ресурсов овеществленного труда или текущих издержек производства".

Коммерческие предприятия, к числу которых относятся и сельскохозяйственные организации, заинтересованы не только в получении максимальной прибыли, но и в эффективности использования вложенных в производство средств, исчисляемых размером прибыли, которые получены предприятием за установленный период времени на один рубль оборотных средств и соответствующей части основного капитала и трудовых ресурсов.

В табл. 1 представлена динамика изменения величины рентабельности продукции, реализованной сельскохозяйственными и другими организациями за период с 2000 по 2009 гг., по данным Министерства статистики и анализа Республики Беларусь [2].

Анализ таблицы показывает, что уровень рентабельности сельскохозяйственного производства по официальным данным на протяжении последних пяти лет (за исключением 2008 г.) не превышал 7,0%. Между тем, возникает вопрос: на сколько реален этот показатель?

Отвечая на поставленный вопрос необходимо отметить, что рентабельность продукции – это показатель, определяемый отношением прибыли, получаемой от реализации данного вида продукции, к издержкам на ее производство и реализацию. При этом издержки на производство включают такую важную структурную составляющую как затраты на амортизацию (реновацию) основного капитала, то есть зданий и сооружений, оборудования и сельскохозяйственной техники. Эти затраты предусматривают создание внутрихозяйственного фонда для обновления основных средств предприятия. Однако, как показывает практика, подобные амортизационные фонды в сельскохозяйственных организациях не создаются, следовательно, они формируют часть прибыли производства продукции. Таким образом, амортизацион-

Таблица 1. Рентабельность, убыточность (-) продукции, реализованной сельскохозяйственными и другими организациями, %

Наименование продукции	Годы							
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Продукция растениеводства	11,7	9,9	19,4	6,4	-4,2	4,1	21,1	4,6

ные отчисления являются, с одной стороны, статьей затрат, но в то же время они образуют прибыль современного сельскохозяйственного производства.

Так, например, согласно данным отчетов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за 2009 г., совокупный размер амортизационных отчислений (амортизации) на производство продукции растениеводства составил 714,768 млрд. руб. В то же время валовая продукция (по себестоимости) растениеводства в 2009 г. была равна 5275,912 млрд. руб. [3].

Принимая во внимание вышепредставленные рассуждения и аналитическую информацию Минсельхозпрода Республики Беларусь, можно сделать вывод, что реальный размер рентабельности по всей продукции сельскохозяйственного производства в 2009 г. превышал официальный уровень по продукции растениеводства на 13,6% ((714,768/5275,912)*100%). Следовательно, учитывая данные табл. 1, реальный уровень рентабельности сельского хозяйства в последние годы (за исключением 2008 г.) составлял величину около 15-18 %.

Между тем, актуальным является другой вопрос: достаточно ли этого размера рентабельности для привлечения (мотивации прихода) инвестиций внебюджетного происхождения в данную отрасль национальной экономики? Так как, например, для промышленного производства подобный уровень рентабельности (15 %) имеет достаточно высокую привлекательность для инвесторов.

Ответ на данный вопрос следует искать сравнивая различные типы производств, исходя из оборачиваемости денежных средств, или, другими словами, исходя из количества оборотов, которое совершает вложенная в производство денежная сумма в течение отчетного периода.

Так, общеизвестна следующая схема любой коммерческой деятельности: отдельный хозяйствующий субъект (физическое или юридическое лицо), вкладывая собственные или заемные финансовые средства в производственно-хозяйственную деятельность, фактически направляет их в оборот.

Данный "оборот" представляет совокупность трех стадий. На первой стадии (снабжение) предприятие приобретает необходимые производственные запасы. На второй стадии (производство) производственные запасы вступают в производство и, пройдя форму незавершенного производства и полуфабрикатов, превращаются в готовую продукцию. На третьей стадии (сбыт) происходит реализация готовой продукции, и оборотные средства принимают денежную форму. Цикл повторяется.

По итогам каждого цикла, в результате сбыта товарной продукции, предприятие получает прибыль согласно установленной или фактической цене реализации и сложившемся при этом уровне рентабельности продукции.

Сравним, например, производство продукции растениеводства и животноводства, в частности свиноводства. Для растениеводства практически по всем видам полевых культур характерно однократное получение урожая за год (один цикл за год). То есть вложенный в производство капитал (оборотный и соответствующая часть основного) совершает лишь один оборот за год. В свою очередь, в свиноводстве капитал совершает уже, по меньшей мере, 1,5–2,0 оборота (средний период нахождения одного животного на откорме для интенсивного производства 180–200 дней). Другими словами, в случае одинакового уровня рентабельности в растениеводстве и животноводстве, (например, 10%) вложение финансовых средств в свиноводство по сравнению с их вложением в растениеводство как минимум в 1,5–2,0 раза будет более эффективно, то есть обеспечит на каждый вкладываемый рубль в 1,5–2,0 раза больший приток прибыли.

