



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 2
АПРЕЛЬ
2013

В номере:

Повышение топливной экономичности агрегатов с приводом от вала отбора мощности трактора «Беларус»

Повышение качества уборки картофеля совершенствованием сепарирующего элеватора комбайна

Получение концентрированных удобрений, содержащих биологически активные гуминовые вещества и два микроэлемента – медь и цинк

Зарубежный опыт обеспечения конкурентоспособности предприятий молочного подкомплекса



БГАТУ – ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ ПРАВИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЗА ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА 2012 ГОДА



За внедрение
высокоэффек-
тивных методов
управления каче-
ством и обеспече-
ние на этой осно-
ве выпуска конку-
рентоспособной
продукции (оказа-
ния услуг) Бело-

русскому государственному аграр-
ному техническому университету при-
суждена премия Правительства
Республики Беларусь за достижения в
области качества 2012 года.

Эту высокую награду, диплом и
символ премии 21 марта 2013 г. пре-
мьер-министр Республики Беларусь
М.В. Мясникович вручил ректору БГАТУ
И.Н. Шило.



2012



АГРОПАНОРАМА 2 (96) апрель 2013

Издается с апреля 1997 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
Иван Николаевич Шило

Заместитель главного редактора
Михаил Александрович Прищепов

Редакционная коллегия:

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

В.Г. Леван – ответственный секретарь
Н.И. Цындрин – 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.99/5, к. 602, 608
Тел. (017) 385-91-02, 267-22-14
Факс (017) 267-25-71
E-mail: AgroP@batu.edu.by

БГАТУ, 2013, Издание университетское.
Формат издания 60 x 84 1/8.
Подписано в печать с готового оригинала-макета 23.04.2013 г. Зак. № 387 от 22.04.2013 г.
Дата выхода в свет 30.04.2013 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 подписки журнала на 1-ое полугодие 2013 г.:
для индивидуальных подписчиков - 72900 руб.;
ведомственная - 131280 руб.;
Цена журнала в киоске БГАТУ - 31000 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.Н. Дашков, Ю.Т. Антонишин, А.В. Кудина, В.А. Сокол**
Пайка при ремонте и изготовлении деталей из
алюминиевых сплавов.....2
- А.И. Бобровник, Д.А. Жданко, М.Ф. АЛЬ-Кинани**
Повышение топливной экономичности агрегатов с приводом
от вала отбора мощности трактора «Беларус».....5

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

- И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, Б.М. Астрахан, П.В. Клавсуть**
Повышение качества уборки картофеля совершенствованием
сепарирующего элеватора комбайна.....8
- В.Н. Босак, В.В. Скорина, Т.В. Колоскова**
Кормовая продуктивность сои в зависимости от применения
удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве.....12
- С.И. Коврик, И.П. Козловская**
Получение концентрированных удобрений, содержащих
биологически активные гуминовые вещества и два
микроэлемента – медь и цинк.....15

Энергетика. Транспорт

- В.С. Корко**
Электротехнологические основы производства
активированных водных растворов.....19

Ресурсосбережение. Экология

- В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова**
К вопросу повышения производительности и снижения
удельных энергозатрат вальцовый плющилки зерна.....24
- И.С. Мельниченко, С.А. Хорева, С.Л. Максимова**
Отходы целлюлозно-бумажной промышленности –
сырье для производства биоудобрений.....27
- Т.В. Кулаковская**
Эколого-экономические и технические аспекты производства и
использования биомассы на сельскохозяйственных землях в
энергетических целях.....30

Технический сервис в АПК. Экономика

- Л.Е. Сошников**
Моделирование динамических рядов индексов цен
производителей товаров льняной промышленности
Республики Беларусь.....35
- А.В. Самута**
Зарубежный опыт обеспечения конкурентоспособности
предприятий молочного подкомплекса.....37
- В.М. Синельников**
Пути улучшения производственной структуры
сельскохозяйственных организаций в зависимости от
количества и качества земельных ресурсов.....42

Аграрное образование

- Г.В. Веренич, И.И. Якушев**
Непрерывное профессиональное образование персонала в
корпоративных структурах агропромышленного комплекса
Республики Беларусь.....45

ПАЙКА ПРИ РЕМОНТЕ И ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

**В.Н. Дашков, докт техн. наук, профессор, Ю.Т. Антонишин, канд. техн. наук, доцент,
А.В. Кудина, канд. техн. наук, В.А. Сокол, студент (БГАТУ)**

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы соединения (пайки) алюминиевых сплавов на основе современных достижений в области высокотемпературной пайки.

Questions connections (soldering) aluminum alloy using modern advances in high-temperature soldering have been examined in the article.

Введение

В современных конструкциях сельскохозяйственных машин (корпус высевающего аппарата и т.п.) применяют алюминиевые сплавы. При эксплуатации они подвергаются воздействию сложного комплекса дестабилизирующих факторов, в частности, вибрационным и ударным нагрузкам. Их надежность может снижаться в десятки и сотни раз по сравнению с аналогичными изделиями, используемыми в стационарных условиях. Высокие нагрузки, действующие на конструкции, вызывают значительное возрастание интенсивности отказов за счет механических разрушений элементов. Поэтому создание конструкций с заданным уровнем прочности и надежности – необходимое условие изготовления элементов техники.

Свойства паяного соединения зависят от способа пайки. Традиционные технологии пайки припоем с коррозионно-активным флюсом для удаления окисной пленки с поверхности припоя и основного материала не обеспечивают требуемый уровень коррозионной стойкости, прочности и пластичности. Кроме того, при нагреве под пайку алюминиевых сплавов, упрочняемых по механизму дисперсионного твердения (старения), происходит их разупрочнение в результате коагуляции упрочняющих фаз. Практически не подвергаются высокотемпературной пайке деформируемые, термически обрабатываемые сплавы систем Al-Si-Mg, Al-Mg, Al-Cu-Si, Al-Cu-Ti, Al-Cu-Ti-Si из-за близости температур нагрева при закалке этих сплавов к температурам их солидуса и опасности вследствие этого пережога паяемых сплавов. Дуралюмин и сплав В95 после пайки теряют не менее 30 % прочности, а в случае пережога – его прочность уменьшается более чем вдвое. Закалка паяных соединений после пайки от более низких температур не обеспечивает достаточной их прочности.

Наиболее прочные и коррозионностойкие соединения могут быть получены при пайке тугоплавкими припоями. В зависимости от допустимой температуры нагрева паяемого материала и назначения изделия вы-

бирается припой. При пайке чистого алюминия и сплава АМц могут применяться наиболее тугоплавкие припои – эвтектический силумин, П575 (80 % Al, 20 % Zn) и П590А (89 % Al, 10 % Cu, Si) с температурой плавления 575, 577, 590 °С, соответственно. Прочность получаемых изделий недостаточна (до 5-10 МПа).

Основная часть

Задача данного исследования – разработка технологии пайки изделий из алюминиевых сплавов, обеспечивающей конструктивную прочность паяных швов на уровне основного материала, герметичность соединений, работоспособность при высоких и низких температурах. При предлагаемом способе пайки припой образуется в результате плавления соединяемых материалов, промежуточных покрытий или прокладок с образованием эвтектики. При этом способе пайки нет необходимости в предварительном изготовлении припоя.

Известные технические решения, заключающиеся в нанесении промежуточных покрытий из меди, серебра или никеля на соединяемые поверхности, не позволяют получать соединения с требуемым уровнем свойств. Так, нанесение на поверхность алюминия медного покрытия для получения эвтектики Al-33 % Cu с температурой плавления 548 °С не используют в качестве припоя из-за его высокой хрупкости.

Идея исследования основана на гипотезе получения тройной эвтектики, образуемой за счет плавления покрытий и прилегающих к ним поверхностных зон соединяемых материалов. Процесс следует использовать для металлургического модифицирования паяемого шва с целью получения максимальной прочности и пластичности.

Исследовали сплавы на основе алюминия, легированные магнием и кремнием. В табл. 1 приведен их химический состав и механические свойства.

Припайваемая пластина представляла собой сплав алюминия, легированный магнием и кремнием, дополнительно с двух сторон плакированный силумином, с последующей прокаткой. Толщина плакирующего слоя равна 0,05 мм, что составляет 5 % толщины паяе-

Таблица 1. Химический состав и механические свойства паяемого сплава

Cu	Mg	Si	Fe	Mn	Cr	Al	Предел текучести, МПа	Предел прочности на растяжение, МПа	Относительное удлинение, %
0,23	0,97	0,49	0,52	0,28	следы	остальн	235	280	5

мой детали (1 мм). Плакирующий слой выполняет функции припоя, а предварительное плакирование одной из паяемых деталей, кроме того, устраняет необходимость флюсования при пайке. В табл. 2 приведен химический состав плакирующего слоя.

Таблица 2. Химический состав плакирующего слоя

Si	Cu	Fe	Zn	Mg	Mn	Ni	Al
10-13	3-5	0,6	0,2	0,2	0,5	0,2	остальное

Высокотемпературную пайку алюминиевых сплавов осуществляли контактно-реактивным методом. При этом одна из паяемых деталей была плакирована силумином. При температуре выше 500 °С растворимость алюминия в кремнии резко возрастает, значительной величины достигает растворимость паяемого сплава в эвтектическом силумине [1]. При этом может развиваться эрозия в галтельных участках швов, где скапливаются большие количества жидкого припоя. В этом случае образуются более развитые и грубые галтельные участки шва.

В ходе выполнения работы было отмечено, что в соединениях из алюминиевых сплавов, паяных эвтектическим силумином, при больших выдержках могут появиться достаточно резко выраженные усадочные трещины в галтельных участках швов, а также усадочные рыхлоты и «прострелы» с черной каймой, обусловленные обратной ликвацией эвтектики Si-Al. Поэтому пайка алюминиевых сплавов должна проводиться в узком температурном интервале в течение оптимального промежутка времени. Результаты исследования говорят о том, что при температуре пайки, превышающей 595-600 °С, основные легирующие элементы (Mg и Si) образуют в растворе алюминия фазу Mg_2Si [2]. Квазибинарный раствор Al- Mg_2Si имеет оптимальную температуру нагрева – 595 °С. При большей температуре нагрева наблюдается явление пережога, при котором включения Mg_2Si выпадают по границам зерен алюминиевого сплава. Поскольку фаза Mg_2Si является хрупкой, происходит необратимое изменение свойств паяного шва (снижение пластичности и коррозионной стойкости).

Оптимизацию температуры пайки и времени выдержки при этой температуре производили металлографическим анализом структур паяных соединений. Выдержка при пайке составляла 3-5 мин. Дальнейшее увеличение времени выдержки нецелесообразно, так как паяемый материал может подвергнуться пережогу, что приведет к безвозвратной потере механических свойств. Установлено, что меньшая выдержка приводит к получению дефектных паяных швов (непропаи, рыхлоты), большая выдержка приводит к

росту эрозии паяного шва (при выдержке в течение 20 мин. эрозия увеличивается в 5-6 раз).

Образцы после специальной подготовки, заключающейся в обезжиривании деталей в специальных органических растворителях типа бензин, ацетон и удалении окисной пленки химическим способом путем травления деталей в щелочных растворах и осветления в азотной кислоте, подвергали вакуумной контактно-реактивной пайке в интервале температур 585-605 °С. В качестве защитной среды при пайке использовали вакуум ($p = 1,33 \cdot 10^{-4}$ Па) [3]. Это тормозит рост оксидной пленки на алюминии при нагреве деталей до температуры пайки. Градиент температур в паяльной зоне печи не превышал 3 °С. Контроль температуры в печи производили термодарами.

В прижатом состоянии детали нагревали до температуры пайки. При этом микровыступы на соединяемых поверхностях разрушают оксидную пленку Al_2O_3 , обеспечивая контакт алюминия с покрытием и наступление контактно-реактивного плавления. В месте контакта с покрытием при температуре пайки образовалась эвтектика Al-Cu-Si.

Дополнительная активация и очистка паяльной атмосферы с помощью твердого геттера, в качестве которого применяли сплав магния с алюминием, обеспечивает хорошее растекание эвтектического слоя по алюминиевым сплавам и выполняет пайку при существенно меньших давлениях [4]. Массу компактной навески твердого геттера определяли из расчета 0,01 г на 1 дм³ объема паяльного пространства.

Качество паяного соединения

Качество паяного соединения оценивали визуальным осмотром, пневмоиспытаниями на прочность и металлографическими исследованиями образцов, вырезанных из спаянных узлов конструкций. Результаты испытаний и исследований представлены в табл. 3.

При испытаниях соединения разрушались по основному металлу, прочность паяных соединений достаточно стабильная, при этом максимальные касательные напряжения составляли приблизительно 70 МПа.

Результаты микрорентгеноспектрального исследования показали, что в зоне пайки образуется тонкая прослойка эвтектики (5-7 мкм), концентрация Si и Mn в которой достигает 7,9-11,3 % и 0,3-1,3 %, соответственно.

Результаты исследований на приборе “Micromet II” свидетельствуют о большом разбросе значений микротвердости паяного шва при относительно стабильной микротвердости паяемых деталей. Большой разброс значений микротвердости (559-686 МПа) обусловлен структурной неоднородностью зоны сплавления, образуемой за счет плавления плакирующего слоя и прилегающих к нему поверхностных зон соединяемых материалов.

Таблица 3. Влияние режимов пайки на качество формирования паяных швов

Температура пайки, °C	время выдержки	Результаты визуального осмотра	Металлографические исследования
580-585	5 мин	Галтели неравномерные и прерывистые	Значительное количество непропаянных участков
590-595	4,5 мин	Галтели равномерные, поверхность швов гладкая	Непропаянных участков нет
600-610	3 мин	Галтели равномерные, поверхность швов шероховатая	Наблюдается эрозия паяемых материалов

Это объясняется эффектом контактно-реактивного плавления, сопровождающимся образованием дефектов и локальных неоднородностей структуры, возникновения по этим неоднородностям микрообластей эвтектического состава или областей с пересыщенным твердым раствором, появлением жидкой фазы в данных областях и дальнейшим растворением твердых компонентов в образовавшейся жидкости, что подтверждают результаты замера микротвердости. В таких системах уменьшение межфазного поверхностного натяжения границы соприкосновения твердых тел при ее плавлении может быть одной из движущих сил контактного плавления.

Заключение

1. Разработана технология пайки деталей из алюминиевых сплавов, обеспечивающая получение конструкций с уровнем прочности паяного шва, соответствующим основному материалу. При этом паяный шов приобретает структурное состояние, характеризующееся повышенной стабильностью свойств (65-70 МПа, в литом состоянии – 80-100 МПа).

2. В зоне пайки образуется эвтектика толщиной 5-7 мкм, концентрация кремния в которой достигает 7,9-11,3 %, а марганца – 0,3-1,3 %. При этом эффект

плавления сопровождается образованием дефектов и локальных неоднородностей структуры с возникновением по этим неоднородностям микрообластей эвтектического состава или областей с пересыщенным твердым раствором, появлением жидкой фазы в данных областях и дальнейшим растворением твердых компонентов в образовавшейся жидкости.

3. Поскольку основными легирующими элементами деталей из алюминиевых сплавов являются магний и кремний, то при нагреве они образуют в растворе алюминия фазу Mg_2Si . Квазибинарный

раствор алюминия и силицида магния при пайке следует нагревать не более чем до 595 °C, т.к. при большей температуре наблюдается явление пережога, при котором происходит выделение силицида магния по границам зерен. Силицид магния – хрупкая фаза, поэтому его выделение может приводить к снижению свойств паяного соединения (пластичности и коррозионной стойкости).

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов, А.А. Вакуумная пайка узлов из алюминиевых сплавов / А.А. Суслов // Сварочное производство. – 1992, № 10. – С. 10.
2. Хорунов, С.Ф. Пайка: достижения и перспективы / С.Ф. Хорунов // Автоматическая сварка. – 1998, № 11. – С. 51-53.
3. Takemoto, T. Vacuum brazing of aluminium / titanium joints with aluminium filler metals / T. Takemoto, H. Nakamura, J. Okamoto // Keikinoku Japan Light metals welding. – 1986. – Vol. 36, № 9. – P. 548-554.
4. Bollenrath, F. The brazing of titanium to aluminium / F. Bollenrath, G. Metzger // Welding Journal. – 1963, № 10. – P. 42.

“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 2013 года: для индивидуальных подписчиков - 80250 руб., ведомственная подписка - 142836 руб.

ПОВЫШЕНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АГРЕГАТОВ С ПРИВОДОМ ОТ ВАЛА ОТБОРА МОЩНОСТИ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»

А.И. Бобровник, докт. техн. наук, ст. науч. сотр., Д.А. Жданко, канд. техн. наук,
М.Ф. АЛЬ-Кинани, аспирант (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрен вопрос повышения топливной экономичности агрегатов с приводом от вала отбора мощности трактора «БЕЛАРУС». Приведен пример определения расхода топлива агрегатов переменной массы в составе трактора БЕЛАРУС-3022 и разбрасывания органических удобрений ПМФ-18.

The question of improving fuel efficiency drive units with PTO tractors "BELARUS" has been examined. An example of determining the fuel consumption of aggregates of variable mass in the tractor BELARUS-3022 and spreading manure SMP-18 has been given.

Введение

Трактор стал одной из наиболее распространенных машин во всех отраслях хозяйственной деятельности. Разнообразие условий его эксплуатации предъявляют специфические требования к конструкции, технологии производства, приспособленности к ремонту и уходу.

Трактор является органическим элементом энерготехнологического комплекса в сельскохозяйственном производстве, на основе которого комплектуются агрегаты различного технологического назначения. По соотношению между требованиями технологического процесса и эксплуатационными показателями трактора делается вывод о степени технологичности трактора, его совершенстве.

Минский тракторный завод (МТЗ) – один из крупнейших производителей тракторной техники в мире, флагман тракторостроения на всем пространстве СНГ. На МТЗ накоплен более чем полувековой опыт создания и серийного производства колесных тракторов, завод является непосредственным разработчиком концепции отечественного тракторостроения, которая включает в себя важнейшие научно-технические, конструкторские и экономические решения. ПО «МТЗ» предлагает потребителю практически полную гамму тракторов «БЕЛАРУС» различного назначения мощностью от 6 л.с. до 350 л.с., производит 24 модели универсально-пропашных и общего назначения тракторов, мотоблоков и мини тракторов. Требования к трактору постоянно возрастают и его функциональные свойства расширяются. Производители тракторов непрерывно занимаются модернизацией и разработкой конструкции тракторов по требованию потребителей с целью повышения их технического уровня. Для создания конкурентной на мировом уровне продукции необходимо проводить исследования по долгосрочному прогнозированию ее развития, т.е. постоянно вести работы по улучшению технологических свойств тракторов, в первую очередь по снижению расхода топлива на единицу выполненной работы.

Основная часть

Двигатель является источником энергии и движущей силы трактора. От динамических и экономических свойств двигателя в значительной степени зависят эксплуатационные качества трактора и машинно-тракторного агрегата. Основными эксплуатационными показателями работы тракторного двигателя (рис. 1) являются [1]: эффективная мощность, эффективный крутящий момент, часовой и удельный расходы топлива, частота вращения коленчатого вала.

При работе двигателя на максимальном скоростном режиме развиваемая им мощность на некоторых сельскохозяйственных операциях используется не полностью. Это часто наблюдается при работе трактора, когда максимальная рабочая скорость и ширина захвата ограничены агротребованиями.

По мере уменьшения загрузки двигателя показатели его топливной экономичности ухудшаются, т.е. увеличиваются удельный и погектарный расходы топлива.

Эффективного снижения удельного расхода топлива можно достичь при увеличении его загрузки. Это можно осуществить одним из следующих способов: совмещением технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур и работой на пониженном скоростном режиме двигателя при одновременном включении более высокой передачи – частичный режим (рис. 1) с уменьшенной подачей топлива и изменением эксплуатационных показателей. На частичной характеристике им присвоен индекс «'». Из рис. 1 следует, что переход на частичный режим не только улучшает тяговые возможности трактора за счет приращения момента ΔM , но и позволяет улучшить экономичность двигателя по расходу топлива из-за его снижения ΔG .

Между эксплуатационными показателями работы двигателя существуют следующие основные соотношения:

– эффективная мощность двигателя в кВт:

$$N_e = 6,28 M_e \cdot n, \quad (1)$$

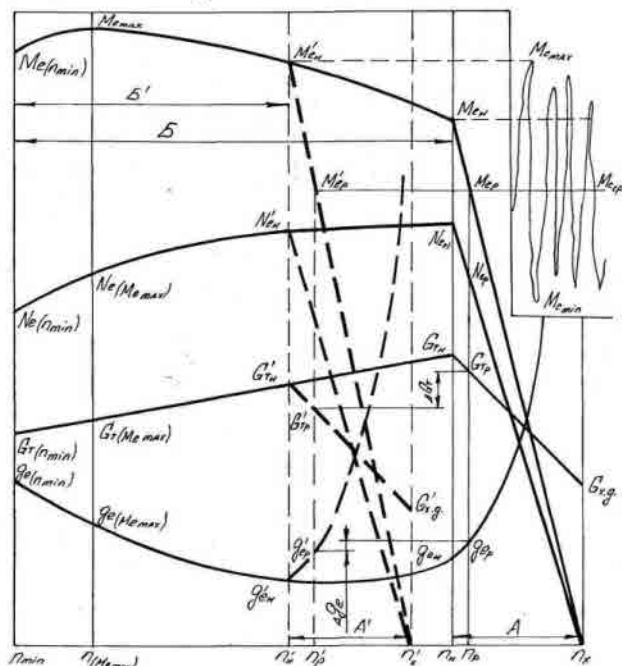


Рисунок 1. Скоростная характеристика тракторного двигателя.

I зона (А) – регуляторная часть характеристики;
II зона (Б) – безрегуляторная (перегрузочная) часть характеристики; $N_{e_{\max}}$ – максимальная эффективная мощность двигателя; $M_{e_{\max}}$ – максимальный крутящий момент на валу двигателя; M_{e_0} – крутящий момент двигателя при максимальной мощности; n_0 – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя; $g_{e_{\max}}$ – удельный расход топлива при максимальной мощности двигателя, г/кВт·ч; $G_{T_{\max}}$ ($G_{T_{\max}}$) – максимальный часовой расход топлива, кг/ч; $g_{e_{\min}}$ – минимальный удельный расход топлива двигателем, г/кВт·ч; $G_{x,д}$ – часовой расход топлива двигателем на холостом ходу при максимальной частоте вращения коленчатого вала, кг/ч; G_{T_0} – часовой расход топлива двигателем на холостом ходу при минимальной частоте вращения коленчатого вала, кг/ч

где M_e – эффективный крутящий момент, кН·м;
 n – частота вращения коленчатого вала двигателя, с⁻¹.

Удельный эффективный расход топлива в г/кВт·ч:

$$g_e = \frac{1000G_T}{N_e}, \quad (2)$$

где G_T – часовой расход топлива, кг.

Рассмотрим вопрос повышения топливной экономичности агрегатов со стабилизацией привода от ВОМ трактора «БЕЛАРУС» на примере агрегата БЕЛАРУС-3022+ПМФ-18.

Агротехнически допустимая скорость движения [2]

$$V_{\min, \max}^{ap} = 1,7 \dots 3,3 \text{ м/с}$$

Скорость, максимально возможную по нагрузке двигателя, определяем по формуле [2]

$$V_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{(N_{e_n} \cdot \eta_{N_e} - N_{BOM} / \eta_{BOM}) \cdot \eta_{M_2} \cdot \eta_{\delta}}{R_M + G \cdot (f_T + i/100)}, \quad (3)$$

где N_{e_n} – номинальная мощность двигателя, кВт.

$N_{e_n} = 223 \text{ кВт}$;

η_{N_e} – коэффициент оптимальной загрузки двигателя [2], $\eta_{N_e} \approx 0,8 \dots 0,95$;

N_{BOM} – мощность, потребная для привода рабочих органов через ВОМ трактора [1], $N_{BOM} = 40 \text{ кВт}$;

η_{BOM} – КПД ВОМ [1], $\eta_{BOM} \approx 0,94 \dots 0,96$;

η_{M_2} – КПД трансмиссии [1, с. 81],

$\eta_{M_2} \approx 0,78 \dots 0,82$;

η_{δ} – КПД буксования;

f_m – коэффициент сопротивления качению [2],

$f_m = 0,12$;

R_M – тяговое сопротивление рабочей машины, Н;

i – уклон местности, %;

G – вес трактора, Н [2], $G = 112,7 \text{ кН}$.

КПД буксования определяем по формуле [2]

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}, \quad (4)$$

где δ – буксование, % [2], $\delta = 8 \%$.