В то же время для производства промышленной продукции характерен многократный оборот. Для крупных промышленных предприятий количество оборотов обычно колеблется в пределах 5–12 за год (в среднем – около 10 оборотов). Другими словами, 5%-ный уровень рентабельности продукции в промышленном производстве соответствует 50%-ному уровню рентабельности продукции в растениеводстве и наоборот – достигнутый 100%-ный уровень рентабельности продукции в растениеводстве соответствует лишь 10%-ному уровню рентабельности продукции промышленного производства.

Таким образом, чтобы мотивировать приток инвестиций из промышленности в сельское хозяйство, уровень рентабельности, например, растениеводства, должен превышать как минимум в 10 раз достигнутый уровень рентабельности в промышленности.

В этой связи важным является следующий вопрос: какой должен быть уровень рентабельности производимой продукции в сельском хозяйстве для обеспечения простого и расширенного воспроизводства, а также привлечения в отрасль внебюджетных инвестиций?

Очевидно, что для обеспечения простого воспроизводства уровень рентабельности должен соответствовать или незначительно превышать реальный размер инфляции на средства производства и необходимые ресурсы (горюче-смазочные материалы, минеральные удобрения, семена и т.п.) за период одного оборота капитала (оборотного и соответствующей части основного), вложенного в производство продукции. Так, например, для продукции растениеводства, где период оборота составляет один год, уровень рентабельности должен составлять около 15–20% (в докризисный период).

В свою очередь, для обеспечения расширенного воспроизводства в растениеводстве или животноводстве уровень рентабельности должен превышать размер рентабельности для простого воспроизводства не менее чем в три раза. Это позволит формировать основные и оборотные фонды сельскохозяйственных организаций с привлечением кредитных ресурсов коммерческих банков.

В табл. 2 представлены рекомендуемые размеры рентабельности товарной продукции растениеводства для обеспечения простого и расширенного воспроизводства, а также привлечения в отрасль инвестиций внебюджетного происхождения, которые рассчиты-

Таблица 2. Рекомендуемые уровни рентабельности товарной продукции растениеводства

Наименование сельскохозяйственной продукции	Уровень рентабельности товарной продукции, %		
	Для обеспечения простого воспроизводства	Для обеспечения расширенного воспроизводства	Для привлечения инвестиций внебюджетного происхождения
Продукция растениеводства	15,0–20,0	45,0–60,0	Не менее 100,0

вались с учетом количества оборотов соответствующего вида продукции в течение года.

Заключение

1. Растениеводство является одной из самых затратных отраслей национальной экономики. Данное обстоятельство обусловлено, во-первых, низким уровнем оборачиваемости оборотных средств (один оборот за год), а во-вторых, как следствие, значительным их размером.

2. Сложившийся на современном этапе развития сельского хозяйства Республики Беларусь уровень рентабельности товарной продукции растениеводства отличается крайне низкими показателями, которые не обеспечивают даже простого воспроизводства.

3. Инвестиционная привлекательность хозяйственной деятельности в данной сфере сельского хозяйства возможна лишь за счет обеспечения высокорентабельного производства. Так, уровень рентабельности получаемой товарной продукции растениеводства должен составлять не менее 50,0 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотогоров, В.Г. Энциклопедический словарь по экономике / В.Г. Золотогоров. – Мн.: Полымя, 2004. – 571 с.

2. Сельское хозяйство Респ. Беларусь: стат. сб. – Мн: Мин-во статистики и анализа Респ. Беларусь, 2009. – 147 с.

3. Отчет Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь за 2009 г. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия. – Мн., 2009. – 49 с.

УДК 338.5 ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.10.2011

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ ИНДЕКСОВ ЦЕН ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Л.Е. Сошников, канд. физ.-мат. наук, В.С. Ионин, канд. техн. наук (БГАТУ)

Аннотация

Проведено моделирование уровней временного ряда индексов цен производителей продовольственных товаров АПК Республики Беларусь за период 2003 - 2010 гг. средствами пакета «Statistica» с применением мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием и нейросетевых технологий. Выявлены сезонные и циклические составляющие ряда. Получены прогнозные значения показателя на 2011 г.