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{8}{100} = 0,92.$$

Тяговое сопротивление рабочей машины рассчитываем по формуле [2]

$$R_M = (G_{np} + G_{cp}) \left(f_{np} + \frac{i}{100} \right), \quad (5)$$

где G_{np} – конструктивный вес разбрасывателя, кН, $G_{np} = 70,56 \text{ кН}$;

G_{cp} – вес груза (навоза) в кузове разбрасывателя, $G_{cp} = 176,4 \text{ кН}$;

f_{np} – коэффициент сопротивления качению разбрасывателя, [2].

$$R_{M1} = (70,6 + 176,4)(0,12 + 2/100) = 34,6 \text{ кН}.$$

$$R_{M2} = (70,6 + 9,8)(0,12 + 2/100) = 11,3 \text{ кН}$$

Тогда скорость, максимально возможная по нагрузке двигателя, равна

$$V_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{(223 \cdot 0,95 - 40 / 0,95) \cdot 0,82 \cdot 0,92}{34,6 + 112,7(0,12 + 2/100)} = 2,5 \text{ м/с.}$$

Принимаем скорость движения 2,46 м/с, что соответствует III диапазону 14 передаче.

Уточняем $N_{\text{вотм}}$ по формуле [2]

$$N_{\text{вотм}} = \frac{p \cdot h \cdot b_p \cdot V_p}{10^4 \cdot \gamma}, \quad (6)$$

где p – удельное сопротивление навоза измельчению, кН/м², для хорошо разложившегося навоза $p=250 \dots 500$ кН/м²;

h – норма внесения удобрений, т/га. Принимаем 40 т/га;

b_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

γ – плотность навоза, т/м³ [1], $\gamma=0,9$ т/м³.

$$N_{\text{вотм}} = \frac{365 \cdot 40 \cdot 10 \cdot 2,46}{10^4 \cdot 0,9} = 40 \text{ кВт.}$$

Коэффициент загрузки двигателя при рабочем ходе агрегата определяем по формуле [1]

$$\eta_{N_{\text{сп}}} = \frac{N_{e_p}}{N_{e_n}}, \quad (7)$$

где N_{e_p} – эффективная мощность двигателя на рабочем режиме, кВт.

Эффективную мощность двигателя определяем по формуле [2, с. 80]

$$N_{e_p} = \frac{(R_m + P_f + P_a) \cdot V_p}{\eta_{\text{мг}} \cdot \eta_{\delta}} + \frac{N_{\text{вотм}}}{\eta_{\text{вотм}}}, \quad (8)$$

где P_f, P_a – сила передвижения и подъема трактора, кН.

$$(P_f + P_a) = G \left(f_{\tau} + \frac{i}{100} \right), \quad (9)$$

$$N_{e_p,1} = \frac{(34,6 + 112,7(0,12 + 2/100)) \cdot 2,46}{0,82 \cdot 0,92} + \frac{40}{0,95} = 206 \text{ кВт.}$$

$$N_{e_p,2} = \frac{(11,3 + 112,7(0,12 + 2/100)) \cdot 2,46}{0,82 \cdot 0,92} + \frac{40}{0,95} = 130 \text{ кВт.}$$

Тогда

$$\eta_{N_{\text{сп},1}} = \frac{206}{223} = 0,92,$$

$$\eta_{N_{\text{сп},2}} = \frac{130}{223} = 0,6.$$

Как видно из расчетов, при опустошении разбрасывателя нагрузка двигателя снизится до 60 %. Для работы двигателя с максимальной нагрузкой необходим переход на частичный режим или трансмиссии на повышенную передачу при постоянной скорости агрегата, что повлечет снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя и соответственно ВОМ трактора.

В конструкции привода ВОМ трактора БЕЛАРУС-3022 предусмотрена возможность перехода на экономичный режим работы двигателя, обеспечивая частоту вращения ВОМ – 1000 мин⁻¹ при частоте вращения коленчатого вала двигателя – 1435 мин⁻¹. Однако такой переход осуществляется ступенчато, путем переключения редуктора ВОМ при остановленном тракторе.

Создание стабилизированного привода ВОМ должно обеспечить возможность бесступенчатого регулирования оборотов двигателя при выполнении технологического процесса и поддержания постоянных оборотов ВОМ [3].

Расход топлива на частичном режиме работы определяем по следующей зависимости [2]

$$G'_T = G_T \frac{n'}{n}, \quad (10)$$

где n' и n – соответственно частота вращения коленчатого вала двигателя на частичном и рабочем режиме.

Например, переход на экономичный режим работы трактора БЕЛАРУС-3022 позволит получить часовой расход топлива:

$$G'_T = 35,5 \frac{1435}{2000} = 25,5 \text{ кг/ч}$$

Экономия топлива в этом случае

$$\Delta G = \frac{35,5 - 25,5}{35,5} 100 = 28\%$$

Заключение

Расчеты показывают, что при работе агрегатов переменной массы имеется возможность перехода на частичный режим при установке устройства для стабилизации частоты вращения ВОМа. Такая работа выполняется учеными БГАТУ совместно с ПО «МТЗ» по разработке устройства для стабилизации частоты вращения независимого вала отбора мощности [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков, А.В. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства: практикум/А.В. Новиков. – Минск: БГАТУ, 2011. – С. 250.
2. Ляхов, А.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учеб. пособ. для с.-х. вузов / А.П. Ляхов; под ред. Ю.В. Будько. – Мн.: Ураджай, 1991. – С. 107.
3. Вал отбора мощности универсально-пропашного трактора: пат. 8633 Респ. Беларусь, МПК6 В60К17/28 / А.И. Бобровник, М.Ф. Аль-Кинани, В.М. Мухин, В.Г. Сапельников; заявитель Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т; заявл. 23.03.12; опубл. 30.10.12 // Афіц. бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ СЕПАРИРУЮЩЕГО ЭЛЕВАТОРА КОМБАЙНА

И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор, Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент,
Б.М. Астрахан, канд. техн. наук, доцент, П.В. Клавсуть, ст. преподаватель (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы повышения качества уборки картофеля совершенствованием сепарирующего элеватора комбайна, эффективная работа которого зависит от интенсивности сепарации почвы и степени сохранности клубней. Применение кулачкового встряхивателя позволяет существенно улучшить качество сепарации почвы, как на основном элеваторе, так и в комбайне в целом: чистота картофеля увеличивается в 1.1...1.6 раза, повреждение клубней уменьшается в 1.2...1.5 раза.

The problems of improving the quality of potato with the help of separating elevator harvester, effective operation of which depends on the intensity of the separation of soil and degree of preservation of the tubers have been examined in the article. The application cam shaker can significantly improve the quality of the separation of the soil, as in the main elevator, and in the processor as a whole: the purity of potato increases by 1.1 ... 1.6 times and the damage of tubers reduces to 1.2 ... 1.5 times.

Введение

Картофель – это важнейший продовольственный продукт, медицинская норма потребления которого – 125 кг на человека в год, и ценнейшая техническая культура (крахмал, спирт и другие продукты его переработки). Значимость картофеля как продовольственно-технической культуры подтверждается и его стабильным спросом на рынке [1].

Увеличение валового сбора картофеля и повышение эффективности производства (снижение себестоимости, повреждений и потерь клубней) крайне важно для Беларуси, где имеются благоприятные почвенно-климатические условия для его произрастания. Снижения себестоимости производимой продукции (картофеля), количества повреждений и потерь клубней можно добиться не только использованием новых сортов этой культуры, но и применением различных современных технологий и средств механизированной уборки.

Особенности произрастания картофеля осложняют механизированную уборку. Единственно возможным способом его извлечения из почвы является выкапывание клубней вместе с почвенным пластом, вес которого в 100 и более раз превышает вес содержащегося в нем картофеля, поэтому наиболее трудоемким этапом возделывания является уборка – 35-70% всех трудозатрат и 40-60% энергозатрат. Увеличение урожайности картофеля до 40 т/га потребует высокой производительности всех рабочих органов картофелеуборочных машин, в том числе и сепарирующих, что

приведет к необходимости их усовершенствования, а также к увеличению парка комбайнов [2].

Современные картофелеуборочные машины, в особенности производства Российской Федерации, не обеспечивают выполнение агротехнических требований: чистоту клубней в таре 97-100 %, их повреждения до 5% и потери до 4-6% [2]. Основной выход из подобной ситуации – это разработка и внедрение высокопроизводительных и надежных рабочих органов, обеспечивающих минимальный уровень повреждений и потерь урожая, которые унифицированы с картофелеуборочными машинами, выпускаемыми отечественной промышленностью.

Основная часть

Прутковый элеватор является одним из важнейших рабочих органов картофелеуборочной машины. Он предназначен для перемещения подкопанной массы с одновременной сепарацией почвы. Элеватор представляет собой бесконечное решетчатое полотно, состоящее из расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга прутков, скрепленных цепями или ремнями. Верхняя (рабочая) ветвь полотна для интенсификации сепарации почвы встряхивается установленными под ветвью специальными устройствами – встряхивателями. Это позволяет перемещать компоненты технологического вороха (почва, почвенные комки, клубни, камни, ботва) в режиме с подбрасыванием. При соударении подброшенной почвы с полотном элеватора происходит ее разрушение на частицы, способные просеяться. При

этом повреждение клубней картофеля на элеваторах со встряхивателями традиционной конструкции может достигать 30% [3, 4]. Поэтому эффективная работа элеватора зависит как от интенсивности сепарации почвы, так и от степени сохранности клубней.

Установлено, что эти показатели зависят от скорости соударения компонентов вороха с полотном. Отклонение скорости соударения от допустимого значения $v_d = 2.2$ м/с в сторону уменьшения вызывает ухудшение сепарации, в сторону увеличения – сопровождается существенным ростом повреждений клубней [3, 4]. Рост повреждений может также вызываться встречным ударом – падением клубней на поднимающееся полотно [5]. Следовательно, показателем оценки работы встряхивателей могут быть приняты следующие соотношения:

1) скорость соударения v_c компонентов вороха с полотном должна быть приблизительно постоянна и соответствовать допустимому значению

$$v_c \approx v_d = \text{const}; \quad (1)$$

2) скорость полотна во время падения v_1 близка к нулю или направлена вниз (встречный удар отсутствует)

$$v_1 \approx 0, \quad (v_1 < 0). \quad (2)$$

Выясним, каким образом можно добиться выполнения этих условий. Так как рабочая ветвь полотна может рассматриваться, как гибкое звено, его колебания описываются уравнением

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v_e \frac{\partial v}{\partial x} - q^2(t) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0, \quad (3)$$

где $v = v(x, t)$ – нормальная скорость рабочей ветви в сечении с продольной координатой x в некоторый момент времени t ;

v_e – линейная скорость полотна элеватора;

$y = y(x, t)$ – нормальное перемещение полотна в сечении x в момент времени t ;

$q^2(t)$ – величина, пропорциональная натяжению полотна в момент t .

Пусть встряхиватель действует в некотором сечении $x = x_r$, сообщая полотну в этом сечении нормальные колебания со скоростью $v_r(t)$. Тогда из уравнения (3) следует

$$v(x, t) \approx v_r(t) + \frac{x_r - x}{t - t'} \times \frac{v_r(t) - v_r(t')}{v_e - q(t)}, \quad (4)$$

$$(t' < t).$$

Условие подбрасывания технологического вороха имеет вид [3]

$$\frac{dv_r}{dt} < -g \cos \alpha; \quad v_r > 0, \quad (5)$$

где $g = 9.81$ м/с² – ускорение свободного падения;
 $\alpha = 22 \dots 25^\circ$ – угол наклона элеватора.

Рассмотрим подбрасывание вороха на элеваторе с серийным встряхивателем в момент времени t . Так как величина $v_r(t)$ непрерывно меняется, то в силу условия (5) имеет место $v_r(t) < v_r(t')$. Тогда из соотношения (4) следует

$$v(x, t) \neq v_r(t);$$

$$v(x_1, t) \neq v(x_2, t),$$

$$(x \neq x_r, \quad x_1 \neq x_2).$$

Следовательно, компоненты вороха, расположенные в зоне над встряхивателем, и вне ее, подбрасываются с неодинаковой скоростью и находятся в полете различное время, их падение на полотно происходит не одновременно и с различными скоростями, что подтверждается и результатами исследований [6]. Так как нормальная скорость полотна v непрерывно меняется и при этом неодинакова по длине элеватора, исключить встречный удар затруднительно, а скорость соударения как функция времени представляет собой неуправляемый процесс.

Таким образом, для выполнения условия (1) необходимо, чтобы в течение некоторого промежутка времени $[t', t'']$, предшествующего подбрасыванию, скорость колебаний полотна над встряхивателем была постоянна

$$v_r(t) = \text{const}, \quad t \in [t', t'']. \quad (6)$$

Тогда из формулы (4) следует

$$v(x_1, t'') = v(x_2, t'') = v_r(t'').$$

При $t > t''$ величина нормального ускорения должна совершить скачок от нуля до значения, соответствующего условию (5)

$$\begin{cases} \frac{dv_r}{dt} = 0, & t \leq t''; \\ \frac{dv_r}{dt} < -g \cos \alpha, & t > t''. \end{cases} \quad (7)$$

Аналогично для выполнения условия (2) из формулы (4) вытекает необходимость существования промежутка времени $[t_1', t_1'']$, включающего момент падения вороха на полотно, в течение которого

$$v_r(t) = 0, \quad t \in [t_1', t_1'']. \quad (8)$$

Это влечет за собой

$$v(x, t_1'') = 0.$$

Таким образом, закономерности оптимального воздействия встряхивателя на рабочую ветвь описываются формулами (6)-(8).

Указанные закономерности выполняются на элеваторе со встряхивающим устройством (рис. 1), разработанным в БГАТУ.

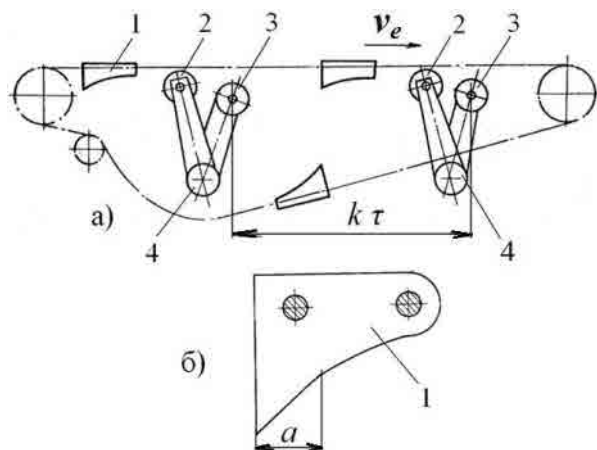


Рисунок 1. Кулачковый встряхиватель: а – схема встряхивающего устройства; б – профиль кулачка: 1 – кулачки; 2 – поддерживающие ролики; 3 – встряхивающие ролики; 4 – оси

Устройство, которое в дальнейшем будем называть кулачковым встряхивателем, включает кулачки 1, закрепленные на прутках полотна, и ролики 2, 3, установленные попарно на осях 4 под рабочей ветвью.

Ролики 2 смещены в сторону от линии движения кулачков и поддерживают рабочую ветвь на заданном уровне, ролики 3 расположены на линии движения кулачков. При движении полотна кулачки набегают на ролики 3, в результате чего происходит одновременное встряхивание рабочей ветви по всей длине. Выполнение закономерности по формулам (6), (7) обеспечивается соответствующим рабочим профилем кулачка. Профиль состоит из двух участков, начальный из которых – эквидистанта параболы, а конечный – отрезок прямой. После схода кулачков с роликов 3 рабочая ветвь опускается до первоначального уровня, определяемого положением роликов 2. В периоды движения кулачков между роликами 3 нормальная скорость близка к нулю.

Для выполнения закономерности по формуле (8) расстояние между роликами 3 выбирается так, чтобы именно в эти периоды происходило падение вороха на элеватор. Интенсивность встряхивания по длине рабочей ветви регулируется посредством поворота оси 4, вследствие чего меняется расстояние по нормали между роликами 2 и 3 и, тем самым, изменяется амплитуда встряхивания.

Для проверки изложенных теоретических положений были проведены экспериментальные исследования на специальном стенде. Перемещения полотна в

различных сечениях регистрировались посредством записи сигналов от потенциометрических датчиков на фотоленте осциллографа. За показатель синхронности нормальных перемещений полотна над роликами 3 и между роликами был принят коэффициент корреляции r между этими перемещениями. Факторами, которые влияют на величину r , являются: расстояние между роликами $k\tau$, где τ – шаг расположения прутков полотна, и длина конечного участка профиля кулачка a (мм), которая соответствует интервалу $[t', t'']$ (4). В результате обработки результатов экспериментов была получена адекватная модель:

$$r = th(1.397 - 0.085k + 0.015a),$$

$$(k = 8...12, \quad a = 15...25).$$

(9)

Зависимость (9) представлена на рис. 2, 3. Пола-

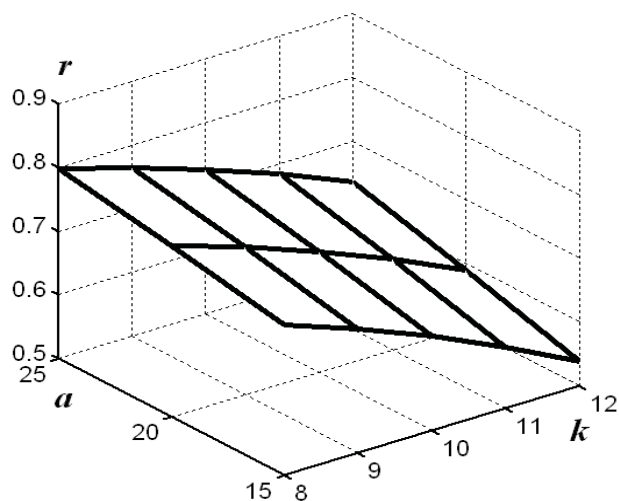


Рисунок 2. Изменение величины коэффициента корреляции r перемещений полотна над роликами и между роликами в зависимости от расстояния между роликами (в шагах расположения прутков полотна) k и длины прямолинейного участка профиля кулачка a , мм

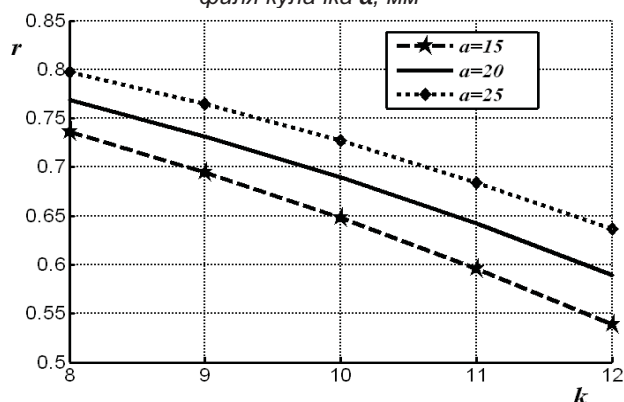


Рисунок 3. Изменение величины коэффициента корреляции r перемещений полотна над роликами и между роликами в зависимости от расстояния между роликами (в шагах расположения прутков полотна) k при различных значениях длины прямолинейного участка профиля кулачка a , мм

гая в формуле (9) значение $r = 0.7 \dots 0.8$ и используя условие падения частиц на полотно во время движения кулачков между роликами 3 (промежуток времени $[t_1', t_1'']$), можно определить расстояние между роликами по длине элеватора и размеры кулачка.

Стробоскопическая съемка движения по поверхности элеватора клубней и регистрация на фотоленту осциллографа воздействий на имитатор клубня с встроенным датчиком удара подтвердили, что скорость полета клубней близка к расчетной, а величина ударного импульса не превышает допустимого значения.

Полевые исследования кулачкового встряхивателя проводились в два этапа. На первом этапе сравнивалось влияние серийного и кулачкового встряхивателей на качество сепарации почвы на основном элеваторе комбайна, на втором – на качество сепарации почвы в комбайне в целом. За показатели качества уборки картофеля, кроме повреждения клубней P (% по массе), были приняты: для элеватора – масса непросеянной почвы Q (кг); для комбайна – чистота картофеля на выходе μ (%), определяемая по формуле

$$\mu = \frac{m_{kl}}{m_{kl} + m_p} 100\%, \quad (10)$$

где m_{kl} , m_p – соответственно, масса клубней и почвы.

Опыты проводились на супесчаных, легко- и среднесуглинистых почвах при влажности 17-26 % и твердости 0.9-2.0 МПа. Длина гона, проходимого при одном опыте, составляла 10 м. Результаты опытов (среднее значение $\pm$ стандартная ошибка среднего) в различных почвенно-климатических условиях представлены в табл. 1, 2.

Статистический анализ [7] представленных данных показал, что применение кулачкового встряхивателя существенно улучшало качество сепарации.

Выводы

1. Режим работы пруткового элеватора целесообразно определять с учетом выражений (6) – (8).
2. Применение кулачкового встряхивателя позволяет существенно улучшить качество сепарации почвы, как на основном элеваторе, так и в комбайне в целом: чистота картофеля увеличивается в 1.1...1.6 раза, повреждение клубней уменьшается в 1.2...1.5 раза.

Таблица 1. Показатели качества сепарации на основном элеваторе

№ серии опытов	Серийный встряхиватель		Кулачковый встряхиватель	
	Q , кг	P , % по массе	Q , кг	P , % по массе
1	214 $\pm$ 7.0	6.2 $\pm$ 0.67	171 $\pm$ 5.7	3.7 $\pm$ 0.33
2	505 $\pm$ 29.8	5.0 $\pm$ 0.36	326 $\pm$ 18.3	2.8 $\pm$ 0.39
3	127 $\pm$ 14.1	6.8 $\pm$ 0.50	98 $\pm$ 6.5	4.4 $\pm$ 0.28

Таблица 2. Показатели качества сепарации в комбайне

№ серии опытов	Серийный встряхиватель		Кулачковый встряхиватель	
	μ , %	P , % по массе	μ , %	P , % по массе
1	28.8 $\pm$ 3.9	12.0 $\pm$ 1.64	47.4 $\pm$ 5.0	9.1 $\pm$ 1.34
2	12.6 $\pm$ 2.4	8.8 $\pm$ 0.79	20.8 $\pm$ 2.2	7.4 $\pm$ 0.87
3	55.3 $\pm$ 3.4	12.8 $\pm$ 0.58	63.1 $\pm$ 2.4	8.7 $\pm$ 0.50

ЛИТЕРАТУРА

1. Успенский, И.А. Анализ факторов, влияющих на повреждения клубней картофеля при механизированной уборке / И.А. Успенский, Н.В. Бышов, Н.Н. Лутхов // Сборник научных трудов по животноводству, механизации, экономике. – Рязань: РГСХА, 1995. – 168 с.
2. Горячкина, И.Н. Совершенствование технологии уборки картофеля с обоснованием параметров и режимов работы сепарирующего элеватора с интенсификатором активного типа: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / И.Н. Горячкина. – Рязань, 2010. – 212 л.
3. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.
4. Кривогов, Н.И. Исследование первичной сепарации почвы в картофелеуборочных машинах с целью обоснования параметров сепараторов с активным встряхивателем: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Н.И. Кривогов. – М., 1968. – 26 с.
5. Бжезовская, А.И. Исследование сопротивления клубней картофеля механическим повреждениям, вызванным динамическими нагрузками: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / А.И. Бжезовская. – Горки, 1971. – 19 с.
6. Сорокин, А.А. Теория и расчет картофелеуборочных машин / А.А. Сорокин. – М.: ВИМ, 2006. – 160 с.
7. Митков, А.Л. Статистические методы в сельскохозяйственном машиностроении / А.Л. Митков, С.В. Кардашевский. – М.: Машиностроение, 1978. – 360 с.

КОРМОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

В.Н. Босак, докт. с.-х. наук, профессор (БГТУ); В.В. Скорина, докт. с.-х. наук, профессор (БГСХА); Т.В. Колоскова, научн. сотр. (ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»)

Аннотация

Внесение минеральных удобрений в исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве способствовало увеличению кормовой продуктивности зеленой массы и зерна сои при максимальных показателях в варианте с применением под предпосевную культивацию $N_{70}P_{40}K_{90}$.

In the researches on the sod-podzolic loamy sandy soil the application of mineral fertilizers during the cultivation of soya beans has provided high indicators of fodder productivity of green mass and grain with the best indicators of productivity in the variant with the application in pre-sowing cultivation $N_{70}P_{40}K_{90}$.

Введение

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) широко используется как продовольственная, техническая и кормовая культура (соевое масло, пищевые добавки и наполнители, шрот, зеленая масса и др.) и является важнейшей белково-масличной культурой в мировом земледелии [1, 2, 5, 9-12].

В семенах сои содержится до 40 % белка, около 20 % масла и 30 % углеводов, а также витамины и минеральные вещества. Белок сои хорошо сбалансирован по аминокислотному составу, так как содержит полный набор необходимых для человека и животных аминокислот, легко усваивается и обладает высокой биологической ценностью. Основная масса соевого белка применяется в виде шрота в качестве добавок в корма для сельскохозяйственных животных. В структуре эффективных кормов соевый шрот занимает 10-15 %. Производство мяса, яиц, молока, пушное звероводство, разведение рыбы сегодня очень трудно представить без белковых добавок, значительную часть которых составляет соевый шрот. Соевое молоко используют также для выпойки молодняка животных; экономически оправдано непосредственное использование на корм полноразовой сои.

В кормопроизводстве применяется также зеленая масса сои, которая используется для непосредственного скармливания животным, заготовок силоса, сена, сенажа, травяной муки и гранул. Зеленая масса сои грубеет медленнее, чем у других зернобобовых культур, и богаче не только белком, но и марганцем, кобальтом, кальцием, фосфором, а также каротиноидами и витаминами. На корм скоту используют также соевую солому (0,3 к. ед., высокое содержание сырого и переваримого протеина).

Для оценки качества кормов применяют различные показатели, среди которых для оценки питательности используют, прежде всего, кормовые единицы, кормопротеиновые единицы, содержание сырого и переваримого протеина, обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, а также содержание важнейших элементов питания [6-8].

Кормовая единица выражает общую питательность корма в сравнении с 1 кг зерна овса среднего качества (1 кг овса = 1 к. ед.).

Кормопротеиновая единица учитывает одновременно содержание в корме кормовых единиц и переваримого протеина.

Для расчета кормопротеиновых единиц используют формулу:

$$\text{КПЕ} = (\text{КЕ} + 12\text{Пп}) / 2,$$

где КЕ – содержание кормовых единиц в 1 кг корма;

12 – коэффициент, примерно отражающий соотношение количества кормовых единиц и переваримого протеина в зерне овса среднего качества;

Пп – содержание в 1 кг корма переваримого протеина, кг.

Цель данного исследования – изучить влияние минеральных удобрений на кормовую продуктивность сои в зависимости от сортовых особенностей на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Основная часть

Объекты и методы исследования

Исследования по изучению влияния минеральных удобрений на кормовую продуктивность сои сортов Припять и Ясельда проводили в полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве в Пинском районе Брестской области на протяжении 2008-2010 гг. Пахотный горизонт исследуемой почвы характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН_{KCl} 5,9-6,2, содержание фосфора (0,2 М HCl) – 170-180 мг/кг, калия (0,2 М HCl) – 220-240 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М K₂Cr₂O₇) – 1,8-2,0 % (индекс агрохимической окультуренности – 0,89).

Схема опыта предусматривала использование минеральных удобрений в дозах $N_{10-70}P_{40}K_{90}$, которые вносили под предпосевную культивацию. Агротехника возделывания сои – общепринятая для Республики Беларусь. Кормовую продуктивность зеленой массы

и зерна сои определяли в соответствии с существующими методиками [6-8].

В наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве основные показатели кормовой продуктивности зеленой массы сои в значительной степени зависели от применения минеральных удобрений (табл. 1). Определенное значение на показатели кормовой продуктивности оказали сортовые особенности.

В исследованиях с соей сорта Припять сбор кормовых единиц под влиянием возрастающих доз минерального азота N_{10-70} на фоне $P_{40}K_{90}$ увеличился с 12,5 до 38,7 ц/га, сбор кормопротеиновых единиц – с 13,5 до 53,2 ц/га, содержание сырого протеина – с 29,5 до 44,7 г/кг, переваримого протеина – с 23,6 до 35,8 г/кг, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – с 98,3 до 149,2 г.

При возделывании сои сорта Ясельда применение минеральных удобрений $N_{10-70}P_{40}K_{90}$ повысило сбор кормовых единиц на 6,7-25,6 ц/га, сбор кормопротеиновых единиц – на 7,8-36,0 ц/га, содержание сырого протеина – на 2,8-13,9 г/кг, содержание переваримого протеина – на 2,2-11,1 г/кг, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – на 9,1-46,2 г.

Максимальные показатели кормовой продуктивности зеленой массы сои обоих исследуемых сортов получены в варианте с внесением в предпосевную культивацию $N_{70}P_{40}K_{90}$: сбор кормовых единиц – 37,6-38,7 ц/га, сбор КПЕ – 48,5-53,2 ц/га, содержание сырого протеина – 40,5-44,7 г/кг, содержание переваримого протеина – 32,4-35,8 г/кг, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – 135,0-149,2 г с лучшими показателями у зеленой массы сои сорта Припять.

Особенно следует отметить высокую сбалансированность зеленой массы сои по содержанию переваримого протеина. В удобренных вариантах обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином в наших исследованиях составило 97,9-149,2 г. Для КРС рекомендуется обеспеченность 1 к.ед. 107 г, для свиней – 110 г, для птицы – 135 г переваримого протеина [6, 7].

Содержание нитратов в зеленой массе несколько увеличилось в вариантах с применением возрастающих доз азотных удобрений, однако во всех вариантах не

превышало ПДК (500 мг/кг зеленой массы) [3, 4].

Содержание азота в зеленой массе сои в зависимости от применения удобрений и сортовых особенностей составило 1,43-2,39 %, фосфора – 0,31-0,55, калия – 1,87-2,36, кальция – 0,61-0,65, магния – 0,27-0,38 %.

Кормовая продуктивность зерна сои в наших исследованиях также в значительной степени определялась применением минеральных удобрений и сортовыми особенностями (табл. 2).

Возрастающие дозы минеральных удобрений увеличили сбор кормовых единиц в исследованиях с соей сорта Припять с 15,3 до 23,4-38,5 ц/га, в исследованиях с соей сорта Ясельда – с 14,4 до 21,2-37,2 ц/га.

Высокое содержание сырого и переваримого протеина в зерне сои (соответственно 214,8-285,2 и 186,9-248,1 г/кг в зерне сои сорта Припять и 227,7-283,0 и 198,1-246,2 г/кг в зерне сои сорта Ясельда) обусловили хороший сбор кормопротеиновых единиц – 20,9-63,3 ц/га при возделывании сои сорта Припять и 20,4-60,8 ц/га при возделывании сои сорта Ясельда.

Следует также отметить очень высокую обеспеченность переваримым протеином 1 к.ед., которая более чем в 1,5 раза превысила рекомендуемые значения для сельскохозяйственных животных (КРС – 107 г, свиньи – 110 г, птица – 135 г переваримого протеина в 1 к.ед.) [6, 7].

При этом все показатели кормовой продуктивности увеличивались при внесении возрастающих доз минеральных удобрений в зерне сои обоих исследуемых сортов с несколько большими показателями для зерна сои сорта Припять.

Возрастающие дозы минеральных удобрений наибольшее влияние оказали на содержание общего азота в основной и побочной продукции, которое увеличилось соответственно с 4,01-4,26 (зерно) и 0,41-0,46 (солома) до 5,26-5,29 и 0,75-0,89 %.

Содержание фосфора, калия и кальция в зерне сои обоих исследуемых сортов, а также фосфора и калия в соломе в удобренных вариантах существенно увеличилось в сравнении с контрольным вариантом без применения удобрений. В то же время содержа-

Таблица 1. Кормовая продуктивность зеленой массы сои в зависимости от сортовых особенностей и применения удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве, среднее за 2008-2010 гг.

Вариант	Зеленая масса, ц/га	Сбор к.ед., ц/га	Сбор КПЕ, ц/га	Нитраты, мг/кг	Сырой протеин, г/кг	Переваримый протеин, г/кг	Обеспеченность 1 к.ед. Пп, г
Соя Припять							
Контроль	51,9	12,5	13,5	124,7	29,5	23,6	98,3
$N_{10}P_{40}K_{90}$	77,7	18,7	21,8	135,8	33,3	26,6	110,8
$N_{30}P_{40}K_{90}$	116,0	27,8	34,8	143,2	37,8	30,2	125,8
$N_{50}P_{40}K_{90}$	140,3	33,7	43,5	157,9	39,9	31,9	132,9
$N_{70}P_{40}K_{90}$	161,3	38,7	53,2	174,8	44,7	35,8	149,2
HCP_{05}	3,1	0,8	1,0	7,4	1,1	0,9	3,6
Соя Ясельда							
Контроль	50,1	12,0	12,5	131,7	26,6	21,3	88,8
$N_{10}P_{40}K_{90}$	78,0	18,7	20,3	137,2	29,4	23,5	97,9
$N_{30}P_{40}K_{90}$	109,4	26,3	30,6	148,4	33,3	26,6	110,8
$N_{50}P_{40}K_{90}$	135,6	32,5	39,3	154,6	35,4	28,3	117,9
$N_{70}P_{40}K_{90}$	156,5	37,6	48,5	171,8	40,5	32,4	135,0
HCP_{05}	3,1	0,8	0,9	7,3	1,0	0,8	3,2

Таблица 2. Кормовая продуктивность зерна сои в зависимости от сортовых особенностей и применения удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве, среднее за 2008-2010 гг.

Вариант	Зерно, ц/га	Сбор к.ед., ц/га	Сбор КПЕ, ц/га	Сырой протеин, г/кг	Переваримый протеин, г/кг	Обеспеченность 1 к.ед. Пп, г
Соя Припять						
Контроль	11,8	15,3	20,9	214,8	186,9	143,8
N ₁₀ P ₄₀ K ₉₀	18,0	23,4	33,1	228,2	198,5	152,7
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	24,0	31,2	45,6	239,4	208,3	160,2
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	28,5	37,1	59,2	273,4	237,9	183,0
N ₇₀ P ₄₀ K ₉₀	29,6	38,5	63,3	285,2	248,1	190,8
HCP ₀₅	1,5	1,9	2,2	12,4	10,8	8,3
Соя Ясельда						
Контроль	11,1	14,4	20,4	227,7	198,1	152,4
N ₁₀ P ₄₀ K ₉₀	16,3	21,2	31,1	240,5	209,2	160,9
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	21,2	27,6	42,4	258,4	224,8	172,9
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	27,2	35,4	56,3	271,9	236,6	182,0
N ₇₀ P ₄₀ K ₉₀	28,6	37,2	60,8	283,0	246,2	189,4
HCP ₀₅	1,4	1,8	2,1	12,8	11,1	8,6

ние данных элементов в зерне и соломе сои в меньшей мере зависело от дозы минеральных удобрений.

Содержание магния в зерне сои, а также кальция и магния в соломе сои также практически не зависело от применения минеральных удобрений.

В среднем за три года исследований содержание основных элементов питания в удобренных вариантах составило: зерно сои сорта Припять – 4,24-5,29 % (N), 0,67-0,72 % (P₂O₅), 2,24-2,42 % (K₂O), 0,24-0,27 % (CaO), 0,22-0,24 % (MgO); солома сои сорта Припять – 0,71-0,89 % (N), 0,22-0,25 % (P₂O₅), 2,78-2,84 % (K₂O), 0,82-0,84 % (CaO), 0,52-0,63 % (MgO); зерно сои сорта Ясельда – 4,48-5,26 % (N), 0,71-0,73 % (P₂O₅), 2,30-2,35 % (K₂O), 0,20-0,27 % (CaO), 0,23-0,24 % (MgO); солома сои сорта Припять – 0,49-0,75 % (N), 0,14-0,19 % (P₂O₅), 2,75-2,92 % (K₂O), 0,80-0,83 % (CaO), 0,40-0,47 % (MgO).

Выводы

Внесение в предпосевную культивацию N₁₀₋₇₀P₄₀K₉₀ на дерново-подзолистой супесчаной почве обеспечило высокие показатели кормовой продуктивности зеленой массы и зерна сои с максимальными значениями в варианте с применением N₇₀P₄₀K₉₀ при лучших показателях кормовой продуктивности у сои сорта Припять.

При использовании сои на зеленую массу сбор кормовых единиц в лучшем по продуктивности варианте (156,5-161,3 ц/га зеленой массы) составил – 37,6-38,7 ц/га; сбор кормопротеиновых единиц – 48,5-53,2 ц/га; содержание нитратов – 171,8-174,8 мг/кг; сырого протеина – 40,5-44,7 г/кг; переваримого протеина – 32,4-35,8 г/кг; обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – 135,0-149,2 г.

При возделывании сои на зерно сбор кормовых единиц в варианте с применением в предпосевную культивацию N₇₀P₄₀K₉₀ оказался – 37,2-38,5 ц/га; сбор кормопротеиновых единиц – 60,8-63,3 ц/га; содержание сырого протеина – 283,0-285,2 г/кг; содержание переваримого протеина – 246,2-248,1 г/кг; обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – 189,4-190,8 г при урожайности зерна – 28,6-29,6 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В.Н. Аминокислотный состав и биологическая ценность сои в зависимости от применения удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве / В.Н. Босак, В.В. Скорина, Т.В. Колоскова // Агропанорама. – 2010. – № 3. – С. 18-21.
2. Босак, В.Н. Влияние минеральных удобрений на продуктивность сои на дерново-подзолистой супесчаной почве / В.Н. Босак, В.В. Скорина, Т.В. Колоскова // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 4. – С. 42-44.
3. Показатели безопасности кормов: ветеринарно-санитарный норматив, № 59 от 22.09.2007; № 47 от 28.04.2008 г.
4. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Продовольственное сырье и пищевые продукты: санитарные правила и нормы: СанПиН 11-63 РБ-98. – Минск, 2000. – 218 с.
5. Давыденко, О.Г. Соя для умеренного климата / О.Г. Давыденко, Д.Е. Голоенко, В.Е. Розенцвейг. – Минск: Тэхналогія, 2004. – 173 с.
6. Корма и биологически активные вещества / Н.А. Попков [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 882 с.
7. Кормовые нормы и состав кормов / А.П. Шпаков [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2005. – 376 с.
8. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск, 2006. – 120 с.
9. Павловский, В.К. Посевы сои в хозяйствах Беларуси целесообразно расширять / В.К. Павловский, О.Г. Давыденко // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 34-38.
10. Применение удобрений при возделывании сои / В.Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2011. – 24 с.
11. Соя в хозяйствах Беларуси – дополнительный источник растительного белка / В.К. Павловский [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2008, № 4. – С. 25-30.
12. Makowski, N. Körnerleguminosen / N. Makowski. – Gelsenkirchen: Verlag Th. Mann, 2000. – 856 S.

ПОЛУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ГУМИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА И ДВА МИКРОЭЛЕМЕНТА – МЕДЬ И ЦИНК

С.И. Коврик, канд. техн. наук, доцент (ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»);
И.П. Козловская, докт. с.-х. наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены условия получения концентрированных удобрений, содержащих одновременно биологически активные гуминовые вещества и два микроэлемента – медь и цинк. Показано, что необходимыми компонентами указанных удобрений являются трилон Б и водный раствор аммиака.

The conditions for obtaining concentrated fertilizers containing both biologically humic substances and two trace elements copper and zinc have been considered in the article. It has been shown that necessary components of the stated fertilizers are trilon B and ammonia aqueous solution.

Введение

Использование в сельском хозяйстве макроэлементных и микроэлементных удобрений и биостимуляторов роста растений позволяет повысить урожайность зерновых культур до 80-100 ц/га [1, 2].

Наиболее перспективными и экологически безопасными являются такие природные биостимуляторы, как гуминовые вещества (ГВ). Они регулируют процессы роста растений, улучшают физико-химические свойства почвы, активизируют микрофлору, положительно влияют на миграцию питательных веществ, стимулируя процессы дыхания, синтез белков и углеводов [3-5]. В результате обработки ГВ значительно повышается устойчивость растений к различным заболеваниям. Эффективным является замачивание семян в растворах ГВ с целью профилактики семенных инфекций, и в особенности корневых гнилей. Но при использовании только ГВ растения недополучают микроэлементы.

Одними из наиболее важных для развития растений микроэлементов являются медь и цинк [6]. Так, медь входит в состав ряда важных окислительных ферментов и выполняет специфическую роль в ускорении окислительно-восстановительных процессов, происходящих в растениях. Катионы меди оказывают благотворное влияние на образование в растениях хлорофилла. Под влиянием этого элемента усиливается образование в растениях белков, углеводов, жиров, витамина С, улучшается формирование органов плодоношения. При недостаточном содержании меди в почве растения развиваются плохо, снижается содержание в них хлорофилла, органы растений бледнеют и отмирают.

Цинк входит в состав всех растительных организмов. Этот элемент играет большую роль в окисли-

тельно-восстановительных процессах живых организмов, принимает непосредственное участие в синтезе хлорофилла и увеличивает интенсивность фотосинтеза. Он положительно влияет на углеводный обмен и синтез белковых веществ в растениях, на образование витаминов группы В, а также витаминов С и Р. Специфическая роль цинка заключается в его способности содействовать росту растений. Под влиянием цинка в растениях увеличивается образование гормона роста – ауксина. При отсутствии этого элемента в питательной среде растения погибают вскоре после появления всходов, несмотря на наличие всех других элементов питания.

Основная часть

Цель представленной работы заключалась в установлении условий получения устойчивых концентрированных удобрений, содержащих в качестве биостимуляторов роста растений ГВ и два микроэлемента – Cu–Zn.

Растворы ГВ получали экстракцией торфа раствором гидроксида натрия [7].

При взаимодействии ГВ с ионами металлов в зависимости от соотношения Ме:ГВ могут образовываться как растворимые, так и нерастворимые металл-гуминовые комплексы (МГК) [8, 9]. Так, в щелочной среде при соотношении Ме:ГВ >1 образуются нерастворимые МГК, что вызвано как вовлечением в процесс комплексообразования функциональных групп ГВ различной силы, так и возможностью связывания катионом нескольких разных молекул ГВ [9, 10].

Для обработки семян и опрыскивания растений используют только растворимые МГК. Последние образуются при взаимодействии щелочных растворов ГВ с катионами только тогда, когда ГВ:Ме > 1,5–2 [9].

Это соотношение является неблагоприятным для растений, поэтому в сельском хозяйстве применяют препараты, в которых масса микроэлементов больше массы ГВ в 5-10 раз.

Для предупреждения образования осадков необходимо, чтобы еще до взаимодействия ГВ с катионами последние находились в форме комплексных соединений. При этом надо использовать такие лиганды [11], у которых константы устойчивости растворимых комплексных соединений с катионами выше констант устойчивости нерастворимых МГК.

Работа «Способ получения концентрированного медь-гуминового (Cu-ГВ) удобрения» включает использование 25 %-го водного раствора аммиака и хлорида аммония, защищена патентом 12858 Республики Беларусь [12].

Из табл. 1 видно, что 25 %-й водный раствор аммиака и хлорид аммония можно использовать только для приготовления концентрированных Cu-ГВ растворов (табл. 1, образец 1). При введении катионов аммония в цинк-гуминовые (Zn-ГВ) и медь-цинк-гуминовые (Cu-Zn-ГВ) растворы устойчивые концентрированные растворы могут быть получены, но при их разбавлении в рабочих растворах образуются темноокрашенные осадки.

При этом хлорид аммония не оказывает заметного влияния на состояние и устойчивость Zn-ГВ и Cu-Zn-ГВ концентрированных и рабочих растворов, а увеличение объема вводимого водного раствора аммиака способствует лишь незначительной стабилизации рабочих растворов (табл. 1, образцы № 5, №6).

Поскольку константа нестойкости аммиачных комплексных соединений меди ($K_n(\text{Cu}(\text{NH}_3)_5^{2+}) = 6,4 \cdot 10^{-13}$) меньше, чем цинка ($K_n(\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}) = 3,5 \cdot 10^{-10}$) [13] и при разбавлении растворов усиливаются процессы гидролиза [14], можно предположить, что в рабочих растворах гидролиз аммиакатов цинка приводит к снижению устойчивости растворимых МГК и способствует образованию нерастворимых осадков, представляющих смесь гидроксидов цинка, меди и нерастворимых МГК.

Следует учитывать и то, что в водопроводной воде присутствуют карбонат- и гидрокарбонат-ионы, которые при взаимодействии с исследуемыми катио-

нами образуют нерастворимые основные карбонаты меди и цинка [14, 15].

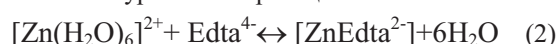
В настоящее время в Голландии, Финляндии и Германии при производстве микроудобрений используют динариевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б). Это вызвано не только доступностью и относительно низкой ценой трилона Б, но и тем, что многие катионы образуют с данным комплексообразователем достаточно устойчивые комплексные соединения. Так, для исследуемых катионов $K_n(\text{CuEdta}^{2-}) = 1,6 \cdot 10^{-19}$ и $K_n(\text{ZnEdta}^{2-}) = 3,2 \cdot 10^{-17}$ [15]. При этом устойчивость растворимых комплексных соединений, образованных катионами с трилоном Б, значительно превышает устойчивость соответствующих нерастворимых МГК [16].

Согласно уравнению 1:



для связывания 1 г катионов меди в растворимое комплексное соединение необходимо использовать 6,51 г трилона Б.

Согласно уравнению реакции 2:



1 г катионов цинка взаимодействует с 6,46 г трилона Б.

Таким образом, для того, чтобы получить раствор, содержащий в виде растворимых комплексных соединений 25 г/л Cu^{2+} и 25 г/л Zn^{2+} , требуется не менее 324,25 г/л трилона Б.

Поскольку для приготовления растворов используется водопроводная вода, в которой содержится около 50-80 мг/л Ca^{2+} и 10-30 мг/л Mg^{2+} , то для предотвращения выпадения в осадок катионов жесткости, количество трилона Б должно быть на 1-10 г/л больше стехиометрически рассчитанного.

Методика проведения эксперимента заключалась в растворении сульфатов меди и цинка в различных объемах 25 %-го водного раствора аммиака. Для полного растворения солей раствор подогревали на водяной бане до температуры 40-50° С. Затем добавляли необходимое количество трилона Б. После охлаждения в раствор вводили такое рассчитанное количество щелочного раствора ГВ, чтобы соотношение Cu:Zn:ГВ составляло 25:25:5 г/л.

Таблица 1. Влияние концентрации ГВ, водного раствора аммиака и хлорида аммония на устойчивость растворов, содержащих ГВ и катионы меди и цинка

№ п/п	Концентрация				NH_4Cl , г/л	Наличие осадка	
	Cu^{2+} , г/л	Zn^{2+} , г/л	ГВ, г/л	25 %-й водный раствор аммиака, мл/л		в концентрированном растворе	в рабочем растворе
1	25	—	5	280	50	нет	нет
2	—	25	5	280	50	нет	осадок
3	25	25	5	280	50	нет	осадок
4	25	25	—	500	—	нет	осадок образуется через 7 мин
5	25	25	—	500	50	нет	осадок образуется через 7 мин
6	25	25	5	500	50	нет	осадок образуется через 5 мин

Приготовленные концентрированные растворы оставляли на 24 часа при температуре 18-22° С, затем разбавляли в 100 раз и получали рабочие растворы. Таким образом, в рабочих растворах концентрация для каждого катиона составляла 0,25 г/л, а ГВ-0,05 г/л. Далее в течение дня наблюдали за состоянием рабочих растворов; если выпадал осадок, то фиксировали время его образования. Концентрированные растворы, в которых не образовывался осадок после разбавления, оставляли храниться в темном месте при температуре 18-22°С. Периодически из оставленных концентрированных растворов отбирали аликваты для разбавления. Для приготовления концентрированных растворов и при их разбавлении использовали только водопроводную воду (рН 7,7-7,9).

Проведенные исследования показали, что для получения Cu-Zn-ГВ растворов с концентрациями компонентов 25:25:5 г/л необходимо использовать 350-400 г/л трилона Б и 350-400 мл/л водного раствора аммиака (табл. 2, образец 5) (рис. 1).

Наиболее оптимальной концентрацией 25 % –го водного раствора аммиака в маточном растворе является концентрация 370 мл/л, поскольку:

- у соответствующего рабочего раствора рН меньше 10;

- коэффициент пропускания рабочего раствора с концентрацией водного раствора аммиака 400 мл/л (рис. 1, кривая 2) в среднем на 10 % меньше, чем у рабочего раствора с концентрацией 370 мл/л (рис. 1, кривая 1), что свидетельствует об уменьшении стабильности таких растворов.

Введение трилона Б в количестве, большем чем 350 г/л не имеет смысла, т.к. прозрачность раствора

при этом практически не изменяется (рис. 2). Наоборот, появляется опасность получения пересыщенного раствора микроудобрения. Трилон Б лучше всего вводить в удобрение после растворения солей меди и цинка в 25 % - ом растворе аммиака. В данном случае растворение трилона Б происходит быстрее, за счет чего сокращается время нагревания, которое необходимо для растворения всех компонентов.