Levels of time series of Producer Price Indices (PPI) for food goods produced by Agro Industrial Complex of the Republic of Belarus have been simulated by means of STATISTICA using the multiplicative model with exponential smoothing and neural network technology for the period 2003-2010. Seasonal and cyclical components have been detected. The forecasted values of the PPI have been received for 2011.

Введение

В условиях функционирования рыночной экономики имеют место периодические колебания макроэкономических показателей. Это касается и такого показателя, как индекс цен. Индекс цен является одним из важнейших макроэкономических показателей, широко используемый в социально-экономической политике государства. Индексы цен производителей (ИЦП) промышленной продукции определяются на основе наблюдения за изменением этих цен путем регистрации цен на товары-представители. Наблюдение за изменением цен производителей продукции осуществляется по выборочной сети базовых предприятий, которые являются наиболее типичными для промышленности республики и в наибольшей степени отражают ее сложившуюся структуру. При этом учитываются фактически сложившиеся в текущем периоде отпускные цены организаций на реализованную продукцию без учета налога на добавленную стоимость и акцизов. В качестве товаров-представителей принимаются товары, характерные для конкретной отрасли промышленности, имеющие наи-

больший удельный вес в общем объеме выпуска товаров и выпускаемые в организациях в течение длительного времени. Рассчитанные по товарам-представителям индексы распространяются путем последовательной агрегации на отрасли, представленные выбранными товарами-представителями. В качестве весов используются данные стоимости отгруженной продукции в базисном периоде.

В работе исследуется динамика индексов цен производителей продовольственных товаров промышленного сектора АПК Республики Беларусь в достаточно большом временном интервале – с января 2003 года по декабрь 2010 года, а также прогнозные значения на 2011 год. Исследования уровней временного ряда в большом временном интервале позволяют выявить тенденцию изменения ИЦП и получить прогнозные значения уровней, к примеру, на следующий год, выявить его сезонные колебания, а также циклические изменения под влиянием случайных факторов.

Основная часть

Методика и результаты исследования

Исследования динамики индекса цен производителей выполнены на основе оперативных статистических данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [1] в период с января 2003 года по декабрь 2010 года помесячно. Вычисления проводились с использованием пакета Statistica 7.0 в рамках мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием, а также с применением нейросетевых технологий.

Мультипликативная модель [2] предполагает, что каждый уровень временного ряда может быть представлен как произведение трендовой T, сезонной S и случайной E компонент: $Y=T \cdot S \cdot E$. Выбор модели обусловлен изменениями амплитуды или структурой сезонных колебаний. Мультипликативная модель временного ряда ставит уровни ряда в зависимость от значений сезонной компоненты. Построение модели включает в себя ряд последовательных действий:

1. Выравнивание значений исходного ряда методом скользящей средней.

2. Расчет значений сезонной составляющей S (Seasonal Factors).

3. Устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выравненных данных $T \cdot E$ (Adjusted Series).

4. Аналитическое выравнивание уровней $T \cdot E$ и расчет значений трендовой компоненты T.

5. Вычисление полученных модельных значений $T \cdot S$ (Smoothed Series).

6. Расчет значений случайной компоненты E.

7. Расчет абсолютных и относительных ошибок.

Моделирование уровней временного ряда при помощи нейросетевых технологий сводится к выбору архитектуры и мощности нейросети и начальных данных для ее обучения. В работе при моделировании уровней временных рядов использовались нейросети с архитектурой многослойный персептрон MLP (multilayer perceptron), преимущественно используемые в задачах прогнозирования и классификации наряду с нейросетями с архитектурой RBF (radial basis function). По результатам моделирования отбирались нейросети с модельными данными, имеющими наименьшие отклонения от исходных данных.

На рис. 1-3 представлены результаты моделирования динамических временных рядов изменения цен производителей продовольственных товаров в республике.

Рисунок 1. Индексы цен производителей продовольственных товаров: сплошная линия – статистические данные; штриховая – прогнозные значения; пунктирная – сезонные изменения; штрихпунктирная линия обозначает полиномиальную аппроксимацию модельных значений

Рисунок 2. Индексы цен производителей продовольственных товаров: сплошная линия – данные с учетом сезонной составляющей; пунктирная – вычисленные изменения в пределах малых пятилетних циклов

Большинство временных рядов экономических показателей имеют тенденцию, характеризующую совокупное долговременное воздействие множества факторов на динамику изучаемого показателя. Эти факторы, взятые в отдельности, могут оказывать разнонаправленное воздействие на исследуемый показатель. В совокупности они формируют его возрастающую или убывающую тенденцию. Применительно к данным по индексам цен производителей продовольственных товаров на основании вышеприведенных исследований, можно сделать вывод о появлении с 2008 года возрастающей тенденции уровней цен продовольственных товаров. Изучаемый показатель подвержен циклическим колебаниям. Эти колебания носят сезонный характер, поскольку экономическая деятельность предприятий, производящих продовольственные товары, зависит от времени года (рис. 1).