Полученные препараты прошли только двухлетние испытания в НИРУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», поэтому пока не пред-

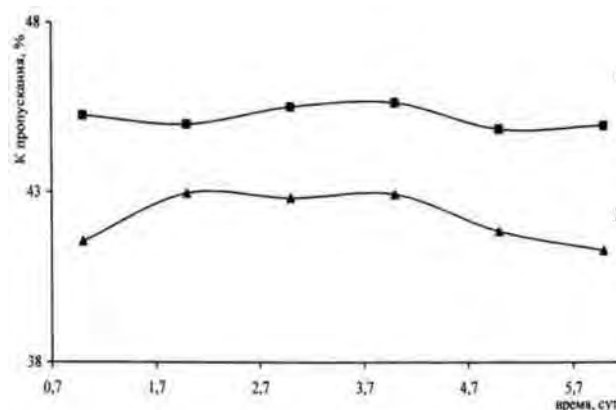


Рисунок 1. Зависимость коэффициента пропускания света рабочим раствором, приготовленным из маточного молочка Cu-Zn-ГВ раствора, содержащего 350 г/л трилона Б и 1–370 мл/л (2–400 мл/л) водного раствора аммиака, от времени

ставляется возможным посчитать экономический эффект от применения данного удобрения. Но поскольку на данный момент биостимуляторы роста растений

Таблица 2. Влияние концентрации трилона Б и водного раствора аммиака на устойчивость растворов, содержащих Cu^{2+} (25 г/л), Zn^{2+} (25 г/л) и ГВ (5 г/л)

№ п/п	25 % водный раствор аммиака, мл/л	Трилон Б, г/л	Наличие осадка		Примечание
			в концентрированном растворе	в рабочем растворе	
1	400	320	нет осадка; рН 10,6	прозрачный раствор; рН 9,8	при разбавлении концентрированного раствора через 5 дн. в рабочем растворе осадок
2	360	336	нет осадка; рН 8,3	прозрачный раствор; рН 8,2	осадок образуется в концентрированном и рабочем растворах через 7 дн.
3	200	350	нет осадка; рН 10,0	прозрачный раствор; рН 9,5	при разбавлении концентрированного раствора через 2 нед. в рабочем растворе осадок.
4	280	350	нет осадка; рН 10,2	прозрачный раствор; рН 9,3	при разбавлении концентрированного раствора через 7 дн. в рабочем растворе осадок.
5	370	350	нет осадка; рН 10,5	прозрачный раствор; рН 9,5	при разбавлении концентрированного раствора через 12 мес. в рабочем растворе нет осадка
6	400	350	нет осадка; рН 10,9	прозрачный раствор; рН 10,0	небольшой осадок в концентрированном растворе через 6 мес.
7	400	400	нет осадка; рН 10,3	прозрачный раствор; рН 9,1	небольшой осадок в концентрированном растворе через 5 мес.

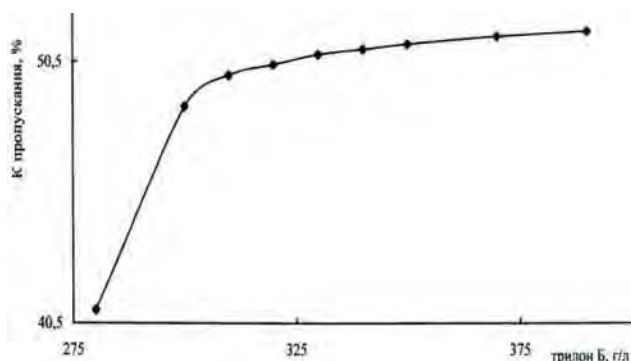


Рисунок 2. Зависимость коэффициента пропускания света рабочим раствором от концентрации трилона Б в удобрении, содержащем 370 мл/л 25 %-го раствора аммиака

и микроэлементные удобрения вносятся, как правило, отдельно, то мы надеемся, что несмотря на достаточно высокую стоимость трилона Б, использование концентрированных удобрений, содержащих биологически активные гуминовые вещества и два микроэлемента — медь и цинк, будет оправданным. Достоинством предлагаемых удобрений является и то, что они содержат достаточно высокие количества азота.

Заключение

Установлено, что для получения устойчивых концентрированных удобрений, содержащих по 25 г/л катионов меди и цинка и 5 г/л ГВ, необходимо использовать 370 мл/л 25 %-го водного раствора аммиака и 350 г/л трилона Б. Если аммиак или трилон Б вводить меньше или больше этого количества, то рабочие растворы не могут быть использованы для обработки семян и растений по одной из двух причин:

— комплексное Cu–Zn–ГВ удобрение получается без осадка, но при его разбавлении водой часть катионов меди, цинка и ГВ в рабочем растворе выпадает в осадок;

— после хранения в течение 5–6 месяцев в комплексном Cu–Zn–ГВ удобрении образуется осадок.

Принципиально важно, чтобы до введения ГВ в раствор находились комплексные соединения катионов меди и цинка с аммиаком и трилоном Б.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кашинская, Т.Я. Жидкие гуминовые удобрения с микроэлементами / Т.Я. Кашинская и др. // Природопользование. — 2009. — Вып. 15. — С. 231–235.
2. Разработать и организовать производство высокоэффективных жидких комплексных микроудобрений на основе гуматов торфа для некорневой обработки растений, инкрустации семян и добавки к минеральным удобрениям: отчет о НИР/ ГНУ Институт

природопользования НАН Беларуси; рук. темы Г.А. Соколов. — Минск, 2011. — 104 с. — № ГР 2092961.

3. Б.А. Ягодин, Б.А. Агрохимия/ Б.А. Ягодин. — М.: Колос, 1989. — 655 с.

4. Христева, Л.А. Стимулирующее влияние гуминовой кислоты на рост высших растений и природа этого явления / Л.А. Христева // Гуминовые удобрения: теория и практика их применения. — Харьков: Изд-во Харьк. у-та, 1957. — С. 75–93.

5. Христева, Л.А. Применение гумата натрия в качестве стимулятора роста / Л.А. Христева, В.А. Реутов // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения: сб. науч. тр. — Днепропетровск, 1973. — Т. 4. — С. 308–310.

6. Основы растениеводства: учеб. пособ. / И.П. Козловская [и др.]; под общ. ред. И. П. Козловской. — Минск: ИВЦ Минфина, 2010. — 328 с.

7. Борода, Л. Ф. Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения: сб. ст. / Л.Ф. Борода. — Днепропетровск: ДСХИ, 1980. — С. 41–54.

8. Пинский, Д.Л. К вопросу о механизмах ионно-обменной адсорбции тяжелых металлов почвами/ Д.Л. Пинский // Почвоведение. — 1998. — № 11. — С. 1348–1355.

9. Коврик, С.И. Формирование металл-гуминовых комплексов в процессе очистки сточных вод препаратами на основе торфа: дис. ...канд. тех. наук: 25.00.36/ С.И. Коврик. — Минск, 2005. — 176 л.

- 10 Жоробекова, Ш.Ж. Макролигандные свойства гуминовых кислот/ Ш.Ж. Жоробекова. — Фрунзе: Илим, 1987. — 195 с.

11. Глинка, Н.Л. Общая химия /Н.Л. Глинка. — Ленинград: Химия, 1983—731 с.

12. Способ получения медь-гуминового удобрения: пат. 12858 Респ. Беларусь, МПК(2006) С 05 G 3/00 / Н.Н. Бамбалов, Г.А. Соколов, О.М. Самокар. — № а 2007205; заявл. 03.10.2007; опубл. 24.11.2009// Афіцыйны бюл./ Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2010. — № 1 (71). — С. 91.

13. Справочник химика: в 6 т. / редкол.: Б.П. Никольский (гл. ред.) [и др.]. — М. — Ленинград: Химия, 1965–1968. — Т. 3: Химическое равновесие и кинетика, свойства растворов, электродные процессы/ Б.П. Никольский [и др.]. — 1965. — 1008 с.

14. Реми, Г. Курс неорганической химии: в 2 т./ Г. Реми; под ред. А.В. Новоселовой. — 11-е изд. — М.: Химия, 1966. — т. 1.

15. Дятлова, Н.М. Комплексоны и комплексонаты металлов/ Н.М. Дятлова, В.Я. Темкина, К.И. Попов. — М.: Химия, 1988. — 544 с.

16. Микроэлементы в сельском хозяйстве/ С.Ю. Булыгин [и др.], под общ. ред. С.Ю. Булыгина. — Днепропетровск: Січ, 2007. — 100 с.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРОВАННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены физико-химические процессы и электротехнологические схемы производства активированных растворов. Приведены основные свойства и характеристики анолитов и католитов, особенности их применения в технологических процессах, методика расчета параметров электрохимического реактора.

The physicochemical processes and the production of electro circuit activated solutions have been examined. The main features and characteristics of the anolyte and catholyte, peculiarities of their use in industrial processes, the method for calculating the parameters of the electrochemical reactor have been given.

Введение

Сущность электротехнологической активации заключается в том, что жидкость, протекающая через диафрагменный электролизер, при воздействии электрического поля переходит в метастабильное (активированное) состояние с аномально высокими окислительными (у анолита) и восстановительными (у католита) свойствами. При этом энергия неравновесного электрохимического воздействия может накапливаться и сохраняться в жидкости в форме внутренней потенциальной энергии, которая реализуется в различных каталитических реакциях в период релаксации жидкости (переход в неактивированное состояние) [1].

В настоящее время накоплен определенный опыт применения технологий электроактивации в различных отраслях (промышленности, медицине, сельском хозяйстве) [2-5].

Цель работы – разработка электротехнологических основ производства и применения активированных водных растворов в технологических процессах.

Основная часть

Процесс электротехнологической активации представляет собой гетерогенную реакцию ионного обмена между полупроницаемой мембраной (к которой можно также отнести клеточную мембрану дисперсной частицы [5]) и жидкой фазой, скорость которых выражается уравнением

$$\mathcal{Q} = kS_{\text{yo}} \Delta C \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right), \quad (1)$$

где $\mathcal{Q}$ – скорость реакции, моль/(с·м³);

k – коэффициент массопередачи, с⁻¹;

S_{yo} – удельная площадь реакционной поверхности, м²/м³;

ΔC – разность концентраций активных ионов по обе стороны мембраны, моль/м²;

E_a – энергия активации химической реакции,

Дж/моль;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);

T – температура, К.

Коэффициент массопередачи k для гетерогенных процессов зависит от константы скорости реакции k_1 , коэффициента диффузии d ионов из объема раствора в зону реакции $k = f(k_1, d)$.

Константа скорости реакции k_1 определяется из уравнения Аррениуса

$$k_1 = k_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right), \quad (2)$$

где k_0 – константа скорости данной реакции, с⁻¹.

Если в электродной ячейке установить ионитовую мембрану и пропустить постоянный электрический ток, то на основании закона Фарадея можно определить изменение концентрации ионов в объеме раствора, моль/м³ за счет разряда на электродах

$$\Delta C_{i,j} = \eta_{i,j} \frac{I\tau}{FV_p}, \quad (3)$$

где $\eta_{i,j}$ – выход по току реакции на аноде или катоде;

I – электрический ток, А;

τ – время, с;

F – постоянная Фарадея, Кл/моль;

V_p – объем раствора в анодной или катодной зоне, м³.

Таким образом, под действием электрического тока через мембрану происходит перенос ионов каждого знака к противоположным по знаку электродам,

в результате чего происходит изменение концентрации ионов в анодной и катодной зонах.

Изменения концентраций ионов в растворах по обе стороны ионитовых мембран используют в различных технологических процессах, например, для предварительной очистки воды для теплоэнергетических установок, при очистке сточных вод перерабатывающих предприятий, их обессоливания, для опреснения, концентрирования различных жидких сред, содержащих ценные компоненты, перед их последующим извлечением и т.п.

При использовании неселективных ионопроницаемых мембран можно разделять электролиты и неэлектролиты. Применяя селективные (катионообменные или анионообменные) мембраны, в электрохимическом реакторе можно повысить или понизить концентрацию раствора электролита [6]. Селективные мембраны проницаемы только для ионов определенного знака (А – для анионов, К – для катионов), поэтому в средней камере реактора (рис. 1а) вода опресняется, в анодной – подкисляется, а в катодной – подщелачивается. В многокамерном электрохимическом реакторе чередуется большое число (до нескольких сотен) катионообменных и анионообменных мембран, расположенных между двумя электродами (рис. 1б).

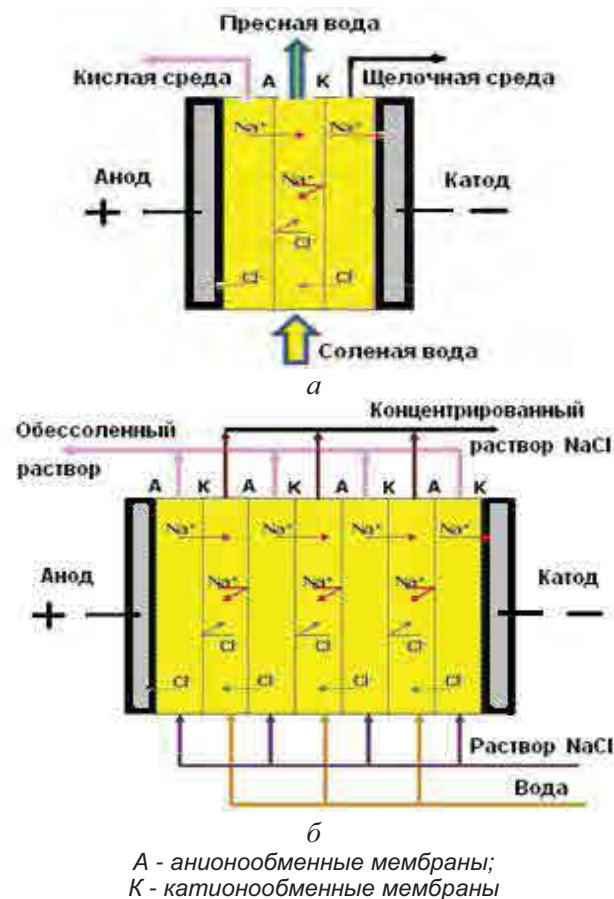


Рисунок 1. Схемы электротехнологических процессов: а – опреснения воды; б – снижения концентрации раствора соли

Электроактивированные растворы (анолиты и католиты) в общем случае синтезируют из разбавленных (от 0,05 до 5,0 г/л) растворов неорганических веществ, в качестве которых чаще всего используют водный раствор хлорида натрия. В простейшем проточном электрохимическом реакторе (рис. 2) вода с небольшим содержанием солей поступает в анодную и катодную камеры. Если через электролит протекает электрический ток, то процессы восстановления у катода, так же как и процессы окисления у анода, приводят к протеканию электрохимических реакций, в результате которых образуются новые вещества и изменяется вся система межмолекулярных взаимодействий, в том числе структура воды как растворителя.

В упрощенной форме основные процессы, происходящие в электролизере, можно представить следующим образом [1...3]: окисление воды на аноде $2H_2O - 4e \rightarrow 4H^+ + O_2$; восстановление воды на катоде $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$; образование на аноде газообразного хлора $2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2$; образование в анодной камере высокоактивных окислителей Cl_2O , ClO_2 , ClO^- , $HClO$, Cl^* , O_2^* , O_3 , HO_2 , OH^* ; образование в катодной камере высокоактивных восстановителей OH^- , $H_3O_2^-$, H_2 , HO_2^- , O_2^- .

В результате катодной обработки вода приобретает щелочную реакцию (до pH=7,5...12,0). Ее окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) резко понижается (до -300... -800мВ). При анодной обработке кислотность воды увеличивается до pH=6,0...2,0, ОВП – от +300мВ до +1200мВ.

С помощью электрохимических реакторов получают несколько разновидностей активированных растворов [2]: К – католит щелочной; А – анолит кислый, АН – анолит нейтральный; АНК – анолит нейтральный катодный; АНД – анолит нейтральный диафрагменный.

Принципиальная гидравлическая схема получения кислого анолита типа А и щелочного католита типа К изображена на рис. 2б. Водопроводная вода смешивается в водоструйном насосе Н с концентрированным раствором поваренной соли, подача которого из емкости Э регулируется вентилем В, и поступает в анодную и катодную камеры электрохимического реактора (ЭХР). На выходе реактора соответственно получают анолит А и католит К. Анолит А имеет pH<5; ОВП =+800...+1200 мВ. Применение анолита А ограничено из-за высокого содержания свободного хлора, что увеличивает коррозионную активность и токсичность анолита.

Для получения анолита типа АН [2] приготовление исходного водно-солевого раствора осуществляется так же, как и в схеме на рис. 2б. Основной объем исходного раствора подается в анодную камеру ЭХР (рис. 3а), давление в которой в процессе работы должно быть выше, чем в катодной, что обеспечивается гидравлическим со-

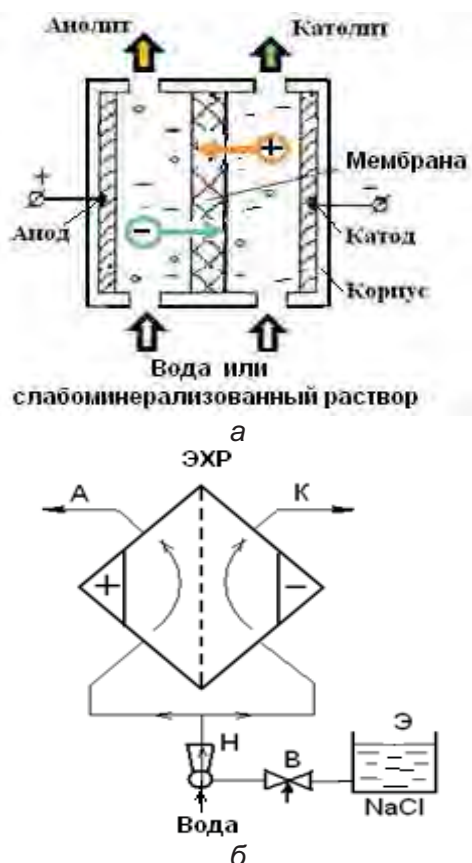


Рисунок 2. Схема электрохимического реактора (а) и принципиальная гидравлическая схема (б) установки для получения анолита и католита

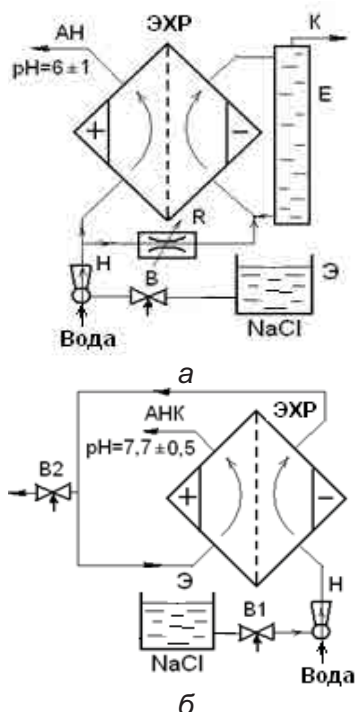


Рисунок 3. Принципиальные гидравлические схемы получения:
а – анолита АН; б – анолита АНК

противлением R . Катодная камера соединена с циркуляционной емкостью, которая образует циркуляционный контур вспомогательного электролита.

Основным источником пополнения циркуляционного контура является анодная камера. Жидкость из анодной камеры поступает в катодную камеру через диафрагму за счет перепада давления. Анолит АН имеет $pH=5,0...7,0$; ОВП=+600...+900 мВ. Основным активным компонентом анолита является хлорноватистая кислота $HClO$. Анолит АН не обладает резким запахом свободного хлора, как анолит А, так как раствор практически не содержит свободного хлора.

Для получения анолита АНК исходный водно-солевой раствор подается последовательно в катодную, а затем в анодную камеры ЭХР (рис. 3б). В отличие от предыдущих схем, здесь анодной обработке подвергается не водно-солевой раствор, а католит. В связи с тем, что анолит АНК получают из католита, он обладает моющими свойствами и, таким образом, он более активен по сравнению с анолитом АН в условиях высокой загрязненности обрабатываемых поверхностей органическими соединениями. Анолит АНК имеет $pH=7,0...8,2$; ОВП=+250...+800 мВ и так же как и анолит АН, практически не содержит свободного хлора.

Система для получения анолита АНД состоит из двух диафрагменных проточных электрохимических реакторов, соединенных гидравлически параллельно. В отличие от предыдущей схемы, здесь анолит АНК подвергается анодной обработке в анодной камере. Анолит типа АНД имеет $pH=6,8...7,8$, ОВП=+700...+1200 мВ и по бактерицидному эффекту аналогичен анолиту АНК [2].

При расчете параметров электрохимического реактора силу тока в ячейке I можно определить из закона Фарадея:

$$I = \frac{Fq_v(C_n - C_k)}{\eta}, \quad (4)$$

где q_v – расход воды, m^3/c ;

η – выход по току. В диапазоне концентрации C_k от 0,01 до 0,5 моль/ m^3 выход по току η находится в пределах 0,89...0,80 [2, 6].

Напряжение на электродах U определяется составляющими:

$$U = U_0 + nE_m(1 + jR), \quad (5)$$

где U_0 – падение напряжения на электродах, В;

n – количество последовательно соединенных ячеек, шт;

E_m – мембранный потенциал ячейки, зависящий от температуры, концентрации солей в исходном растворе и активированных растворах, В;

j – плотность тока, A/m^2 ;

R – сопротивление ячейки, Ом.

Допустимую напряженность электрического поля $E_{дон}$, В/м, выбирают по электрической прочности E_{np} материала с учетом коэффициента запаса k_3

$E_{дон} = \frac{E_{np}}{k_3}$. Величина $E_{дон}$ определяет межэлектродное расстояние

$$l = \frac{U}{E_{дон}} = \frac{U}{j_{дон} \rho_t}, \quad (6)$$

где $j_{дон}$ – допустимая плотность тока на электродах, А/м²;

ρ_t – удельное сопротивление раствора при рабочей температуре, Ом·м.

Максимальная плотность тока

$$j_{max} = \frac{k_n I_t}{S} \quad (7)$$

не должна превышать $j_{дон}$.

В уравнении (9): $k_n = 1, 1, \dots, 1, 4$ – коэффициент неравномерности плотности тока по поверхности электрода; I_t – сила рабочего тока при конечной температуре, А; S – площадь активной поверхности электрода, м².

Растворы при электрохимической активации проявляют свойства окислительно-восстановительного и кислотно-основного катализатора в химических и биохимических процессах. Низкая концентрация продуктов электрохимической активации и релаксация получаемых растворов определяют их экологическую чистоту. Наличие в анолите достаточного количества сильных окислителей и свободных радикалов превращает его в раствор с сильно выраженными биоцидными свойствами. Католит, насыщенный восстановителями, приобретает высокую адсорбционно-химическую активность, а также сильные моющие свойства. Он относится к малотоксичным соединениям 4 класса опасности; не оказывает раздражающего действия, не обладает кожно-резорбтивным действием, не обладает мутагенным и тератогенным действием [1...3]. Католит имеет моющие свойства по отношению к различным загрязненным и зажиренным поверхностям.

Анолит кислый (АК) обладает бактерицидным, вирулицидным, спороцидным, фунгицидным и дезодорирующим действием. Анолит нейтральный катодный (АНК), помимо свойств кислого анолита, одновременно характеризуются и моющими свойствами. Показатели растворов, обеспечивающие моющий и дезинфицирующий эффект: анолит кислый АК – pH=3,0...4,0, ОВП= +1150±50мВ, концентрация активного хлора 100...600 мг/л; анолит нейтральный катодный АНК – pH=7,0...8,0, ОВП= +1000 ± 50 мВ, концентрация активного хлора 100...500 мг/л; католит К – pH=9,0...12,0, ОВП= – 850 ± 50 мВ [2].

В связи с тем, что анолит АНК получают из католита, он обладает моющими свойствами и, таким образом, он более активен по сравнению с анолитом АН в условиях высокой загрязненности обрабатываемых поверхностей органическими соединениями.

Заключение

Скорость электроактивации растворов электролитов в условиях заданной конструкции определяется, в основном, их концентрацией, площадью электродов и разделительных мембран, температурой в зоне реакции, а также количеством электричества, прошедшего через электролит.

В зависимости от применяемой гидравлической схемы, определяющей последовательность обработки раствора в анодной и катодной камерах, можно получить широкий спектр различающихся по основным свойствам анолитов (А, АН, АНК, АНД) и католит. Показателем их активности являются: уровень кислотности или щелочности (рН) и значение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), которые, в свою очередь, определяются видом и концентрацией получаемых в процессе активации химических веществ (окислителей и восстановителей). С учетом их разнообразия, высокой физико-химической, биологической активности, экологической безопасности, низкой себестоимости, открываются широкие возможности их применения в различных процессах, в частности для стерилизации, обеззараживания приборов, оборудования, кожных покровов животных, стимуляции биологических процессов.