При наличии больших массивов данных за длительные промежутки времени можно выявить циклические колебания, связанные с общей динамикой конъюнктуры рынка. На основе полученных данных выделена циклическая составляющая. Проанализировав полученные результаты, можно выделить малый цикл, период которого составляет 5 лет. Этот цикл начинается с середины 2005 года и продолжается до середины 2010 года (рис. 2).

Кривая уровней индексов цен показывает резкие скачки цен, из которых самый значительный приходится на октябрь – декабрь 2007 года. В этом году наблюдалось снижение темпов роста производства пищевой промышленности – от 106,7% в 2006 году до 101,6% в 2007 [3]. В 2008 году возросли индексы промышленного производства предприятий пищевой промышленности – от 101,6% до 108,7% с повышением затрат (на тысячу рублей продукции) на 6,7% - от -2,0% в 2007 году до 4,7% в 2008. Индекс цен производителей относится к группе опережающих индикаторов потребительской инфляции в силу того, что производители увеличивающиеся затраты на обслуживание и сырье перекладывают на потребителя. В 2010 году наблюдался рост объемов

Таблица 1. Основные показатели работы пищевой промышленности [3,4]

Показатель/год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Объем промышленного производства (в фактически действовавших ценах), млрд руб.	8063	10155	12249	14584	19156	22835	25004.3
Индексы промышленного производства (в сопоставимых ценах), в процентах к предыдущему году	114,4	113,4	106,7	101,6	108,7	102,4	109.5
Рентабельность реализованной продукции, работ, услуг, процентов	6,2	8,3	8,3	10,0	6,1	7,1	-
Снижение(-), повышение затрат на тысячу рублей продукции (в фактически действовавших ценах), в процентах к предыдущему году	-0,5	-2,5	0,7	-2,0	4,7	-2,9	-

Рисунок 3. Базисные индексы цен производителей продовольственных товаров: прогнозные значения уровней, полученные из мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием и с применением нейросети с архитектурой многослойный персептрон MLP 12-68-1

промышленного производства предприятий пищевой промышленности [4] с изменением индексов на 7,1% – от 102,4% в 2009 г. до 109,5% в 2010 г. (табл. 1).

Изменение цен или базисные индексы цен производителей продовольственных товаров по отношению к декабрю 2002 года, а также результаты моделирования представлены на рис. 3.

Базисные индексы или изменение цен производителей продовольственных товаров по отношению к декабрю 2002 года показывают возрастающую тенденцию или увеличение цен на продовольственную продукцию. Прогнозные значения уровней временного ряда, полученные из мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием, продолжают возрастающую тенденцию. Модельные значения, полученные из расчетов с применением нейросетевых технологий, более приближаются к фактическим данным (рис. 3). Тем не менее, резкий рост индексов цен в середине 2011 года [5] не прогнозировался использованными моделями, по-видимому, вследствие государственного регулирования цен в течение рассматриваемого временного интервала.

Заключение

Индекс цен производителей продовольственных товаров АПК Республики Беларусь показывает сезонную составляющую, что вполне объясняется характером производимой продукции и сезонными поставками сырьевой компоненты. Анализ указывает на существование малой цикличности с пятилетним периодом. Моделирование временного ряда при помощи нейросетевого моделирования оказывается более адекватным по сравнению с результатами моделирования при помощи мультипликативной модели. Прогнозные значения показателя на 2011 год продолжают возрастающую тенденцию, однако оперативные данные имеют опережающий рост. Применение моделей в этом случае ограничено вследствие, по-видимому, государственного регулирования цен в данной области в исследованном временном интервале.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Оперативные данные [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: http://belstat.gov.by. – Дата доступа: 20.02.2011.

2. Эконометрика: учебник/И.И. Елисеева [и др.]; под редакцией И.И. Елисеевой. – 2-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 576 с.

3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Статистический ежегодник Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2010.– Режим доступа: http://belstat.gov.by/homep/ru/ publications/ yearbook/2010/main.php. – Дата доступа: 10.08.2011.

4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Годовые данные. Промышленность [Электронный ресурс] . – 2011. – Режим доступа: http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/industry1.php. – Дата доступа: 10.08.2011.

5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь: стат. сб. Цены в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: http://belstat.gov.by. – Дата доступа: 22.08.2011.

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «АГРОПАНОРАМА» В 2011 ГОДУ

№ 1/2011

А.А. ДЮЖЕВ, И.Н. ШИЛО	Методические аспекты оценки технического уровня зерноуборочных комбайнов
Г.С. ГОРИН, В.М. ГОЛОВАЧ, Я.И. ЖГУТ	Разработка гибридной теории установившегося поворота машинно-тракторного агрегата (МТА). Динамика
В.Н. КОНДРАТЬЕВ, С.И. ОСКИРКО, Н.П. ГУРНОВИЧ, М.Н. ГУРНОВИЧ, Ю.А. НАПОРКО	Энергосберегающие технологии гидропосева мелкозернистых семян сельскохозяйственных культур
В.Н. РЕШЕТНИКОВ, И.И. ПАРОМЧИК, Н.Ю. КОРОЛЕВА, Е.А. ВОЙЦЕХОВСКАЯ, Е.Н. СКАЧКОВ, Н.В. СЕРГЕЕНКО, М.А. ЧЕЛОМБИТЬКО	Рациональное использование клюквы крупноплодной для пищевых целей
А.Г. ЦУБАНОВ, А.Л. СИНЯКОВ, И.А. ЦУБАНОВ	К расчету энергоэффективности применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения
А.А. СОЛДАТЕНКО	Зернохранилище как объект контроля и управления
И.В. КРУПА, Н.В. ПРИВАЛОВ, В.П. МЕЛЬНИКОВ	Информационное обеспечение интегрированных автоматизированных систем управления районных распределительных электрических сетей
А.П. КАСТРЮК, В.Г. АНДРУШ	Энерго- и ресурсосбережение при селективном установлении продолжительности обкатки двигателей
Н.В. ЛЯГУСКАЯ	Мировые тенденции и эффективность выращивания голубики высокорослой в Беларуси
В.А. АГЕЙЧИК, АЛ-Р Л. МИСУН, АЛ-Й Л. МИСУН	Улучшение условий и повышение безопасности труда оператора мобильной сельскохозяйственной техники

№ 2/2011

Г.И. ГЕДРОИТЬ	Влияние неравномерности распределения контактных давлений шин на напряжения в почве
Я.М. ШУПИЛОВ, А.А. ЗЕЛЕНОВСКИЙ, Н.Г. КОРОЛЕВИЧ	Прогнозирование деформирования торфяной залежи от прохода сельскохозяйственных машин
Е.А. ГОРОДЕЦКАЯ, В.С. КОРКО, В.В. АЖАРОНОК	Стимулирование всхожести семян высокочастотным полем

Г.И. ЯНУКОВИЧ, Е.В. ВЛАШЕВИЧ	Электропотребление на животноводческих фермах по содержанию крупного рогатого скота
В.А. АГЕЙЧИК, А.Н. МАКАР. АЛ-Й Л. МИСУН, АЛ-Р Л. МИСУН	Исследование безопасности механизированной уборки ягод на клюквенном чеке
А. В. ГОРНЫЙ, Н.Ф. БОНДАРЬ, Н.П. ГУРНОВИЧ	Использование биомассы топинамбура в качестве подкормки для диких животных
Г.И. ГАНУШ, В.В. ЛИПНИЦКАЯ	Фирменная торговля агропромышленной продукцией, особенности организации и функционирования
С.Л. БЕЛЯВСКАЯ	Состояние и пути повышения эффективности производства плодоовощных консервов в Республике Беларусь
В.В. КУРАШ, А.В. КУДИНА, Н.К. ЛИСАЙ, А.Н. ЛИСАЙ	Исследование состава коррозионностойких металлопокрытий с низкой водородопроницаемостью, сформированного методом наплавки
И.И. ХИЛЬКО	О развитии инженерно-технической системы в АПК Республики Беларусь
Т.В. ВИГЕРИНА	Обеспечение износостойкости и усталостной прочности восстанавливаемых коленчатых валов двигателей