Предложенная методика расчета позволяет по заданным начальной и конечной концентрациям раствора определить основные параметры электродных камер электроактиватора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электрохимическая активация: история, состояние, перспективы / В.М.Бахир и [др.]. – М.: ВНИИИМТ, 1999. – 256 с.
2. Некоторые аспекты получения и применения электрохимически активированного раствора – анолита АНК / В.М.Бахир [и др.] // Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности: 3-й Междунар. симпозиум: тезисы докладов и краткие сообщения. – Москва, 2002. – С. 3-25.
3. Инструкция по применению электрохимически активированных водно-солевых растворов оксидантов (ЭАВРО), получаемых на установках СТЭЛ и Аквахлор в ветеринарии и животноводстве: утв. МСХиП Респ. Беларусь в 2005 г. – Минск: ПЧУП «Бизнесофсет», 2005. – 10 с.
4. Каптур, З.Ф. Применение электромембранной технологии в животноводстве и кормопроизводстве. Рациональные технологии заготовки высококачественных кормов и эффективного их использования / З.Ф.Каптур. – Жодио, 1988. – 262 с.

5. Заяц, Е.М. Электрохимическое изменение свойств органических дисперсных гидросистем / Е.М. Заяц, В.С. Корко // Материалы междунар. научно-технич. конф. «Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК». – Мн.: БГАТУ, 2009. – С. 151-154.

6. Шапошник, В.А. Необратимая диссоциация молекул воды на межфазной границе ионообменной мембраны и раствора электролита при электролизе / В.А. Шапошник, А.С. Кастючик, О.А. Козадерова // Электрохимия. – 2008, т. 44. – №9. – С. 1155-1159.

Электрогидравлический обкаточно-тормозной стенд

Предназначен для холодной и горячей обкатки двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и создания тормозной нагрузки при обкатке коробок переменных передач и ведущих мостов.



Основные технические данные

Мощность электрического двигателя для холодной обкатки, кВт, до	11
Тип тормозного устройства	гидравлический
Мощность торможения, кВт, до	100
Диапазон регулирования частоты вращения вала электродвигателя, об/мин	500 - 3000
Диапазон частоты вращения гидравлического тормоза (при г/о), об/мин	1200 - 2900
Диапазон измерения частоты вращения, об/мин	
- магнитоиндукционным тахометром	до 3000
- электронным тахометром	до 9999
Рекуперация механической тормозной энергии	в тепловую
Устройство рекуперации	Кожухотрубчатый теплообменник
Диапазон измерения давления масла, МПа	0 - 40
Диапазон измерения температуры масла, °С	0 - 150
Масса стенда, кг	200
Занимаемая площадь, м ² , не более	1,5

Применение электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда обеспечивает:

- снижение более чем в 10 раз металлоемкости и более чем в 7 раз стоимости в сравнении с электрическими стендами;
- рекуперацию механической энергии в тепловую;
- импортозамещение.

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И СНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ ВАЛЬЦОВОЙ ПЛЮЩИЛКИ ЗЕРНА

В.А. Дайнеко, канд. техн. наук, доцент, Е.М. Прищепова, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

В статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований производительности и удельной энергоемкости вальцовой плющилки зерна в зависимости от ее конструктивных и технологических параметров.

The results of theoretical and experimental studies of the performance and specific energy consumption of roller crushing grain depending on its design and process parameters are given in the article.

Введение

В современном сельскохозяйственном производстве при подготовке к скармливанию животным фуражного зерна все шире используется операция его плющения. Эта операция выполняется на соответствующем технологическом оборудовании, т. е. вальцовыми плющилками зерна. При этом экономика процесса плющения будет определяться эффективностью работы плющилки. Поэтому целью настоящей работы является анализ влияния конструктивных и технологических параметров работы плющилки на ее удельную производительность и энергоемкость процесса измельчения.

Основная часть

Из анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в работах [1-5], следует, что на производительность и мощность вальцовой плющилки зерна оказывают влияние средняя фактическая скорость зернового потока v_3 , зазор между вальцами b_3 , коэффициент трения зернового потока о вальцы f и их длина L , а также равнодействующая давления вальцов на зерновку F_R . Для проверки адекватности полученных в работах [4, 6] математических выражений проведем анализ влияния их независимых параметров на вычисляемые. Анализ выражений будем проводить для вальцов с одинаковым диаметром D и частотой вращения n .

Согласно работе [4], производительность вальцовой плющилки определяется по формуле:

$$Q = \frac{Lb_3D}{\frac{D}{v} + \frac{v - v_0}{\alpha_1 \left(g + \frac{F}{m} \right) \left(f \sqrt{1 - \left(\frac{D + b_3}{D + d_n} \right)^2} + \frac{D + b_3}{D + d_n} \right)}}, \quad (1)$$

где m – масса зерновки, кг;

F – дополнительная внешняя сила, действующая на зерновку, Н;

v_0 – скорость движения зерновки до захвата ее вальцами, м/с;

v – скорость движения зерновки после захвата ее вальцами, м/с;

d_n – средняя толщина (диаметр) зерновки, м;

α_1 – угол деформации зерновки, рад.

Из формулы (1) очевидно, что производительность плющилки однозначно определяется длиной вальцов L и возрастает при уменьшении составляющей знаменателя, т. е.

$$\frac{v - v_0}{\alpha_1 \left(g + \frac{F}{m} \right) \left(f \sqrt{1 - \left(\frac{D + b_3}{D + d_n} \right)^2} + \frac{D + b_3}{D + d_n} \right)} \rightarrow 0, \quad (2)$$

а при равенстве 0 будет иметь максимальное значение. Для этого необходимо, чтобы возрастали скорость движения зерновки v_0 до ее захвата вальцами, дополнительная внешняя сила давления F , действующая на зерновку, коэффициент трения зерновки f о вальцы.

Используя выражение мощности P вальцовой плющилки, полученное в работе [6], выразим удельные энергозатраты q на плющение зерна

$$q = \frac{P}{Q} = \frac{P_{mp.c} + P_\phi + P_{mp.n}}{\eta Q}, \quad (3)$$

где $P_{mp.c}$ – мощность трения скольжения поверхности вальцов по зерновке, Вт;

P_ϕ – мощность деформации зерновки, Вт;

$P_{mp.n}$ – мощность трения в опорных подшипниках вальцов, Вт;

η – КПД привода.

Для упрощения анализа изменения удельных энергозатрат пренебрежем потерями в опорных подшипниках и в приводе, т.е. примем $P_{mp.n}=0$, а $\eta=1$.

Тогда

$$q = \frac{P_{mp.c} + P_{\delta}}{Q} = q_{mp.c} + q_{\delta} =$$

$$= \frac{\pi f (mg + F) n D}{60 \cos \alpha_1 b_3 v_3 L} + \frac{2 f F_R v_3}{b_3 v_3 L} =$$

$$= \frac{\pi f (mg + F) n D}{60 \cos \alpha_1 b_3 v_3 L} + \frac{2 f F_R}{b_3 L}, \quad (4)$$

где $q_{mp.c}$ – удельные энергозатраты на трение скольжения зерновки, Дж/с;

q_{δ} – удельные энергозатраты на деформацию зерновки, Дж/с.

Учитывая, что равнодействующая давления вальцов F_R на зерновку согласно [6] равна

$$F_R = \frac{EL}{4d_n \cos \alpha_1} \times$$

$$\times \sqrt{(d_n \cdot \cos \alpha_1 - b_3)^4 + D^4 (\alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1)^2}, \quad (5)$$

где E – модуль упругости, Н/м²,
то

$$q = \frac{\pi f (mg + F) n D}{60 \cos \alpha_1 b_3 v_3 L} + \frac{f E}{2} \times$$

$$\times \frac{\sqrt{(d_n \cdot \cos \alpha_1 - b_3)^4 + D^4 (\alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1)^2}}{d_n b_3 \cos \alpha_1} =$$

$$= \frac{f}{b_3 \cos \alpha_1} \left(\frac{\pi (mg + F) n D}{60 v_3 L} + \frac{E}{2} \times \right.$$

$$\left. \times \frac{\sqrt{(d_n \cdot \cos \alpha_1 - b_3)^4 + D^4 (\alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1)^2}}{d_n} \right). \quad (6)$$

При этом синусы и косинусы угла деформации зерновки α_1 , соответственно

$$\sin \alpha_1 = \sqrt{1 - \left(\frac{D + b_3}{D + d_n} \right)^2}; \quad (7)$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{D + b_3}{D + d_n}. \quad (8)$$

Анализ выражения (6) показывает, что энергозатраты на трение скольжения и деформацию, несмотря на упрощения, имеют весьма сложную зависимость прямопропорционально коэффициенту трения f , частоте вращения вальцов n , дополнительной внешней силе давления F , действующей на зерновку, модулю упругости зерновки E и обратнопропорциональны скорости зернового потока v_3 .

Для проверки адекватности полученных выражений была проведена их экспериментальная проверка на установке с гладкими вальцами.

Подача зерна в межвальцовое пространство осуществлялась не традиционно используемым способом,

т.е. самотеком из сужающегося к межвальцовому пространству бункера, а через симметрично установленную относительно межвальцового зазора вертикальную с прямоугольным поперечным сечением загрузочную шахту. Один из размеров вышеуказанного сечения загрузочной шахты равнялся длине вальцов, а второй – диаметру вальца. При этом поперечное сечение в нижней части шахты симметрично уменьшалось в направлении перпендикулярном осям вальцов от краев шахты к межвальцовому зазору. Шахта оборудована также сверху поршнем, обеспечивающим заданное давление на зерно, а снизу клапаном, принудительно открываемым для подачи зерна из шахты в межвальцовый зазор при эксперименте. Для электропривода плющилки использовался асинхронный двигатель с преобразователем частоты питающего напряжения. Эксперимент проводился в следующей последовательности. В загрузочную шахту под поршень загружалась определенная порция зерна, преобразователем частоты устанавливалась необходимая частота вращения вальцов. Затем открывался клапан для подачи зерна в межвальцовое пространство, при этом измерялась мощность, затрачиваемая на плющение и время с момента открытия клапана до окончания процесса плющения. При эксперименте изменялась частота вращения вальцов n , межвальцовый зазор b_3 , сила давления на поршень, соответственно, и на зерно F , а также ширина $b_{ш}$ в нижней части шахты в направлении, перпендикулярном осям вальцов.

Результаты проведенного эксперимента представлены на рис. 1...6.

Анализируя экспериментально полученные графические зависимости очевидно, что

– удельная производительность плющилки независимо от частоты вращения возрастает при увеличении силы давления на зерно F , а удельная энергоемкость процесса плющения при этом уменьшается (рис. 1...2);

– с уменьшением зазора между вальцами b_3 , удельная производительность плющилки падает и удельная энергоемкость процесса плющения возрастает (рис. 3);

– с увеличением ширины b , загрузочной шахты удельная производительность плющилки увеличивается до определенного значения, а затем остается практически постоянной, при этом удельная энергоемкость процесса плющения уменьшается пока увеличивается производительность плющилки, а потом возрастает (рис. 4, 6);

– удельная производительность вальцовой плющилки зерна имеет максимальную производительность при определенной частоте и практически при этой же частоте – минимальную энергоемкость процесса плющения (рис. 5).

Выводы

1. Полученные экспериментальные зависимости подтверждают правильность полученных ранее в работах [4, 6] аналитических выражений производительности и мощности вальцовой плющилки зерна.

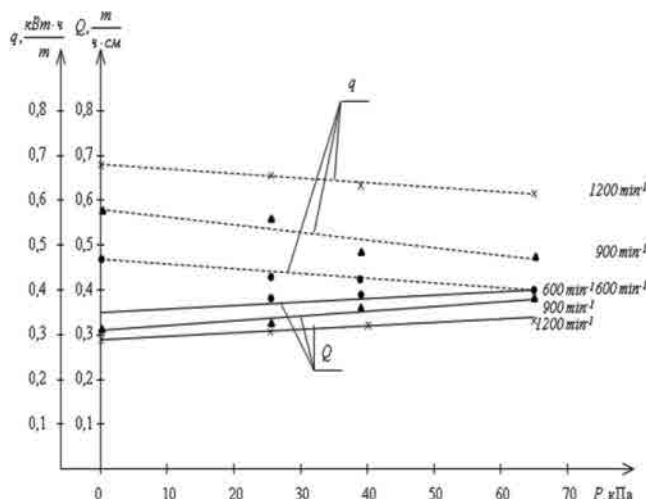


Рисунок 1. Графики изменения удельной производительности Q и энергоёмкости q плющилки для различных частот вращения валцов n при изменении давления P в загрузочной шахте ($b_3=2 \text{ мм}$, $b_{ш}=40 \text{ мм}$)

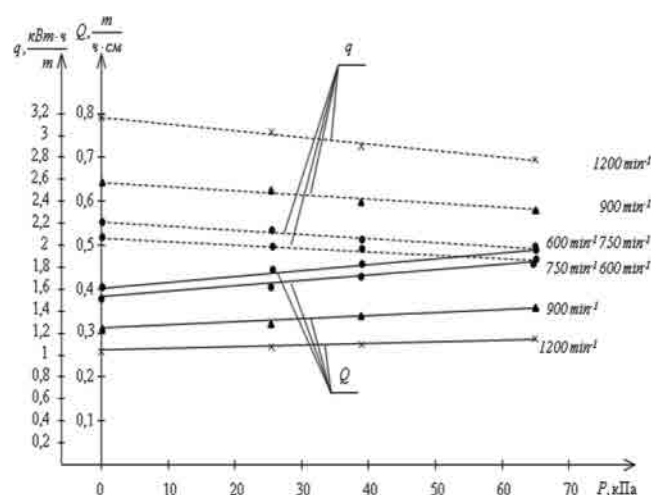


Рисунок 2. Графики изменения удельной производительности Q и энергоёмкости q плющилки для различных частот вращения валцов n при изменении давления P в загрузочной шахте ($b_3=1 \text{ мм}$, $b_{ш}=40 \text{ мм}$)

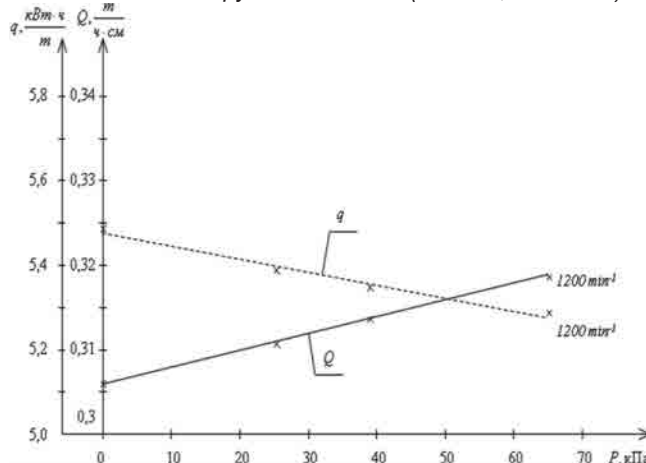


Рисунок 3. Графики изменения удельной производительности Q и энергоёмкости q плющилки для частоты вращения валцов $n=1200 \text{ min}^{-1}$ при изменении давления P в загрузочной шахте ($b_3=0,5 \text{ мм}$, $b_{ш}=40 \text{ мм}$)

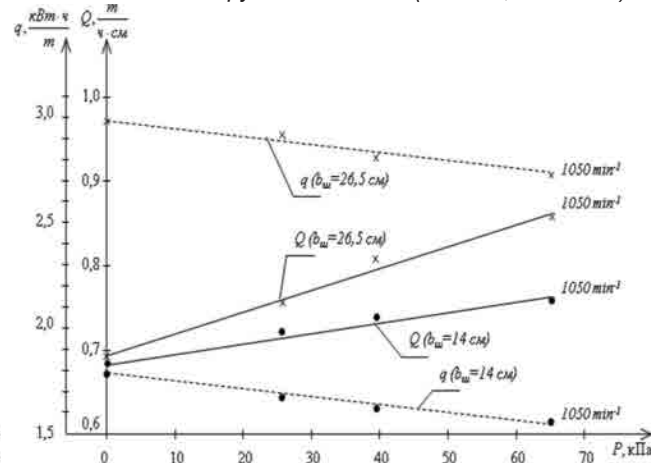


Рисунок 4. Графики изменения удельной производительности Q и энергоёмкости q плющилки для частоты вращения валцов $n=1050 \text{ min}^{-1}$ при изменении давления P и ширины $b_{ш}$ загрузочной шахты ($b_3=1 \text{ мм}$)

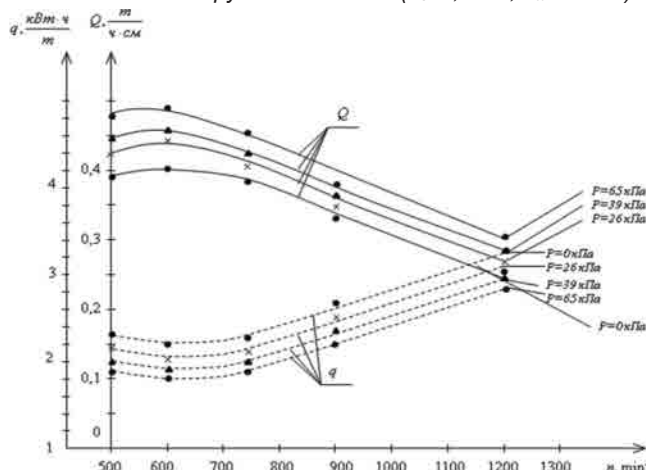


Рисунок 5. Графики изменения удельной производительности Q и энергоёмкости q вальцовой плющилки для различных давлений P в загрузочной шахте при изменении частоты вращения валцов n ($b_3=1 \text{ мм}$, $b_{ш}=40 \text{ мм}$)

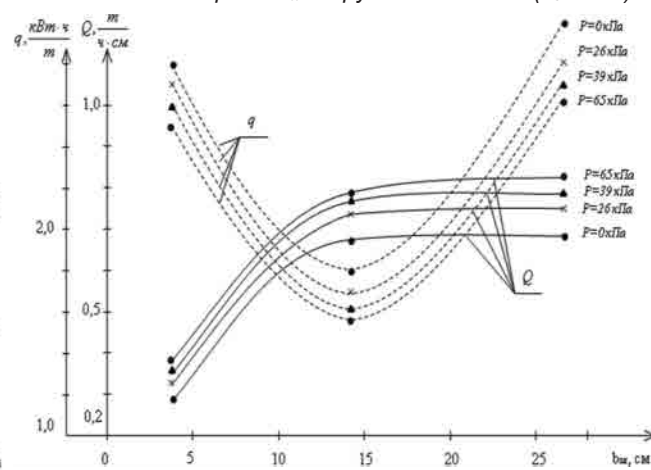


Рисунок 6. Графики изменения удельной производительности Q и энергоёмкости q плющилки для частоты вращения валцов $n=1050 \text{ min}^{-1}$ при изменении давления P и ширины $b_{ш}$ загрузочной шахты ($b_3=1 \text{ мм}$)

2. На производительность и мощность вальцовой плющилки значительное влияние оказывает сила давления на зерно, что подтверждается как теоретическими, так и экспериментальными исследованиями.

3. Экспериментальные исследования подтверждают также, что удельная энергоемкость процесса плющения зерна зависит от частоты вращения вальцов, имеет явно выраженный минимум в зависимости от частоты вращения, и этот минимум наиболее выражен при увеличении силы давления на зерно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, Н.А. Теоретические исследования производительности вальцовой плющилки / Н.А. Воробьев // Агропанорама. – 2008. – №2. – С. 45-48.

2. Дайнеко, В.А. К вопросу снижения энергоемкости процесса измельчения фуражного зерна / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова // Агропанорама. – 2008. – №1. – С. 35-40.

3. Одегов, В.А. Обоснование параметров и режимов работы плющилки влажного зерна: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.А. Одегов. – М.: РГБ, 2005. – 187 с.

4. Дайнеко, В.А. Теоретическое обоснование производительности вальцовой плющилки-измельчителя / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова // Агропанорама. – 2012. – №2. – С. 14-28.

5. Баранов, Л.Н. Повышение эффективности производства плющеного зерна путем совершенствования технологий и комплекса технических средств: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/ Л.Н. Баранов; Сев. Западн. научн.-исслед. ин-т механиз. и электриф. сельск. хоз-ва. – Санкт-Петербург – Павловск, 2005. – 18 с.

6. Дайнеко, В.А. Теоретическое обоснование мощности электропривода вальцовой плющилки / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова, Н.А. Воробьев // Агропанорама. – 2012. – №4. – С. 18-29.

УДК 504.53.062.4

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 3.12.2012

ОТХОДЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОУДОБРЕНИЙ

И.С. Мельниченко, магистрант, С.А. Хорева, докт. биол. наук, профессор (БНТУ);
С.Л. Максимова, канд. биол. наук (ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»)

Аннотация

Приведено описание проведенного эксперимента по анализу эффективности технологии вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства. Полученные результаты могут найти свое практическое применение при организации вермипроизводства на базе основного производства целлюлозно-бумажных предприятий Республики Беларусь.

The description of the experiment on the analysis of the effectiveness of vermicomposting technology for processing sewage of pulp-and-paper production has been carried out. The received results can find their practical application at the vermiproduction organization on the basis of the main production of the pulp-and-paper enterprises of the Republic of Belarus.

Введение

В Республике Беларусь уделяется большое внимание развитию целлюлозно-бумажной промышленности. В стране функционирует более 10 профильных предприятий, на которых производятся массовые и специальные виды бумаги и картона. К ведущим предприятиям отрасли в республике относятся: ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат», ОАО «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда», ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», ОАО «Бумажная фабрика «Красная Звезда», УП «Бумажная фабрика «Гознак», ОАО «Бумажная фабрика «Спартак», РПУП «Завод газетной бумаги» и другие. Однако функционирование целлюлозно-бумажной промышленности осложнено рядом эколо-

гических проблем, одна из которых связана с образованием многотоннажного отхода – осадка сточных вод, который складывается вблизи очистных сооружений, вывозится в карьеры, овраги, шламонакопители. Данный способ имеет естественные ограничения по общему объему складываемого осадка и предполагает изъятие из оборота больших участков ценных земельных угодий. Физические методы переработки осадков сточных вод связаны с выделением веществ, наиболее вредными из которых считаются оксиды серы, оксиды азота, оксиды углерода, хлористый водород, фтористый водород, тяжелые металлы в водорастворимой форме. Химические методы переработки осадков сточных вод несовершенны и в большинстве случаев повышают вредное воздействие этих отходов на окружающую среду.

Специфические свойства осадков сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности дают возможность перерабатывать их методом вермикомпостирования, что считается одним из приоритетных и инновационных научных направлений. Эта технология широко используется во многих странах с целью получения из органических отходов двух видов высокоценных хозяйственно полезных продуктов: органического удобрения (вермикомпоста или биогумуса) и белково-витаминной кормовой добавки из биомассы дождевых червей.

Вермикомпостирование стало развиваться в Республике Беларусь и в странах бывшего Советского Союза относительно недавно (с конца 80-х годов XX века), однако большинство научных исследований велось с точки зрения переработки отходов животноводства и пищевых отходов. Тем временем, одним из источников получения органических удобрений может стать осадок сточных вод картонно-бумажного производства.

Целью данной работы является изучение возможности применения метода вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства.

Основная часть

Вермитехнология – система организационно-технологических мероприятий по использованию вермикультуры – популяции дождевых компостных червей вместе с сопутствующими гетеротрофными организмами в конкретном органическом субстрате, а также обработке и применению биогумуса и биомассы червей в сельском хозяйстве. Вермитехнология представляет собой прогрессивное и перспективное направление сельскохозяйственного производства, так как позволяет повышать продуктивность, экологическую устойчивость и саморегулирующую способность агроэкосистем. Поэтому ее рассматривают как важный элемент альтернативного земледелия [1].

Самым популярным и широко распространенным видом дождевых червей, используемых для вермикомпостирования, являются черви вида *Eisenia foetida* (Savigny, 1826). Они играют ключевую роль в биотическом круговороте питательных веществ в почве. В биотическом круговороте почвенные микроорганизмы и растения закрепляют химические элементы почвы в своих клетках, а дождевые черви и другие почвенные беспозвоночные выводят эти элементы из органического вещества растений и микробной биомассы обратно в почву и обогащают ее азотом, фосфором и калием. Органика, проходя через кишечник люмбрицид, переваривается под действием энзимов и кишечной микрофлоры, разлагается до более простых соединений, структурируется; почвенные частички обогащаются гуминовыми кислотами, кальцием, магнием, фосфорной кислотой. Многие минеральные соединения переходят в доступные для растений формы. Дождевые черви выполняют оздоровительные и обеззараживающие функции, элиминируя патогенную почвенную микрофлору, поглощая и перерабатывая бактерии, водоросли, грибы и их споры, простейших и нематод.