№ 3/2011

И.Н. ШИЛО, В.Н. САВИНЫХ, Н.А. ВОРОБЪЕВ, А.В. ГУД	Определение пропускной способности дробилки с рифленой рабочей поверхностью вальцов
Н.Н. РОМАНЮК, П.В. КЛАВСУТЬ	Перспективы создания самоходного картофелеуборочного комбайна в Республике Беларусь
А.Н. ОРДА, В.Н. ДАШКОВ, А.С. ВОРОБЕЙ	Влияние технологии возделывания на прилипаемость почвы к картофелю
С.В. ОСНОВИН, Л.Г. ОСНОВИНА, Е.Г. БУСЬКО	Способ приготовления стебельных кормов
А.В. ИВАНОВ, А.И. ЕРМАКОВ, В.М. ПОЗДНЯКОВ	Повышение эффективности очистки семян злаковых культур от трудноотделимых примесей на основе создания новых конструкций машин
М.А. ПРИЩЕПОВ, Л.П. СМОЖЕВСКАЯ, Н.М. СТАСИЛЕВИЧ, Л.А. РАСОЛЬКО, А.А. ПОЧЕБУТ	Использование местного растительного сырья и энергосберегающих технологий в производстве консервированной продукции
И.И. ПАРОМЧИК, М.П. ШАБЕТА, Е.А. ВОЙЦЕХОВСКАЯ, М.А. ЧЕЛОМБИТЬКО, А.И. СЕРПЕЙКО	Экспандированные пищевые продукты на основе зернового и пряно-ароматического сырья
А.Н. ОРДА, В.А. ШКЛЯРЕВИЧ	Напряженно-деформированное состояние почвы под воздействием ходовых систем почвообрабатывающих агрегатов
О.А. КАРАБАНЬ	Оценка объемов производства и качества молока в хозяйствах Минской области
Е.С. ПАШКОВА	Развитие и эффективность производства консервированного детского питания в Беларуси

Л.В. МИСУН, А.Н. ЛЕОНОВ, А.Н. МАКАР	Производственный травматизм в агропромышленном комплексе Республики Беларусь и эффективная система обучения охране труда

№ 4/2011

А.И. БОБРОВНИК, Ю.М. ЖУКОВСКИЙ, Т.А. ВАРФОЛОМЕЕВА	Повышение агроэкологических качеств движителей колесных тракторов
В.В. КУРАШ, А.В. КУДИНА, А.В. ЛИЗУН	Механизм биоповреждений и наводороживания деталей машин и оборудования сельскохозяйственного производства
Э.И. ЛЕВДАНСКИЙ, А.Э. ЛЕВДАНСКИЙ, Д.И. ЧИРКУН	Некоторые направления совершенствования процесса очистки зерна
М.М. РАДЬКО, В.Н. СТОЛОВИЧ, Н.Н. ГАДЛЕВСКАЯ, Д.Е. РАДЬКО	Влияние посадочного материала карпа на эффективность производства рыбной отрасли
А.Г. ЦУБАНОВ, А.Л. СИНЯКОВ, И.А. ЦУБАНОВ	Использование тепловых насосов для осушения и рециркуляции отработавшего сушильного агента в конвективных зерносушилках
Ю.В. ЧИГАРЕВ, И.С. КРУК, А.С. ВОРОБЕЙ, Ф.И. НАЗАРОВ	К оценке несущей способности почв
Е.В. ГАЛУШКО, В.Л. ЦВИРКО, О.Ч. РОЛИЧ	Обоснование параметров системы автоматического управления источниками света на основе анализа влияния мощности и спектрального состава излучения на интенсивность роста тепличных культур
А.А. ПАВИЧ, С.М. АРАБЕЙ, В.А. ЧЕРНЯВСКИЙ	Перспективы разработки спектрального метода анализа алкалоидов люпина в природных и техногенных продуктах
А.А. БЕВЗЕЛЮК	Оценка эффективности инноваций в АПК
С.А. ШЕЛЕСТ	Анализ функционирования корпоративных формирований Минской области на современном этапе
А.А. СЛУКВИНА	Применение СУБД ACCESS 2007 для организации автоматизированного учета бизнес-процессов на предприятии

№ 5/2011

И.Н. ШИЛО, Н.Н. РОМАНЮК, В.А. АГЕЙЧИК, Ю.В. ЧИГАРЕВ	Конструкции движителей мобильных энергосредств для снижения уплотнения почв
А.В. КУЗЬМИЦКИЙ, Г.Ф. ГРОМЫКО, П.В. АВРАМЕНКО	Моделирование внесения консерванта в пневмокормовой поток на кормоуборочном комбайне
А.В. КРУТОВ, М.А. БОЙКО, В.В. БОРОВСКАЯ	Обеззараживание дренажных вод при выращивании овощей способом малообъемной гидропоники
Е.К. СТЕЦКЕВИЧ	Особенности роста телок, полученных разными биотехнологическими методами в постнатальный период
Н.В. КАЗАРОВЕЦ, Л.А. РАСОЛЬКО, Е.С. ПАШКОВА	О требованиях стандарта к свежей моркови

Н.А. РАВИНСКИЙ, В.А. ДАЙНЕКО	Моделирование переходных процессов мяльно-трепального агрегата линии первичной переработки льна
О.И. РОДЬКИН, В.А. ПАШИНСКИЙ, А.А. БУТЬКО	Оценка выработки электроэнергии ветроэнергетической установкой ВЭУ-6
В.А. ЧЕРНЯВСКИЙ, И.В. СТАНИШЕВСКИЙ, С.М. АРАБЕЙ	Расширение спектральной области поглощения фуллерена C_{60} – акцепторного компонента гетероперехода органических солнечных фотоэлементов
М.А. ПРИЩЕПОВ, В.В. ЧУМАКОВ	К вопросу использования композиционных топливных гранул на основе соломы
Н.К. ДОВНАР	Применение маржинального анализа в оценке эффективности производства яиц
Л.В. МИСУН, А.Н. ГУРИНА, Ал-й Л. МИСУН, Ал-р Л. МИСУН	Профессиональный отбор операторов мобильной сельскохозяйственной техники как метод предупреждения производственного травматизма в АПК

№ 6/2011

В.Б ЛОВКИС, Н.Г БАКАЧ, Е.Г. РАДЬКО, Н.К. ЛИСАЙ	Исследование влияния прикатывающего катка на изменение характеристик почвы по глубине
О.В. ГОРДЕЕНКО, И.С. КРУК, Э. КАМИНСКИЙ, Ю.И. ТИТОВ, А.А. НОВИКОВ	Методика инженерного расчета кинематических параметров движения капель рабочего раствора пестицидов в воздушной среде
О.В. КЛИМОВИЧ, Т.В. БОЙКО	Экспериментальные исследования рекуперативного привода системы очистки зернового вороха комбайна
Л.В. КУКРЕШ, П.П. КАЗАКЕВИЧ	Основные направления повышения эффективности земледелия Беларуси
П.П. РАКЕЦКИЙ, А.Я. РАЙХМАН, С.Н. ПИЛЮК, Ж.В. РОМАНОВИЧ	Компьютерная оптимизационная модель ресурсосберегающего рациона новотельных коров
В.А. ЛЮНДЫШЕВ, В.Ф. РАДЧИКОВ, В.К. ГУРИН, В.П. ЦАЙ	Провит в составе БВМД при выращивании бычков на мясо
Т.М. ТАНАНАЙКО, Д.В. ХЛИМАНКОВ	Извлечение сахарозы при установлении оптимальных режимов водно-тепловой обработки свекловичной кашки
Е.А. ДАВЫДОВА, Т.А. ЗАБОЛОЦКАЯ, А.Н. ЛИЛИШЕНЦЕВА	Изучение возможности применения липолитических ферментов при производстве твердых сыров с высокой температурой второго нагревания
Е.П. ЗАБЕЛЛО, В.А. ДАЙНЕКО, В. Г. БУЛАХ	Анализ стимулирующих факторов уплотнения графиков электрических нагрузок в коммунально-бытовом секторе
П.А. ДРОЗДОВ, В.А. МАТРУНЧИК	К вопросу об уровне рентабельности товарной продукции растениеводства
Л.Е. СОШНИКОВ, В.С. ИОНИН	Моделирование динамических рядов индексов цен производителей продовольственных товаров в Республике Беларусь

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Журнал «Агропанорама» помещает достоверные и обоснованные материалы, которые имеют научное и практическое значение, отличаются актуальностью и новизной, способствуют повышению экономической эффективности агропромышленного производства, носят законченный характер.

Приказом ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 (в редакции приказа ВАК от 2.02.2011 г. № 26) журнал «Агропанорама» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК), сельскохозяйственным (зоотехния).

2. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять, как правило, не менее 0,35 авторского листа (14000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.), что соответствует 8 стр. текста, напечатанного через 2 интервала между строками (5,5 стр. в случае печати через 1,5 интервала).