Помимо этого, улучшается структура почвы и ее воднофизические свойства. Биогумус можно вносить в почву в любом количестве. При этом в нее попадают дождевые черви, микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, необходимые для ее нормального функционирования [2].

Важным этапом вермикомпостирования является подготовка субстрата. Она заключается в доведении органических отходов до влажности 75-78 % с последующей ферментацией и обеспечением перевода аммиачного азота в нитратные формы. Исходная смесь – субстрат для вермикомпостирования – должна иметь следующие параметры: влажность – 70-75 %, pH – 6,5-7,5, соотношение C:N = 20:1, содержание минеральных веществ – до 10 %, сырого протеина – не более 25 %, целлюлозосодержащих компонентов – не менее 25 % [3]. Усредненный химический состав скопа представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав скопа

Компоненты	Содержание, мг/кг
Азот общий	0,2-0,8
Фосфор	0,09-0,14
Целлюлоза	27,4-35
Лигнин	27,4-35
Кальций	1,3-2,68
Азот аммонийный	2,68-36,5
Углерод	44,8-46
CaO	250
K ₂ O	160
MgO	30
TiO ₂ , Na ₂ O, Fe ₂ O ₃	следы

Из таблицы видно, что в органической части скопа картонно-бумажного производства доминируют углерод, целлюлоза и лигнин, также содержится азот, фосфор, калий и микроэлементы. Наличие этих компонентов свидетельствует о возможности использования данного вида отходов в качестве органического удобрения. Однако на большинстве предприятий целлюлозно-бумажной промышленности осадки сточных вод подвергаются только одному виду обработки – обезвоживанию путем подсушки на иловых площадках. Осадки, не прошедшие полную обработку, загнивают и опасны в санитарно-эпидемиологическом отношении. Для применения таких осадков в качестве удобрений необходима дополнительная обработка их в условиях сельскохозяйственного производства [4]. Одним из перспективных и рациональных методов обработки данного вида отходов является вермикомпостирование.

Для анализа возможности применения метода вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства на базе лаборатории вермитехнологий Научно-практического центра по биоресурсам Национальной Академии наук Республики Беларусь был проведен эксперимент. На предприятии ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин» был получен обезвоженный осадок сточных вод основного производства (скоп). Эти отходы представляют собой плотный осадок шламовых стоков основного произ-

водства ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», который складывается в бетонном бункере, так как использование их в повторном технологическом цикле завода невозможно. Опыт проводился в четырех сериях. Скоп вносился в количестве 20 %, 40 %, 60 % (состав №1, № 2, № 3, соответственно) по отношению к наполнителям.

Контрольный образец (состав №4), в котором отсутствовал осадок сточных вод, должен был показать, как дождевые черви отреагируют на данный вид отходов по сравнению со средой, их не содержащей, в сравнительно отдаленный период. Тем самым представилась возможность определить различие морфологических, химических и биохимических показателей субстрата до и после вермикомпостирования.

Были определены виды наполнителей и их соотношения с обезвоженными осадками сточных вод. В качестве наполнителей использовались лошадиный навоз и почва. Свойства лошадиного навоза делают возможным использование его в качестве наполнителя при подготовке субстрата для вермикомпостирования. Лошадиный навоз состоит из воды (до 70 %), органических веществ (до 26,3 %), калия (0,94 %), фосфорной кислоты (0,14 %), азота (0,7 %), остальные минеральные вещества в его составе занимают около 3,7 %. Почва не загрязнена тяжелыми металлами, вредными органическими веществами, так как была отобрана в охраняемой зоне – Центральном ботаническом саду НАН Беларуси.

Влажность субстрата поддерживалась на уровне 65 - 70 %, pH среды – от 6,5 до 7,3, температура воздуха +18...+22 °С. За червление произвели на 6-е сутки после подготовки субстрата. Его выдержка на протяжении нескольких суток была необходима для придания однородности субстрату. Готовность биогумуса к использованию зависит от условий проведения вермикомпостирования (влажность, температура, величина агрегатов субстрата, pH, высота слоя субстрата и пр.). Длительность процесса вермикомпостирования составляет 2-7 месяцев. Так как описанный эксперимент проводился с соблюдением благоприятных условий для культуры дождевых навозных червей и почвенных микроорганизмов, через 120 дней был получен готовый продукт.

Анализ результатов эксперимента проводился на основании следующих критериев:

- химический состав полученного биогумуса;
- изменение величины агрегатов субстрата;
- адаптационные способности червей.

Анализ полученного биогумуса проводился в соответствии с ГОСТ 26712-94 [5] и показал, что его состав соответствует требованиям международного стандарта на биогумус. В результате оценки фракционного состава биогумуса выявлено: текстура субстрата значительно улучшена, он приобрел необходимую пористость и структурность. Каждые 20 дней проводились измерения величины агрегатов субстрата

путем просеивания через сита с различным диаметром ячеек. Результаты представлены на рис. 1.

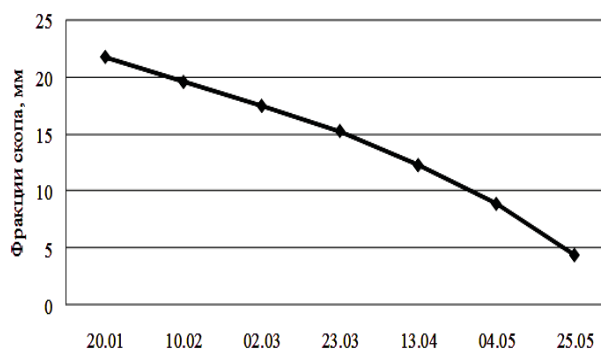


Рисунок 1. Изменение агрегатов субстрата по крупности в течение 120 дней

Из рис. 1 видно, что в начале опыта агрегаты субстрата характеризовались размером около 20 мм. В процессе переработки субстрата дождевыми червями его фракционный состав менялся. К завершению опыта полученный биогумус-сырец состоял из агрегатов величиной – 5-10 мм. После отделения дождевых червей от биогумуса он был успешно просеян через сито с диаметром ячеек 5 мм.

Адаптационные способности червей анализировались по следующим критериям: их биомасса, число поколений и качество потомства. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты анализа адаптационных способностей дождевых червей

Вариант субстрата	Прирост биомассы, г	Количество коконов	Количество ювенильных особей
Состав №1	9	22	12
Состав №2	19	24	14
Состав №3	22	30	18
Состав №4	13	19	12

Обнаружено, что черви лучше всего растут и размножаются в субстрате, состоящем на 60 % из скопа (табл. 2, состав № 3).

Закключение

Полученные результаты говорят о том, что целлюлозосодержащие осадки сточных вод являются питательной средой для дождевых червей и благоприятно сказываются на их росте, размножении и превращении ими данного вида отходов в биогумус. Это свидетельствует о возможности использования метода вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства с получением ценного органического удобрения – биогумуса. Однако следует учитывать, что состав осадков сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности индивидуален и зависит от технологии производства бумажной продукции. Поэтому для разработки рекомендаций по внедрению технологии вермикомпостирования на предприятиях данной отрасли промышленности Республики Беларусь необходимо продолжить проведение

экспериментов, используя осадки сточных вод других предприятий данной отрасли промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тиунов, А.В. Вермикомпост, вермикомпостирование и компостные черви: направление научных исследований в последнее десятилетие / А.В. Тиунов // Материалы II Международной конф. «Дождевые черви и плодородие почв». – Владимир, 2004. – С. 3-6.
2. Терещенко, Н.Н. Эколого-микробиологические аспекты вермикультивирования / Н. Н. Терещенко. – Новосибирск: Наука, 2003. – 113 с.

3. Янисов, Р. А. Совершенствование технологии производства вермикомпоста с разработкой и обоснованием оптимальных параметров устройства для формирования гряд и распределения подкормки: дис... канд. техн. наук / Р. А. Янисов. – Саратов, 2003. – 185 л.

4. Отходы целлюлозно-бумажной промышленности и утилизация их в земледелии: ч. I. / И.И. Лиштван [и др.] // Природопользование. – 2012, №21. – С. 229 – 235.

5. Удобрения органические. Общие правила к методам анализа: ГОСТ 26712. – 1994. – Введ. 01.01.1996. – М: Межгос. стандарт, 1994. – 64 с.

УДК 633.2:620.95

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 10.01.2012

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМАССЫ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

Т.В. Кулаковская, докт. с.-х. наук, профессор (БГЭУ)

Аннотация

Развитие многофункционального сельского хозяйства в Европе способствовало появлению новых научных направлений, исследующих вопросы производства кормов, продуктов питания и биомассы для энергетики в целях сохранения биоразнообразия и рационального использования природных ресурсов. Климатические изменения и высокая стоимость ископаемого топлива способствовали развитию производства биомассы на энергетические цели. Влияние видового состава травостоя, интенсивности использования и силосования на производство биогаза и биотоплива исследованы в полевых и лабораторных экспериментах.

Development of multifunctional agriculture in Europe contributed to the emergence of new scientific fields, exploring the issues of production of feed, food and biomass for energy in order to protect biodiversity and natural resources. Climatic change and the high cost of fossil fuels contributed to the development of production of biomass for energy purposes. The influence of the species composition of vegetation, intensity of use and silage production of biogas and biofuels were investigated in field and laboratory experiments.

Введение

Активный процесс роста народонаселения, сокращение разведанных запасов первичных энергетических ресурсов и отсутствие стабильности в ценовой политике, а также состояние окружающей природной среды в свете климатических изменений определили новые пути получения и использования энергетических ресурсов при снижении негативного воздействия на биосферу. В этой ситуации большое значение приобретает использование нетрадиционных энергетических источников, и в частности, выращивание биомассы для получения биогаза, твердого и жидкого топлива. Производство растительных ресурсов на сельскохозяйственных землях и последующее использование на энергетические цели требует определенных финансовых затрат и приводит к измене-

нию структуры посевных площадей в секторе сельскохозяйственного производства. В настоящее время на сельскохозяйственных землях Европы существует конкуренция между производством сельскохозяйственной продукции и биомассы на энергетические цели, так как использование пахотных земель ограничено существующей структурой земельных угодий. Это вызывает необходимость привлечения новых земель, и в частности, лугопастбищных угодий, которые играют ключевую роль с точки зрения сельскохозяйственного производства и экологических аспектов в Европе. В странах Европейского Союза лугопастбищные угодья занимают общую площадь в 69 млн га, что составляет 36 % всех сельскохозяйственных земель. Согласно расчетам, теоретический потенциал этих территорий для производства энергетических культур составляет от 9 до 15 млн га [1, 2].

Производство биоэнергетических культур актуально и перспективно, но при этом оно не должно конкурировать с другими культурами. Для этого требуется решить следующие задачи: оптимизировать производство и использование биомассы для установления баланса между потребностями в энергетических ресурсах и возможностями сельскохозяйственного производства; повысить эколого-экономическую эффективность производства энергоресурсов из биомассы при снижении негативного воздействия на окружающую природную среду согласно принципам рационального природопользования.

В данной статье сделано обобщение результатов научно-практических исследований и проектов за последние 5 лет в области производства и использования биомассы на энергетические цели. Все проанализированные материалы изданы в книгах статей и тезисов под руководством Европейской Федерации Лугопастбищного Хозяйства Европы и были представлены на разных научных форумах, участником которых была автор статьи.

Основная часть

Теоретические аспекты производства и использования биомассы на энергетические цели

В настоящее время сформирован основной видовой состав растений, используемых на энергетические цели. Существует 2 группы культур, которые уже исторически относят к первому и второму поколениям растений, используемых для производства агропеллила. Сельскохозяйственные культуры первой группы выращиваются в чистом виде на плодородных пахотных почвах. Они способны производить биоэтанол из крахмала или сахара зерна кукурузы, пшеницы, ячменя, тритикале, сахарного тростника, сахарной свеклы или используются для производства биодизеля (экстрагирование масла из семян рапса и сои, а также пальмовое масло). Ко второй группе растений относятся виды с высоким содержанием целлюлозы и лигнина, которые используются для получения агропеллила. В эту группу входят однолетние и многолетние культуры, кукурузный силос и травы, относящиеся к группе C4 (мискантус, просо), а также быстро отрастающие при интенсивном использовании и нетребовательные к плодородию почвы, различные виды тополя и ивы. К ним также относятся высокопродуктивные многолетние травы, произрастающие на культурных лугопастбищных угодьях, и многолетние растения с естественных лугов и пастбищ из различных хозяйственно-ботанических групп (злаковые – двукосточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea* Rausch.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.), райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.) и высокий (*Arrhenatherum elatius* L.), овсяница тростниковидная (*Festuca arundinacea* (Hack.) Tzvel.), луговая (*Festuca pratensis* Huds.) и красная (*Festuca rubra* L.), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.), экзотический вид растений – мискантус (*Miscanthus* spp.); бобовые –

различные виды люцерны (*Medicago* L.), козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.); естественные травостои – различные виды высокорослого разнотравья, трищетинник (*Trisetum* Pers.), белоус (*Nardus* L.) [1-4]. Лугопастбищные растения используются на энергетические цели, как в чистом виде, так и в травосмесях.

В последнее время большое внимание уделяется производству и использованию интенсивно развивающихся древесных растений (разные виды тополя и ивы), выращиваемых для получения энергетических ресурсов на сельскохозяйственных землях. Опубликованы результаты исследований по выращиванию этих видов для получения энергетических ресурсов на землях, подверженных радиоактивному загрязнению, где практически нельзя производить сельскохозяйственную продукцию. В этом случае конкурентные отношения между растениями нивелируются, а получение экономического эффекта гарантировано.

Пути и возможности трансформации биомассы лугопастбищных угодий в биотопливо

В настоящее время существуют два основных направления в использовании биомассы с лугопастбищных угодий для энергетических целей: анаэробная ферментация (производство биогаза) и термальная обработка (сжигание сена). Однако и в первом и во втором случае имеют место недостатки и преимущества. Процесс сжигания сена осложняет высокое содержание минеральных веществ, и особенно накопление золы, которая вызывает ряд проблем. Травы содержат большое количество сырого азота, серы, хлора, калия, которые осложняют процесс сжигания (задержка массы в реакторе и коррозия металла) и могут способствовать образованию оксидов азота (парниковый газ). Данные технологические недостатки нивелируются более ранним периодом скашивания травостоя, при котором содержание этих элементов уменьшается. Анаэробная ферментация биомассы растений, используемых для производства биогаза, может проходить с осложнениями в результате высокого содержания лигнина, который увеличивает время присутствия биомассы в реакторе. В этом случае необходимо учитывать, что биомасса растений, полученная при экстенсивной системе ведения лугопастбищного хозяйства, характеризуется высоким содержанием лигнина, так как растения скашиваются в период цветения. Следовательно, необходима новая концепция развития производства биомассы для энергетических целей с использованием инновационных решений и разработкой последующих перспектив. Предложения ученых Германии, которые сформулированы в 2008 году, носят инновационный характер. Исследователи предложили использовать процесс механического обезвоживания (прессование сырой массы) до процесса анаэробного разложения, что способствует повышению качества исходного растительного сырья (силос). Исследователи разработали принципиально новую схему получения интегрированного биогаза и твердого

го топлива на основе биомассы сельскохозяйственных растений (табл. 1).

Таблица 1. Схема производства биогаза и твердого топлива из биомассы [3, 4]

Биомасса (силос)	
Механическое обезвоживание (прессование)	
Жидкая фракция	Твердая фракция
Производство биогаза (брожение)	Сушка
СНР	Твердое топливо
Электричество, тепло	

Согласно предложенной схеме, после процесса обезвоживания травяные брикеты пригодны для термической обработки, а жидкость, выделенная в процессе прессования, используется для производства биогаза. При более детальном изучении вышеуказанной схемы обнаружили специфические особенности, которые необходимо учитывать в последующих технологических процессах. При прямом сжигании биомассы растений с обильным содержанием разнотравья возникают проблемы из-за большого содержания минеральных веществ. Механическое обезвоживание биомассы значительно повышает качество производимой продукции, так как уменьшается содержание воды и снижается содержание золы. В результате образуется субстанция твердого топлива с улучшенными качествами для сжигания. Более того, предотвращаются повреждения от коррозии, которые возникают при избытке хлора и калия. Уменьшение азота в брикетах способствует сокращению выброса оксидов азота в результате сжигания, что способствует снижению эмиссии парниковых газов в целом. Энергия, сконцентрированная в брикетах, соответствует необходимым требованиям и может быть использована также для электрификации процесса при получении биогаза.

Жидкая фракция содержит компоненты, которые легко подвергаются ферментации, и продуцирует количество биогаза от 450 до 500 литров СН₄ на кг органической сухой массы [3]. При дегидратации кукуруза и травяной силос подвергаются ферментации на 90 % и этот процесс занимает период не более недели. Результаты свидетельствуют о значительном воздействии данного технического решения на получение желаемого результата, и подтверждают возможность использования растительных сообществ, произрастающих на лугопастбищных угодьях, в качестве возобновляемых энергетических ресурсов.

Развернутые научные исследования экспериментальных травостоев, включающих от одного до 60 видов растений (злаковые, бобовые, высокорослое и низкорослое разнотравье), были проведены в Германии с целью определения их теплотворной способности и ценности (количество тепла, выделенного в процессе сжигания), а также определения валового выхода энергии [3, 4]. В процессе исследований установили, что видовое разнообразие растений позитивно воздействует на валовой выход (сбор) энергии, диапазон колебаний которого составляет 56-116-152 ГДж на га

в год в зависимости от количественного состава травостоя и хозяйственно-ботанической группы растений. Видовое обилие не оказывает влияния на повышение теплотворной способности, однако бобовые культуры играют важную роль в увеличении этого показателя и валового сбора энергии. Состав травостоя оказывает положительное влияние на теплотворное качество топлива (16,3- 19,2 МДж на кг сухой массы) при уменьшении дозы внесения азота. Содержание золы было достаточно высоким и в различных травостоях составляло 53-220 г на кг сухой массы. Зола является физическим остатком после сжигания, который негативно коррелирует с уровнем теплотворной ценности. В исследуемых травостоях отмечен повышенный уровень азота (источник эмиссии NO_x), содержание которого колебалось от 9 до 38 г на кг сухой массы. Необходимо отметить, что высокий уровень золы и азота требуют специальной обработки топлива для улучшения горючих качеств и повышения процесса горения.

Производство биогаза и сбор метана на лугопастбищных угодьях определяют различные факторы: фенологическая фаза растений и их видовой состав, интенсивность использования травостоя и система управления, способ и метод консервирования (использование инокулянтов). В этой ситуации необходимо определить влияние вышеуказанных факторов и тщательно изучить процессы для оптимизации производства биогаза из биомассы.

При характеристике производства биогаза используют разные показатели: производство биогаза в м³, кг или л на единицу произведенного урожая сухой массы, или использованных удобрений.

В условиях проведения первого укоса на зеленую массу были получены результаты (табл. 2), подтверждающие воздействие видового состава травостоя на производство метана.

Таблица 2. Сбор метана в зависимости от видового состава травостоя [1]

Растение (первый укос, зеленая масса)	Сбор метана 1Н 1 кг-1 оТМ
<i>Festuca arundinacea</i> (Hack.) Tzvel.	329
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	338
<i>Phleum pratense</i> L.	366
<i>Dactylis glomerata</i> L.	366
<i>Lolium perenne</i> L.	398
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	401
<i>Festuca rubra</i> L.	456

Максимальные показатели производства метана обеспечили райграс пастбищный, овсяница луговая и овсяница красная, а минимум определили – овсяница тростниковая и лисохвост луговой, при равных значениях у растений тимopheевки луговой и ежи сборной.

Учеными Латвии проведены исследования производства биогаза из растений козлятника восточного и травосмесей (ежа сборной, райграс пастбищный, овсяница луговая) с участием данного вида. Козлятник восточный многолетнее (более 30 лет), высокопродуктивное растение с высокой азотфиксирующей

способностью (200–450 кг с га). Смесь биомассы различных травостоев с органическими удобрениями (навоз КРС) в соотношении 75 % : 25 % обеспечила выход биогаза 628 м³ на кг сухой массы, при содержании метана 61,2 % [3,4].

В процессе исследований установили, что увеличение содержания сырой клетчатки сдерживает потенциал максимального производства биогаза. Содержание сырой клетчатки определяют содержание гемицеллюлозы и лигнина, но эти вещества с трудом подвергаются биоразложению в анаэробных условиях. В связи с этим необходимо проводить исследования биомассы на предмет содержания клетчатки, гемицеллюлозы и лигнина. В условиях Северо-Запада России (южная Карелия) проведены исследования растительных образцов (фаза начала цветения), принадлежащих к разным семействам и группам (бобовые, злаковые, разнотравье) и произрастающих на культурном сенокосе и естественном пастбище. В биомассе определяли: содержания нейтрально-детергентной клетчатки (NDF), кислотно-детергентной клетчатки (ADF) и кислотно-детергентного лигнина (ADL). Аналитическая работа выполнена в университете г. Дебрецен (Венгрия) с использованием метода NIRS (Near infrared spectroscopy). Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Фракционный состав клетчатки в различных травах, г/кг [1]

Растение	NDF г/кг	ADF г/кг	ADL г/кг
Злаковые			
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	572	320	20
<i>Poa pratensis</i> L.	568	308	12
<i>Dactylis glomerata</i> L.	572	330	27
<i>Phalaroides arundinacea</i> Rausch.	583	288	29
<i>Phleum pratense</i> L.	680	352	16
Бобовые			
<i>Trifolium pratense</i> L.	344	262	25
<i>Trifolium hybridum</i> L.	249	199	15
<i>Trifolium repens</i> L.	313	230	7
<i>Galega orientalis</i> Lam.	423	292	24
Разнотравье			
<i>Achillea millefolium</i> L.	348	267	17
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	171	149	6
<i>Urtica dioica</i> L.	270	209	24

Диапазон колебаний содержания нейтрально-детергентной клетчатки, кислотно-детергентной клетчатки и кислотно-детергентного лигнина в растениях характеризуется широкой амплитудой вариативности в пределах семейства и при сравнении разных хозяйственно-ботанических групп, что подтверждает существование видовой специфики. Результаты проведенных исследований подтверждают разные потенциальные возможности биомассы разных видов растений для производства биогаза.

Данные сравнительных опытов по определению режима использования травостоя на процесс образования биогаза подтвердили, что при проведении трех-

четырех скашиваний травостоя было получено от 2746 до 3459 м³/га метана, а в условиях экстенсивного использования от 649 до 1108 м³/га метана. В экспериментах установлено, что по мере созревания растений сокращается эмиссия метана. Так, в период вегетации уровень метана составлял 221–362 л N kg⁻¹ VS, а в фазу цветения 171–153 л N kg⁻¹ VS [3]. Результаты исследований по производству биогаза в процессе силосования, при воздействии различных культур инокулянтов (*L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. brevis*, *L. Buchnerie*, *P. Pentasaceus*,) свидетельствовали о различной степени их воздействия на производство метана. В эксперименте определили экономическую целесообразность использования вышеуказанных инокулянтов для приготовления качественного силоса и создания благоприятных условий для процесса анаэробного разложения и получения биогаза [4].

Практическая реализация производства и использования биомассы на энергетические цели

Теоретические аспекты и практическая реализация различных гипотез в виде проведения поисковых научно-исследовательских работ по вопросам производства биомассы на энергетические цели способствовали разработке и проведению широкомасштабных проектов в данной области.

Научно-практический опыт Швеции. С 2003 года в Швеции развивается демонстрационный Европейский проект внутри 5 структурной программы AGROPTI-gas для производства растений, продуцирующих биогаз. Согласно плану собрано 14 000 тонн сепарированных органических отходов производства с 14 000 ферм (домашних хозяйств), 4 000 тонн сточных осадков и 5 000 тонн продукции биомассы с лугопастбищных угодий, производимых на основе контрактов в фермерских хозяйствах. Вся собранная масса подвергается брожению для производства биогаза, который в последующем используется для получения электричества, тепла и транспортного топлива. Суммарное количество произведенного газа эквивалентно 23 000 МВт электричества и 2 300 000 литров горючего топлива [1].

В Шведском университете сельскохозяйственных наук разработана и функционирует научная программа MicroDrive, которая развивает новое направление для устойчивого производства биоэтанола и биогаза на основе биомассы. Традиционно биоэтанол производится из таких культур, как сахарный тростник, сахарная свекла, пшеница и кукуруза. Существует возможность производить биоэтанол из биомассы, содержащей высокий уровень целлюлозы (солома и древесина). Однако биомасса растений с высоким уровнем содержания целлюлозы должна пройти предварительную обработку кислотой или ферментами до процесса дрожжевой ферментации для получения экономически обоснованного количества этанола.

Научно-практический опыт Германии. Развитие процесса производства биотоплива наиболее активно и прогрессивно происходит в Германии. С 2004 года в Германии форсируется развитие направлений в поиске и использовании различных видов растений и

растительного сырья для увеличения получения биогаза, электрической и тепловой энергии. Согласно прогнозам, к 2030 году приблизительно 3 млн га общей площади сельскохозяйственных земель будет производить биомассу на энергетические цели, что в потенциале составит около 25 % площади [3].

С учетом этого разрабатываются общая стратегия в стране и научно-практические программы по изучению существующего биоразнообразия с целью привлечения новых культур для производства биоэнергии. Немецкое федеральное агентство охраны природы German Federal Agency for Nature Conservation взяло на себя обязательства по развитию научного проекта «Стандарты по охране природы при производстве биомассы». Последние разработки ученых Германии находятся в области создания интегрированной системы (IFBB – Integrated generation of solid Fuel and Biogas from Biomass) производства топлива и биогаза из растительных ресурсов при использовании экстенсивной системы на лугопастбищных угодьях в целях сохранения биоразнообразия. Эта концепция практически реализуется в многочисленных исследованиях на различных уровнях: фермы, локальном, региональном. Ученые разработали стратегию предотвращения потери лугопастбищных угодий, используемых для животноводства и производства продуктов питания, а также сохранение биоразнообразия в результате происходящего увеличения производства биомассы на энергетические цели. Данная стратегия включает разработку и решение следующих задач и основных направлений:

1. Определить научно-практические инструменты качественного использования сельскохозяйственных земель в связи с изменением их структуры для многоцелевого использования, чтобы приостановить процесс интенсификации на лугопастбищных угодьях и предотвратить их превращение в пахотные земли.

2. Сохранить баланс между количеством животных и их потребностями в корме, производством продуктов питания и выращиванием необходимого количества биомассы на энергетические цели в соответствии с рациональной структурой землепользования.

3. Разработать действенные инструменты введения и использования региональных, национальных и международных стандартов сертификации при производстве биомассы с обязательным включением экологических аспектов биоразнообразия и баланса парниковых газов.

4. Финансировать научные программы и проекты по проведению сравнительной оценки различных систем хозяйствования (интенсивная, экстенсивная, органическая) в соответствии с балансом парниковых газов и производством биомассы для энергетических целей в целях ослабления воздействия климатических изменений на состояние биосферы.

Заключение

Будущее использования разных систем управления в сельском хозяйстве должно быть основано на

уменьшении энергетических потребностей и затрат. Исследования должны базироваться на разработке балансов между стоимостью энергетических ресурсов и эмиссией парниковых газов (CO_2 , CH_4 , N_2O) при использовании разных систем производства сельскохозяйственной продукции. Необходимо проведение экспериментов в различных агроклиматических условиях, которые должны включать комплексные исследования процессов усвоения и эмиссии углерода растениями и почвой (в контексте парниковых газов) на протяжении всего жизненного цикла с учетом вертикальной и горизонтальной миграции. Совершенствование процесса интеграции разных систем земледелия и управления на пахотных землях и лугопастбищных угодьях сокращает расход энергетических ресурсов и соответствует принципам рационального природопользования.

В Республике Беларусь существуют условия для реализации проектов по выращиванию биомассы в энергетических целях на землях, где отсутствует производство сельскохозяйственной продукции. Практически весь спектр вышеуказанных энергетических растений произрастает на территории страны. Использование биомассы в сочетании с органическими отходами и сточными осадками в целях получения биогаза, а также адаптация схемы производства биогаза и твердого топлива из биомассы являются актуальными для разных регионов Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Biodiversity and Animal Feed Future Challenges for Grassland Production. Proceeding of the 22 th General Meeting of the European Grassland Federation Uppsala, Sweden 9-12 June, 2008, Edited by A. Hopkins, T.Gustafsson, J.Bertilsson, G. Dalin, N. Nilsdotter-Linde, E. Sporndly SLU Repro Uppsala, vol.13, 2008. – 1032 p.

2. Biodiversity and Animal Feed Future Challenges for Grassland Production Book of abstracts of the 22 th General Meeting of the European Grassland Federation Uppsala, Sweden 9-12 June, 2008, Edited by A. Hopkins, T.Gustafsson, J.Bertilsson, G. Dalin, N. Nilsdotter-Linde, E. Sporndly, 2008. – 201 p.

3. Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Proceeding of the 16th Symposium of the European Grassland Federation Gumpenstein, Austria August 29th - August 31st 2011, Edited by Erich M.Pötsch, Bernhard Krautzer, Alan Hopkins, Walling Ennstaller Druckerei und Verlag Ges.m.b.H.Grobming vol.16, 2011. – 632 p.

4. Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Book of Abstracts of the 16th Symposium of the European Grassland Federation Gumpenstein, Austria August 29th - August 31st 2011, Edited by Erich M.Pötsch, Bernhard Krautzer, Alan Hopkins, Walling Ennstaller Druckerei und Verlag Ges.m.b.H.Grobming, 2011. – 123 p.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ ИНДЕКСОВ ЦЕН ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТОВАРОВ ЛЬНЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Л.Е. Сошников, канд. физ.-мат. наук (БГАТУ)

Аннотация

Проведено моделирование уровней временного ряда индексов цен производителей товаров льняной промышленности 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.

The modeling of time series levels of Producer Price Indices (PPI) for flax goods in 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 series have been detected. The forecasted values of the PPI have been received by 2011.

Введение

Периодические колебания макроэкономических показателей наблюдаются при рассмотрении достаточно длительного временного интервала. Это касается и такого показателя, как индекс цен. Индекс цен является одним из важнейших макроэкономических показателей, который широко используется при анализе состояния экономики. 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 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 наибольший 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 исследуются динамические ряды индексов цен производителей товаров льняной промышленности Республики Беларусь в достаточно большом временном интервале с января 2003 года по декабрь 2010 года, а также получены прогнозные значения ИЦП 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 ИЦП выполнены на основе оперативных статистических данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [1] в период с января 2003 года по декабрь 2010 года. Вычисления проводились с использованием пакета STATISTICA 8.0 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, в том числе расчет значений сезонной составляющей S (Seasonal Factors), устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выравненных данных $T \cdot E$ (Adjusted Series), расчет значений трендовой компоненты T , вычисление полученных модельных значений $T \cdot S$ (Smoothed Series), расчет значений случайной компоненты E .

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 перцептрон MLP (multilayer perceptron), преимущественно используемые в задачах прогнозирования и классификации. По результатам моделирования отбирались нейросети с модельными данными, имеющими наименьшие отклонения от исходных данных.

На рис. 1, 2 представлены результаты моделирования динамических временных рядов уровней ИЦП товаров льняной промышленности Республики Беларусь при помощи эконометрической мультипликативной модели.

ИЦП товаров льняной промышленности характеризуется резкими колебаниями в 2009 – 2010 годах в пределах 15 %. Применительно к данным по индексам цен производителей товаров на основании вышеприведенных исследований можно сделать вывод о появлении с 2008 года возрастающей тенденции уровней цен производителей товаров (рис. 1).

Изучаемый показатель подвержен циклическим колебаниям. Эти колебания носят сезонный характер, поскольку экономическая деятельность предприятий, производящих товары легкой промышленности, связанные с сельскохозяйственным производством, зависят от времени года (рис. 2).

Кривая уровней индексов цен показывает резкие скачки цен, из которых самые значительные приходятся на 2009 и 2010 гг. Индекс цен производителей относится к группе опережающих индикаторов потребительской инфляции в силу того, что производители увеличивающиеся затраты на обслуживание и сырье перекладывают на потребителя.

Изменение цен или базисные индексы цен производителей товаров льняной промышленности по отношению к декабрю 2002 года, а также результаты моделирования при помощи эконометрической модели и нейросетевого моделирования представлены на рис. 3.

Базисные индексы или изменение цен производителей товаров по отношению к декабрю 2002 г. показы-

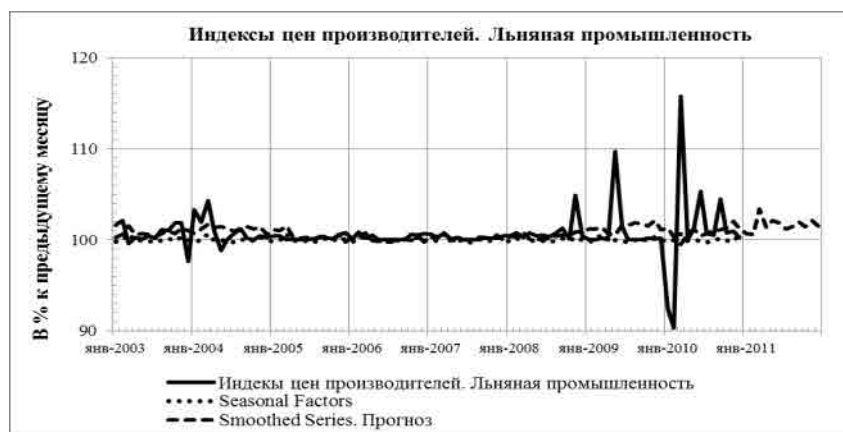


Рисунок 1. Индексы цен производителей товаров льняной промышленности Беларуси: сплошная линия – статистические данные; пунктирная – сезонные изменения; штриховая – прогнозные значения



Рисунок 2. Сезонная составляющая временного ряда уровней индексов цен производителей товаров льняной промышленности РБ

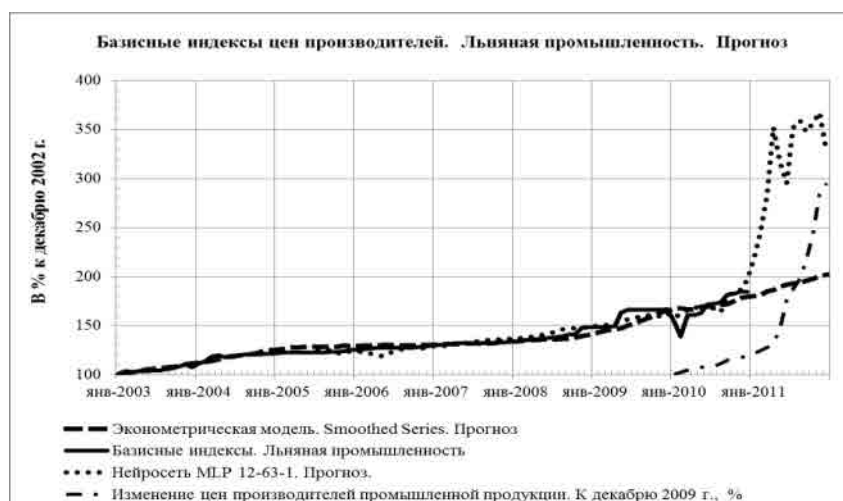


Рисунок 3. Изменение цен или базисные индексы цен производителей товаров льняной промышленности

вают возрастающую тенденцию или увеличение цен на продукцию льняной промышленности. Прогнозные значения уровней временного ряда, полученные из мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием, продолжают возрастающую тенденцию.

Прогнозные значения уровней, полученные из мультипликативной модели с экспоненциальным сглаживанием и с применением нейросети с архитектурой многослойный персептрон MLP 12-63-1. Для сравнения приведены оперативные данные [3] по изменению цен производителей промышленной продукции в Республике Беларусь за 2010 – 2011 гг.

Модельные значения, полученные из расчетов с применением нейросетевых технологий, показывают резкий рост цен производителей товаров льняной промышленности в 2011 году и более приближаются к фактическим данным (рис. 3). Резкий рост цен производителей в 2011 году в рамках использованной эконометрической модели не прогнозировался, по-видимому, вследствие ограниченных возможностей модели, обычно применяемой в условиях стабильно развивающейся экономики.

Заключение

Динамический ряд уровней индексов цен производителей товаров льняной промышленности Рес-

публики Беларусь показывает сезонную составляющую, что связано с сезонными поставками сырьевой компоненты. Моделирование динамического ряда уровней индексов базисных цен производителей при помощи нейросетевых технологий оказывается более адекватным по сравнению с результатами моделирования при помощи мультипликативной модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный стат. комитет Респ. 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 общ. ред. И.И. Елисеевой. – 2-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 576 с.
3. Национальный стат. комитет Респ. Беларусь. Оперативные данные [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/main1.php>. – Дата доступа: 25.01.2012.

УДК 631.14:637.1

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.12.2012

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОГО ПОДКОМПЛЕКСА

А.В. Самута, аспирант (БГАТУ)

Аннотация

В статье проанализирован опыт передовых стран в области обеспечения конкурентоспособности молочной отрасли. Предложены пути и направления развития молочной отрасли Республики Беларусь с учетом опыта передовых стран.

The experience of advanced countries in the field of competitiveness of the dairy industry has been analyzed in the article. The ways and directions of the development of the dairy industry of the Republic of Belarus have been offered.

Введение

Производство и переработка молока в Республике Беларусь является одной из основных и значимых отраслей народного хозяйства.

В настоящее время развитие молочной отрасли в стране регламентировано Республиканской программой развития молочной отрасли на 2010-2015 гг. Непосредственное отношение к отрасли имеет также Республиканская программа по племенному делу в животноводстве, рассчитанная на 2011-2015 гг.

Тем не менее, конкурентоспособность отечественной молочной индустрии ниже уровня ведущих стран. Поэтому использование зарубежного опыта является одним из инструментов повышения эффективности отечественного молочного подкомплекса.

Основная часть

Мировая индустрия по производству и переработке молока характеризуется следующими отличительными чертами:

1. Укрупнение производства, вертикальная интеграция производства, развитое фермерство.

В Новой Зеландии пользуются популярностью фермерские кооперативы. Крупнейший из кооперативов – «Fonterra». Владельцы компании – около 11 тыс. новозеландских фермеров. Вся страна разбита на округа, от каждого из которых выбирается один представитель. В свою очередь 35 советников, избранных фермерами, образуют совет акционеров, контролирующий директоров компании.

«Fonterra» является крупнейшим экспортером молочных продуктов в мире, ее доля в структуре мирового экспорта молока – свыше 30 %. Объем поставок – 2,31 млн т. «Fonterra» насчитывает 15 600 сотрудников. Самыми крупными рынками сбыта для компании являются США, Япония и страны Азии. Всего экспорт осуществляется в 140 государств. «Fonterra» имеет отделения в Австралии, Филиппинах, Индонезии, Шри-Ланке. Кроме того, компания контролирует ряд крупных производителей и переработчиков молока в Малайзии, Вьетнаме, на Ближнем Востоке [1].

Кроме «Fonterra», в Новой Зеландии продолжают работать два независимых кооператива. На их долю приходится 5 % рынка.

В Австралии фермерские кооперативы контролируют около 40 % производства молока. При этом на долю крупнейшего из них – «Murray Goulburn» приходится целых 33 %. Кроме кооперативов, производством и переработкой занимаются австралийские публичные и частные компании – «Warrnambool Cheese and Butter Factory», «Bega Cheese Limited», «Tatura Milk Industries», «Regal Cream» и «Burra Foods». Австралийская молочная индустрия объединена в рамках компании «Dairy Australia». Ее специализация – инновации, инвестиции и маркетинг. «Dairy Australia» сформирована в 2003 году как общество с ограниченной ответственностью со штатом – 6 тысяч участников. Компания занимается разработками в области животноводства, переработки молока, экологически чистого производства, проводит исследования рынка, результатами которых снабжает своих участников, обеспечивает им маркетинговую поддержку как внутри страны, так и за ее пределами.

В США также действуют фермерские кооперативы, крупнейшим из которых является «Dairy Farmers of America» (DFA). Он объединяет 16 000 хозяйств, производящих молоко в 48 штатах. Среди них и мелкие фермы, например, как у секты эмишей, на 50 голов, и огромные комплексы на 3 тыс. коров. Задача DFA – обеспечить стабильную переработку и сбыт продукции участников. Принадлежащая кооперативу компания «Global Dairy Products Group» владеет 21 перерабатывающим заводом и не только продает продукты под собственными брендами, но и осуществляет производство под заказ из молока членов кооператива. В 2010 году DFA реализовал более 28,5 млн т молока.

Если DFA объединяет именно фермеров-молочников, то другой кооператив «Land O'Lakes», являясь самым крупным в США (более 300 тыс. производителей, 3 200 переработчиков), занимается широким спектром сельскохозяйственной продукции. Объемы реализации молока через «Land O'Lakes» составляют около 5,5 млн т. На долю DFA и «Land O'Lakes» приходится 39 % от общего производства молока в США. Кроме того, в молочной индустрии США представлены крупные пищевые корпорации.

Германия является крупнейшим производителем молока и молочных продуктов в Евросоюзе. В отличие от Новой Зеландии, Австралии и США, производство

и переработка здесь фрагментированы. На рынке оперируют около 100 компаний. Из них – 8 производят около 1 млн и более т молока в год каждая.

В 2010 году было объявлено о слиянии двух крупнейших немецких производителей и переработчиков молока. «NordMilch» и «Humana MilchIndustrie» решили объединиться, чтобы выжить на мировом рынке. «NordMilch» и «Humana MilchIndustrie» вместе произвели 7,1 млн т молока, что составляет 28 % от общего количества, произведенного 25 крупнейшими молочными компаниями Германии. Совокупная выручка будущих участников DMK составила 4,8 млрд евро. Сегодня DMK экспортирует молочные продукты в 80 стран и, судя по всему, намерена увеличить свое присутствие на мировом рынке. В 2011 году компания запустила совместное предприятие с датско-шведской компанией «Arla Foods», которая также является одним из крупнейших переработчиков молока [2].

Особенность молочного скотоводства состоит в том, что продукция этой отрасли подлежит немедленной промышленной переработке и должна соответствовать определенным качественным критериям. Заинтересованность сельскохозяйственных предприятий находится в прямой зависимости с эффективной работой перерабатывающей промышленности и выпуском продукции переработки высокого качества. В то же время производственно-экономическая деятельность перерабатывающей промышленности находится в тесной зависимости от качества сельскохозяйственного сырья и ритмичности ее поставок. Таким образом, предприятия молочной промышленности также заинтересованы в эффективной работе производителей молока.

Эта особенность стала главной предпосылкой вертикальной интеграции сельскохозяйственных предприятий – производителей, переработчиков и торговых предприятий, реализующих конечную продукцию.

Главное преимущество вертикальной интеграции – равномерное распределение доходов по цепочке создания добавленной стоимости. На сегодняшний день прибыль в сельском хозяйстве Республики Беларусь распределяется следующим образом:

- прибыль производителя – 10-15 %;
- прибыль переработчика – 40 %;
- прибыль торговых структур – 45-50 % [3].

Структура затрат и дохода от сельского хозяйства страны следующая: на производство затрачивается 80 % затрат, а на переработку и реализацию – 20 %; доход же распределяется обратно пропорционально: 20 % непосредственно производителю, 80 % – переработчикам и реализаторам продукции.

Безусловно, продолжение процесса создания вертикально-интегрированных агропромышленных структур способно значительно уменьшить вышеуказанную диспропорцию.

Общие особенности вертикальной агропромышленной интеграции следующие:

- эволюционность;
- выделение предприятия интегратора;

- комплексность участников;
 - концентрация специализированных технологически-взаимосвязанных производительных сил;
 - поэтапное участие субъектов в организации и обслуживании производства, а также реализации конечного продукта;
 - организационно-технологическое единство;
 - приоритет общих интересов над частными.
- Мотивы субъектов вертикальной интеграции отражены в табл. 1.

Таблица 1. Группировка мотивов вертикальной агропромышленной интеграции

Мотивы участия субъектов в создании вертикально-интегрированных организаций	
Сельскохозяйственные организации	Перерабатывающие, торговые предприятия
Максимизация прибыли	
Обеспечение сбыта продукции	Обеспечение стабильной сырьевой базы
Желание приблизиться к конечному потребителю	Повышение качества используемого сырья
Совершенствование агросервисного обслуживания	Повышение уровня загрузки производственных мощностей
Сведение риска ведения с/х производства	Обеспечение ритмичной работы
Финансовое оздоровление	Оптимизация системы взаиморасчетов
Необходимость развития социальной инфраструктуры	Диверсификация бизнеса

Социально-экономическая значимость интеграции предприятий АПК состоит в следующем:

- создаются условия для обеспечения населения качественными продуктами питания по ценам сравнительно более низким, чем цены конкурентов;
- эффективно используются действующие рабочие места и создаются предпосылки для организации новых рабочих мест;
- труд в вертикально-интеграционных формированиях и на предприятиях аграрного сектора в целом становится мотивированным и привлекательным;
- своевременная оплата труда и ее приближение к уровню других отраслей народного хозяйства являются факторами роста уровня и качества жизни работников.

В 21 стране мира, где производство молока составляет 55 % мирового, кооперативы производителей продают 86 % общего его объема. Особенно велика доля переработки молока кооперативами в Северной Европе (Скандинавии, Нидерландах, Германии, Ирландии) и Новой Зеландии. В Новой Зеландии и Швеции на долю кооперативов приходится 100 % переработанного молока.

В странах Западной Европы происходит быстрый процесс укрупнения молочной промышленности. По данным Международной молочной федерации, число предприятий молочной промышленности за последние 10 лет уменьшилось на 30 %. Например, в Дании и Шве-

ции наиболее крупные молочные предприятия «MD Food» и «Alia» контролируют около 70 % национальных поставок молока. На восемь крупнейших компаний США приходится более 50 % сыроваренной продукции, около 30 % цельномолочной и т.д. Во Франции концерн BSN-Gervais Danone вырабатывает более 1/3 сыра в стране. Кооператив «Нормандский молочный союз» вместе с компанией PREVAL производят более 20 % сливочного масла. В Японии три крупнейшие фирмы закупают у сельхозпроизводителей более 60 % молока.

Мировой опыт свидетельствует о том, что установление взаимовыгодных интеграционных связей сельскохозяйственных предприятий с другими субъектами рыночных отношений в агропромышленном комплексе позволяет существенно повысить их экономическую устойчивость.

В Беларуси процесс создания кооперационно-интеграционных структур на базе хозяйств агропромышленного комплекса ведется с 2000 года. Можно выделить несколько организаций, действующих на основе интеграции: агрокомбинаты «Дзержинский» и «Снов», совхоз-комбинат «Заря», ОАО «Гроднохлебпродукт».

ОАО «Гроднохлебпродукт», в состав которого входят 12 предприятий, производит мукомольно-крупяную продукцию, заготавливает и хранит зерно, выращивает животных и птицу, производит молоко,

птицу, занимается реализацией продукции через торговую и розничные сети. Агрокомбинат «Мачулищи» создан на основе 12 хозяйств, закрепленных за Национальным Банком Республики Беларусь.

На данный момент в стране существуют более 45 агрохолдингов, экономическая эффективность которых значительно выше обычных организаций. Они производят 18 % всей сельскохозяйственной продукции. Каждый гектар земли холдинговых агроструктур работает в 3 раза эффективнее, чем в обычном объединении. Такая организация также имеет большую прибыль за счет стратегии полного цикла, т.е. «производство-переработка-продажа».

В настоящее время в стране уже имеются несколько проектов создания вертикально-интегрированных объединений. Процессы интеграции протекают на КУП «Городской молочный завод №1» и ОАО «Бабушкина Крынка». Интеграционные процессы происходят также в Гомельской и Брестской областях. В частности, в Брестской области укрупнение молочной промышленности возможно за счет слияния ОАО «Савушкин Продукт» и ОАО «Березовский сыродельный комбинат».

Малые хозяйства играют важную роль в сельхозпроизводстве любой страны. На западе, чтобы выйти на рынок, фермеры используют одну из наиболее развитых форм вертикальной интеграции – контрактацию. Это система, по которой потребитель, а

именно: переработчики, торговые сети, рестораны заказывают у производителя определенную продукцию и гарантируют ее закупку. В странах с высоко-развитым агробизнесом контрактация является связующим звеном между производителями и потребителями сельхозпродукции, так как более эффективно-го способа сбыта просто нет [4].

2. Государственное регулирование процесса производства.

Одна из главных ролей в развитии сельского хозяйства, и в частности, молочного подкомплекса, отводится в зарубежных странах государственному регулированию доходов фермеров, структуры сельскохозяйственного производства, аграрного рынка, формирования социальной структуры села, межотраслевых и межхозяйственных отношений с целью создания стабильных экономических, правовых и социальных условий для сельского хозяйства.