Рукопись статьи, передаваемая в издательство, должна удовлетворять основным требованиям современной компьютерной верстки. К набору текста и формул предъявляется ряд требований:

1) рукопись, подготовленная в электронном виде, должна быть набрана в текстовом редакторе Word версии 6.0 или более поздней. Файл сохраняется в формате «doc»;

2) текст следует сформатировать без переносов и выравнивания правого края текста, для набора использовать один из самых распространенных шрифтов типа Times (например, Times New Roman Cyr, Times ET);

3) знаки препинания (.,!?:;...) не отделяются пробелом от слова, за которым следуют, но после них пробел обязателен. Кавычки и скобки не отделяются пробелом от слова или выражения внутри них. Следует различать дефис«-» и длинное тире «–». Длинное тире набирается в редакторе Word комбинацией клавиш: Ctrl+Shift+«-». От соседних участков текста оно отделяется единичными пробелами. Исключение: длинное тире не отделяется пробелами между цифрами или числами: 1991-1996;

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см желательно продолжение перенести на следующую строчку;

б) буквы латинского алфавита, обозначающие:

переменные, постоянные, коэффициенты, индексы и т.д., набираются курсивом;

в) элементы, обозначаемые буквами греческого и русского алфавитов, набираются шрифтом прямого начертания;

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

е) специальные символы и элементы, обозначаемые буквами греческого алфавита, использованные при наборе формул, вставляются в текст только в редакторе формул Microsoft Equation.

ж) пронумерованные формулы пишутся в отдельной от текста строке, а номер формулы ставится у правого края.

Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки в тексте.

3. Рисунки, графики, диаграммы необходимо выполнять с использованием электронных редакторов и вставлять в файл документа Word. Изображение должно быть четким, толщина линий более 0,5 пт, размер рисунка по ширине: 5,6 см, 11,5 см, 17,5 см и 8,5 см.

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии должны иметь контрастное изображение и быть отпечатаны на глянцевой бумаге размером не менее 9х12 см. В электронном виде фотографии представляются отдельно в файлах формата “tif” с разрешением 300 dpi.

Научные статьи, публикуемые в изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, должны включать:

- аннотацию на русском и английском языках;
- фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, ее название;
- введение;
- основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);
- заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;
- список цитированных источников;
- дату поступления статьи в редакцию.

В разделе “Введение” должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

Основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных авторами.

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Дополнительно в структуру статьи могут быть включены:

- индекс УДК;
- перечень принятых обозначений и сокращений.

5. Литература должна быть представлена общим списком в конце статьи. Библиографические записи располагаются в алфавитном порядке на языке оригинала или в порядке цитирования. Ссылки в тексте обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

6. Статьи из научно-исследовательских или высших учебных заведений направляются вместе с сопроводительным письмом, подписанным директором и приложенной экспертной справкой по установленной форме.

7. Статьи принимаются в электронном виде с распечаткой в одном экземпляре. Распечатанный текст статьи должен быть подписан всеми авторами. В конце статьи необходимо указать полное название учреждения, организации, предприятия, колхоза и т. д., ученую степень и ученое звание (если есть), а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный или домашний) каждого автора.

8. Авторы несут ответственность за направление в редакцию статей, опубликованных ранее или принятых к печати другими изданиями.

9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

10. Право первоочередного опубликования статей предоставляется аспирантам, докторантам, соискателям в год завершения обучения.

Авторские материалы для публикации в журнале «Агропанорама» направляются в редакцию по адресу: 220023 Минск, пр. Независимости, 99, корп. 1, к. 333. УО БГАТУ.

Независимая навеска и система стабилизации штанги опрыскивателя «Мекосан-2500-18»

Предназначена для снижения амплитуды колебаний штанги и повышения надежности ее несущей конструкции.

Основные технические данные

Марка машины	Мекосан-2500-18
Производительность за 1 час времени, га:	
- сменного	10,9
- эксплуатационного	10,7
Система навески штанги на остов опрыскивателя	Независимая
Способ крепления рамки штанги к остову опрыскивателя	Параллелограммная навеска
Амплитуда колебаний краев штанги, м	до 0,1
Рабочая скорость движения, км/ч	9-12
Качество выполнения технологического процесса:	
- неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %	не более 15
- снижение неравномерности распределения рабочей жидкости по ширине захвата, % не менее	5
Габаритные размеры опрыскивателя в транспортном положении, мм	не более 6045х2425х2215
Габаритные размеры опрыскивателя в рабочем положении (при высоте установки штанги 600 мм), мм	не более 6045х18250х2215
Дорожный просвет, мм	350
Увеличение масс опрыскивателя, кг	на 120

Применение разработки позволяет эффективно гасить колебания штанги, возникающие вследствие копирования колесами опрыскивателя неровностей поверхности поля, что обеспечивает высокую равномерность распределения пестицидов по обрабатываемому объекту, а также повышение надежности несущей конструкции штанги.

9 772078 713007 11006