В настоящее время в США вложение государственных средств в развитие аграрного производства в расчете на единицу продукции на 30 % больше, чем в других странах мира. Во Франции около 3/4 бюджетных расходов идет на социальные нужды села и поддержку цен на сельскохозяйственную продукцию. В США осуществляются крупные государственные заказы на закупку молока, а также реализуются специальные программы продовольственной помощи населению с низкими доходами.

Государственная поддержка сельского хозяйства и переработки осуществляется и на основе регулирования импортного потока продовольственных товаров. Все восточно-европейские страны организовали защиту своего рынка продовольствия.

Государственное регулирование сельскохозяйственного производства в странах с развитой экономикой осуществляется по следующим направлениям:

- защита окружающей среды, пользование земельными ресурсами;
- регулирование производственной и непроизводственной инфраструктуры социального назначения;
- поддержка доходов товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции на уровне, обеспечивающем расширенное воспроизводство, в том числе установление дотации на приоритетные виды продукции.

В условиях рыночных отношений одним из важнейших направлений государственного регулирования является бюджетная поддержка сельского хозяйства. К примеру, в США бюджетные субсидии включают:

- прямые: выплаты фермерам и перерабатывающим предприятиям на единицу площади, голову скота; возмещение затрат на хранение продукции, компенсационные платежи по программам снижения поголовья;
- косвенные: через оплату расходов на научные исследования, страхование посевов, расходы на транспортировку при госзакупках, компенсация части расходов на строительство мостов, дорог в сельской местности [5].

Имеются и иные субсидии, выражающиеся в налоговых скидках, отсрочках платежей по кредитам, списании долгов государству, льготных и беспроцентных кредитах и т. д.

Большую роль в финансировании сельскохозяйственного производства играет кредитование. В развитых странах фермерская кредитная задолженность составляет 80-90 % годового валового дохода. В ЕС лишь 25 % фермерских хозяйств обходятся без банковских кредитов, 40 % хозяйств находятся в полной зависимости от привлечения заемных средств. В странах ЕС имеется практика, когда государство выплачивает за предприятие часть инвестиционного проекта. В Европейском Союзе сельскохозяйственные корпоративные банки предоставляют свои услуги фермерам на льготных условиях. Значительные средства фермеры получают от ипотечных банков под залог недвижимости. Процент на кредит в ипотечных банках составляет 4,5-6,5 %.

3. Интенсивное направление развития скотоводства, отлаженная система поступления в переработку качественного сырья, практически безотходное производство.

В странах с интенсивным направлением скотоводства (Европа, Северная и Центральная Америка) за последние 20 лет снизилось поголовье крупного рогатого скота, в том числе коров, значительно сократилось число молочных ферм, но при этом продуктивность животных увеличивалась. Это связано с продолжающимся процессом интенсификации молочного скотоводства, включающим качественное кормление скота, создание высокопродуктивных пород, повышение эффективности селекционно-племенной работы. Развитие молочной промышленности во многих странах идет по пути концентрации и специализации производства.

Молочный подкомплекс США охватывает всю технологическую цепочку по производству молока, сливков и других продуктов: пастеризацию, гомогенизацию, упаковку, маркировку и распределение продукции по потребителям. Компании США занимают ведущие позиции в производстве питьевого молока и жидких молочных продуктов, а также в выработке некоторых видов сыров. Шесть молочных предприятий США входят в двадчатку крупнейших в мире. Доминирующее положение в переработке молока занимают сбытовые кооперативы. Оптимальная мощность современного молочного регионального кооператива в США составляет 100-150 тыс. тонн в год.

Особое внимание перерабатывающими предприятиями уделяется качеству поступающего сырья. Для поступления качественного молоко-сырья от производителя зарубежные переработчики молока зачастую используют систему доплат.

Большинство фермеров молочного кооператива «Nameenlinnan Osuusmeijeri» получают дополнительную оплату за литр поставленного молока. Эта дополнительная оплата в 2010 году производилась в двух взносах: 2 цента весной и 1,7 цента осенью.

Расчетная цена на молоко, заплаченная «Granagolo», включает цену за молоко по тарифной ставке, доплаты по жиру и белку (в 2010 г.: 2,48 €/100 кг стандартного молока), доплаты за качество (1,15 €) и количество молока (3,45 €). Основная цена определяется каждый квартал года.

Цена на молоко, которую платит «FrieslandCampina» (Нидерланды) фермерам включает гарантируемую цену и премию за работу. Гарантируемая цена оплачивается ежемесячно и основана на взвешенном среднем значении цен на молоко в Германии, в некоторых голландских компаниях, в Arla Foods (Дания) и в Milcobel (Бельгия). На 2010 г. расчетная гарантируемая цена за молоко стандартных параметров составляла 30,98 €/100 кг.

Цена на молоко, оплаченная компанией «Sodiaal» (Франция), включает премию планирования. Фермеры компании могут сказать заранее, сколько молока они ожидают получить и поставить на переработку. Когда заключительная поставка отличается от запланированного количества меньше чем на 2 %, молочный фермер получает премию «планирования» – 5 €/1000 литров. Если отличие на уровне между 2 % и 5 %, молочный фермер получает премию «планирования» – 3 €/1000 литров. Если отличие на уровне между 5 % и 10 % молочный фермер получает премию «планирования» – 2 €/1000 литров [6].

Качество персонала – также неотъемлемая составляющая успешного ведения деятельности. Как отмечают отечественные ученые, перерабатывающим предприятиям необходимо иметь своих специалистов по качеству молока, которые будут заниматься проведением аудита поставщиков, выявлением и решением проблем качества молока.

Особое внимание уделяется в развитых странах процессу автоматизации производства и переработки молока, особенно это касается производителей продукции.

Следует также отметить, что развитая система брендинга также способствует получению конкурентных преимуществ в области реализации молочной продукции.

Заключение

Подводя итог под всем изложенным, можно выделить несколько путей развития отечественной молочной индустрии, используя зарубежный опыт передовых стран:

1. Дальнейшее создание вертикально-интегрированных агропромышленных структур – агрохолдингов.

Создание таких структур в Республике Беларусь возможно как на основе объединения вокруг крупных предприятий, так и на основе слияния вокруг организации, которая занимается маркетинговой деятельностью, инновациями и инвестициями. В первом случае, в стране можно выделить несколько перспективных предприятий интеграторов

– ОАО «Савушкин Продукт», ОАО «Бабушкина Крынка», ОАО «ГМЗ №1». Во втором, случае интеграторами в стране могут выступать научно-исследовательские институты. Идеальным интегратором в условиях нашей республики, по мнению автора, мог бы стать РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

2. В настоящее время за рубежом широко применяется сильная государственная поддержка фермеров на начальном этапе. Кроме того, льготные кредиты сельскохозяйственным организациям выдаются на производство конечного вида продукции (в данном случае молока либо молокопродуктов), а не на составляющие производственного процесса (ГСМ, корма и т.д.), что позволяет в наиболее полной мере контролировать качественное использование выданного кредита.

По мнению автора, в настоящий период, применение двух указанных выше инструментов вполне уместно на территории Республики Беларусь.

3. Использование гибкой системы доплат за качественное молоко-сырье. Доплаты должны осуществляться не только за жир, но и белок. Необходимо стимулирование производителя, с целью получения большего количества молока сорта «Экстра».

4. Совершенствование процесса производства и переработки молока, использование переработчиками специалистов по качеству молока, развитие системы брендинга на отечественных молокоперерабатывающих предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелешня, А.В. Концептуальные подходы по выработке стратегии развития молочной отрасли Республики Беларусь до 2020 года / А.В. Мелешня, М.Л. Климова // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. научн. трудов / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; под общ. ред. А.В. Мелешни. – Минск, 2011. – С. 22.
2. Повелители молочных рек [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://agriculture.by>. – Дата доступа: 07.04.2012.
3. Вертикальная интеграция в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://rshb.ru/press>. – Дата доступа: 05.04.2012.
4. За агрохолдингами будущее [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://agrobeltarus.by>. – Дата доступа: 09.04.2012.
5. Современное сельское хозяйство / Л.В. Грачева [и др.] // Экономика и управление в зарубежных странах. – 2012, № 7. – С. 43-44.
6. Мелешня, А.В. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятий молочной промышленности Минсельхозпрода Респ. Беларусь / А.В. Мелешня, М.Л. Климова, И.Н. Скакун / РУП «Институт мясо-молочной промышленности». – 2011. – С. 19-22.

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

В.М. Синельников, канд. эконом. наук (БГАТУ)

Аннотация

В статье обосновываются направления совершенствования производственной структуры сельскохозяйственных организаций, приводятся количественные параметры, способствующие повышению интенсификации использования сельскохозяйственных угодий в Беларуси.

The ways of improving the production structure of agricultural organizations, the quantitative parameters contributing to the improvement of the intensification of farm land in Belarus are explained in the article.

Введение

Учитывая народнохозяйственную и внутрихозяйственную потребность в растениеводческом сырье, а также неоднозначность и противоречивость в оценке эффективности возделываемых культур, появляется необходимость в оптимизации структуры посевных площадей по критерию максимума прибыли от производства продукции при минимальных затратах труда и средств на единицу продукции. Обоснованная таким образом структура посевов сельскохозяйственных культур должна явиться основой для разработки и введения рациональных севооборотов. Что касается концентрации посевов капиталоемких и трудоемких культур (пропашные, некоторые виды технических), то их размеры суммарно и по отдельности культурам должны быть оптимальными. В противном случае резко снижается эффективность каждой из них в отдельности и земледелия в целом.

Основная часть

Внедрение рациональных параметров посевной площади отдельных культур возможно лишь на основе балансовой увязки развития земледелия и животноводства. При этом определяющим выступает земледелие с его достигнутым уровнем интенсивности и размерами площадей сельскохозяйственных угодий. Здесь необходим учет всех факторов, оказывающих влияние на структуру посевов и объемы производства продукции растениеводства и животноводства: уровень планируемой урожайности возделываемых культур; объемы и каналы реализации продукции земледелия; воспроизводство семенного материала; специализация в животноводстве с обоснованным типом кормления сельскохозяйственных животных; структура лугопастбищных угодий и их продуктивность; побочные виды кормов собственного производства и их поступление от других отраслей народного хозяйства.

Разработка и применение рациональной структуры посевов должны базироваться на широком использовании травосеяния как важнейшего источника создания

прочной кормовой базы, основного поставщика органического вещества в почву. Поэтому травянистую часть посевных площадей с учетом имеющихся возможностей следует насыщать до предела многолетними бобовыми травами, в первую очередь клевером. С учетом вышесказанного, можно рекомендовать следующие параметры по оптимизации структуры сельскохозяйственных угодий Беларуси: стабилизировать посевные площади зерновых и зернобобовых культур в сельскохозяйственных организациях на уровне 2,3–2,5 млн га, обеспечив при этом посевные площади кукурузы, высеваемой на зерно, на уровне 150–200 тыс. га, зернобобовых культур – 150–180 тыс. га; оптимизировать структуру посевов многолетних трав, в том числе многолетних бобовых культур, до 400 тыс. га, зернобобовых – до 180 тыс. га, бобово-злаковых травосмесей – до 320 тыс. га; сохранить посевную площадь кукурузы на силос – 630–650 тыс. га, в южной и центральной частях республики перейти на сев среднеспелых, а в северной части – скороспелых гибридов кукурузы и обеспечить производство силоса в объеме – 14500 тыс. тонн; увеличить посевы однолетних культур, в том числе поукосных, пожнивных и других промежуточных посевов до 400 тыс. га [1].

Обязательным условием совершенствования производственной структуры субъектов хозяйствования должно являться повышение продуктивности лугопастбищных угодий. Оценка их состояния позволяет сделать вывод, что все затраты как овеществленного, так и живого труда здесь сводятся в основном к уборке урожая. Огромные площади лугов и пастбищ в республике оказались бесхозными, на них в должной степени не проводится обработка, они не удобряются, полностью не выкашиваются, а потому зарастают сорной растительностью, кустарниками и мелкоколесем, на них нельзя эффективно использовать технику. В республике ведется мониторинг за использованием лугопастбищных угодий, однако этого не достаточно. Необходимо на государственном уровне провести инвентаризацию лугов и пастбищ и приступить к осуществлению их поверхностного и коренного улучшения. Промедление с реше-

нием данной проблемы с каждым годом дорого обходится государству и всему обществу. В то же время лугопастбищные угодья выступают важным источником производства полноценных и самых дешевых травянистых кормов, что подтверждает практика передовых хозяйств. Дополнительные вложения в интенсификацию лугопастбищных угодий (на проведение коренного и поверхностного их улучшения) обеспечивают высокую окупаемость вкладываемых средств, соответственно повышают их продуктивность при сравнительно низкой себестоимости производимой продукции.

Фактическое наличие естественных сенокосов и пастбищ и их продуктивность оказывает существенное влияние на формирование кормовой базы, структуры посевов, и это следует учитывать при определении кормовой площади в переводе на пашню по следующей формуле:

$$C = \frac{U_c \cdot K \cdot C_c + U_n \cdot C_n}{U_{з.м.}},$$

где C – площадь условной пашни, равноценная производству продукции с естественных кормовых угодий, га;

U_c – плановая или фактическая урожайность сенокосов (берется в зависимости от цели определения влияния наличия сенокосов и их продуктивности на структуру посевных площадей и производство продукции земледелия и животноводства в фактическом периоде или на перспективу), ц/га;

K – коэффициент перевода сена в зеленую массу (как правило, равен 4);

C_c – фактическая площадь сенокосов, га;

U_n – плановая или фактическая урожайность пастбищ, ц/га;

C_n – фактическая площадь пастбищ, га;

$U_{з.м.}$ – плановая или фактическая урожайность трав (зеленая масса) на пашне, ц/га.

При наличии 500 га естественных сенокосов и 700 га пастбищ и планировании получения с 1 га соответственно 40 ц сена и 160 ц зеленой массы, 260 ц/га зеленой массы трав на пашни, получим площадь условной пашни – 738,5 га ($C = (40 \text{ ц/га} \cdot 500 \text{ га} + 160 \text{ ц/га} \cdot 700 \text{ га}) / 260 \text{ ц/га}$). Предельное количество естественных сенокосов и пастбищ, равное 738,5 га условной пашни, обеспечивает в данном примере 192000 ц зеленой массы.

Следует отметить, что в наибольшем количестве естественными сенокосами и пастбищами обеспечены сельскохозяйственные предприятия Брестской, Витебской и Гомельской областей, имеющих соответственно 69,0; 69,1 и 64,2 га на 100 га пашни, что значительно больше среднереспубликанского значения – 56,2 га, тогда как Гродненская, Минская и Могилевская области имеют соответственно, 47,1; 41,6 и 53,4 га. В Беларуси 60 районов имеют более высокое значение по сравнению со среднереспубликанским по наличию естественных сенокосов и пастбищ и 58 районов – более низкое значение. В шести районах республики на 100 га пашни приходится более 100 га лугопастбищных угодий естественного происхождения. К ним относятся: в Брестской области – Ганцевичский, Дроги-

чинский и Столинский, в Гомельской – Житковичский, в Могилевской – Глусский и Краснопольский районы.

Наличие естественных сенокосов и пастбищ, и их продуктивность следует учитывать при планировании структуры посевных площадей и производстве продукции земледелия и животноводства.

В 2010 г. продуктивность сельскохозяйственных угодий Беларуси оценивалась – 34,5 ц.к.ед. с 1 га, в 2011 г. – 39,6 ц.к.ед. До 2015 г. ее предстоит увеличить, как минимум, до 40 ц.к.ед. с перспективой увеличения в последующем до 50-60 ц.к.ед. с гектара [2]. Для этого безотлагательно требуется принять срочные меры по качественному улучшению сельскохозяйственных угодий: довести внесение органических удобрений до 55,7 млн. тонн в год (до 12 тонн на гектар пашни); обеспечить внесение минеральных удобрений до 1931 тыс. тонн действующего вещества, в том числе азотных – до 767 тыс. тонн, фосфорных – до 316 тыс. тонн, калийных – до 848 тыс. тонн (не менее 270 кг действующего вещества на гектар сельскохозяйственных угодий и 330 кг на гектар пашни); при внесении минеральных удобрений учитывать биологические потребности отдельных групп растений и использовать преимущественно только комплексные NPK-удобрения как наиболее эффективные и экономически оправданные; проводить ежегодное известкование сельскохозяйственных земель на площади не менее 474 тыс. га с внесением 2,2 млн тонн доломитовой муки; осуществлять противоэрозионные мероприятия на землях, подверженных водной и ветровой эрозии, на площади – 2453 тыс. га.

Для повышения эффективности работы сельскохозяйственных предприятий предлагаются следующие направления совершенствования производственной структуры и специализации субъектов хозяйствования в зависимости от наличия и качества земельных ресурсов и включающие: приведение затрат на производство сельскохозяйственного сырья к нормативному уровню; повышение продуктивности отраслей сельского хозяйства; развитие материальной базы и технико-технологическое переоснащение агропромышленного производства; установление приоритета экономических показателей, характеризующих доходность производства, рентабельность продаж товаров, продукции, работ, услуг, окупаемость инвестиций, что позволит создать эффективный механизм оценки результатов хозяйствования, ориентирующий организации АПК на укрепление экономики, способствующий наращиванию производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия на основе использования наиболее экономически выгодных организационных, технических и технологических подходов.

В целях приведения затрат на производство сельскохозяйственного сырья и продовольствия к нормативному уровню, предусматривается: реализовать научно обоснованные схемы размещения по регионам республики экономически целесообразных видов производства сельскохозяйственной продукции для удовлетворения внутреннего и внешних рынков; сформировать целевые региональные системы земледелия, обеспечивающие снижение уровня удельных затрат на производство продукции и повышение экономической

отдачи земли; внедрить интенсивные системы кормопроизводства, обеспечивающие получение сбалансированных по элементам питания кормов; реализовать ресурсосберегающие технологические процессы в земледелии и животноводстве на основе использования новейших технических средств; обеспечить строгое исполнение технологических регламентов производства продукции растениеводства и животноводства с установлением мер ответственности юридических лиц за их нарушение [3].

Таким образом, наши исследования по оптимизации структуры посевных площадей указывают на целесообразность сохранения удельного веса зерновых культур на уровне 2011-2012 гг. – 53-55% в общей структуре сельскохозяйственных угодий и доведение к 2015 г. площади под многолетними травами до 0,85-1,0 млн. га, или их увеличение в 1,3-1,5 раза, при этом 90% их структуры должны составлять бобовые и их смеси, что позволит наиболее полно удовлетворить потребность животноводческих отраслей в белке, на восполнение недостатка которого до настоящего времени приходится тратить валютные средства.

Заключение

Исследования показывают, что совершенствование производственной структуры субъектов хозяйствования должно начинаться с внедрения экономически обоснованной и максимально оптимизированной, с точки зрения получаемой выгоды, структуры посевов сельскохозяйственных культур, учитывающей различные факторы, основными из которых являются: качественная характеристика земельных угодий; наличие в достаточном количестве необходимых средств производства и трудовых ресурсов; необходимость обеспечения дешевой кормовой базой имеющих отрасли животноводства и другие.

Обязательным условием при проведении структурных изменений в деятельности сельскохозяйственных организаций должно стать соблюдение технологии производства продукции, учитывающей особенности, характерные для конкретного предприятия.

Только в этом случае можно достигнуть прогнозных показателей работы АПК, предусмотренных Государственной программой устойчивого развития села на 2011-2015 годы, а именно: обеспечение роста продукции сельского хозяйства на 139-145%; достижение показателя экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия на уровне – 7,2 млрд. долларов США; доведение объемов производства зерна до 12 млн. тонн при урожайности – 43 ц/га и выше, молока – 10,7 год, сахарной свеклы – 5,5 млн тонн при урожайности млн. тонн при удое – 6,3 тыс. кг молока на корову в – 530 ц/га, реализации птицы (в живом весе) – 2 млн тонн и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валько, В.П. Агроэкологические особенности интенсивного земледелия / В.П. Валько, В.М. Синельников // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. научных трудов; под ред. Ю.А. Мажайского [и др.]. – Рязань: ФГБОУ ВПО «Рязанский гос. агротехнолог. ун-т им. П.А. Костычева», 2012. – Вып. 5. – С. 290–295.
2. Показатели кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств / Г.И. Кузнецов [и др.]; под общ. ред. Г.И. Кузнецова. – Минск: Изд-во УП «Проектный институт Белгипрозем», 2010. – 126 с.
3. Синельников, В.М. Действенный резерв дальнейшего развития АПК в условиях рыночной экономики / В.М. Синельников // Агропанорама. – 2012, № 4. – С. 37-39.

Радиоволновой влагомер зерна

Предназначен для непрерывного измерения влажности зерна в процессе сушки на зерносушильных комплексах.



Основные технические данные

Диапазон измерения влажности зерна Основная абсолютная погрешность Температура контролируемого материала Цена деления младшего разряда блока индикации Напряжение питания Потребляемая мощность	от 9 до 25% не более 0,5% от +5 до +65°C 0,1% 220 В 50Гц 30ВА
--	--

Влагомер обеспечивает непрерывный контроль влажности зерна в потоке и автоматическую коррекцию результатов измерения при изменении температуры материала, имеет аналоговый выход 4-20 мА, а также интерфейс RS-485.

НЕПРЕРЫВНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПЕРСОНАЛА В КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУРАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Г.В. Веренич, И.И. Якушев, ст. преподаватели (БГАТУ)

Аннотация

В статье излагаются актуальные вопросы непрерывного образования руководителей и специалистов в корпоративных структурах агропромышленного комплекса. Непрерывное образование – это развитие человека как личности на протяжении его жизненного пути. Очевидно, что резервом непрерывности образования личности выступает самообразование. Непрерывное образование руководителей, специалистов в корпоративных структурах агропромышленного комплекса позволит повысить эффективность системы управления персоналом в отраслях агропромышленного комплекса.

Topical issues of continuous education of managers and professionals in corporate structures of agro-industrial complex are stated in the article. Continuous education is a development of a person as individuality throughout his course of life. It is obvious that self-education of the personality acts as a reserve of a continuity of education. Continuous education of managers, professionals in corporate structures of agrarian and industrial complex will allow increasing the effectiveness of the system of human resource management in branches of agro-industrial complex.

Введение

В агропромышленном комплексе, а также в других отраслях национальной экономики Республики Беларусь продолжается процесс преобразования государственных предприятий в акционерные общества, концерны, холдинги, интегрированные группы и другие корпоративные формирования. Для этих вновь создающихся корпоративных структур характерно отсутствие методологических и методических наработок разрешения возникающих противоречий между собственниками и субъектами управления, а также несбалансированность их интересов с потребностями персонала, что ограничивает эффективность производства и приток инвестиций в хозяйственный оборот. На современном этапе все более значимой становится проблема эффективного использования человеческого потенциала как одного из факторов обеспечения устойчивой экономической деятельности. Наиболее пристальное внимание уделяется социальному аспекту управления. Это предполагает, прежде всего, целенаправленную деятельность по управлению персоналом, главной целью которой является создание трудового коллектива, который наилучшим образом способствовал бы совмещению своих интересов с целями и приоритетами развития организации. В этой связи возрастает роль непрерывного образования и вузовской науки в инновационном развитии агропромышленного комплекса (АПК).

Цель данной работы – обосновать необходимость и разработать модель непрерывного образования руководителей, специалистов в корпоративных структурах АПК, что позволит повысить эффективность системы управления персоналом в отраслях агропромышленного комплекса.

Достижение этой цели обеспечит повышение отдачи от уже работающих сотрудников на основе их непрерывного обучения, без привлечения новых работников и адаптирования их для эффективной дальнейшей работы персонала в корпоративных структурах агропромышленного комплекса. В связи с этим субъекты хозяйствования агропромышленного комплекса смогут минимизировать затраты на подготовку персонала и как следствие – повысить его конкурентоспособность и эффективность. Это, в свою очередь, повысит инновационную активность предприятий АПК, функционирующих в рамках интегрированных корпоративных структур, их платежеспособность, эффективность производства и инвестиционную привлекательность.

Основная часть

Процесс непрерывного образования обусловлен требованиями к личностным качествам руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций, что связано с изменениями в структуре органов управления персоналом корпоративной структуры агропромышленного комплекса, в функциях и полномочиях руководителей, развитием рыночных отношений, преобразованием форм собственности, с необходимостью обеспечения условий для нормального развития корпоративной структуры АПК.

Если коротко говорить о сути непрерывного образования, то это – развитие человека как личности на протяжении его жизненного пути. Пожизненное образование представляет собой целый комплекс потребностей личности, стремление которой к постоянному познанию себя и окружающего мира становится ее

ценностью. Очевидно, что резервом непрерывности образования личности выступает самообразование.

В Республике Беларусь проблеме непрерывного образования уделяется много внимания. Согласно п. 1.6 ч. 1 ст. 2 Кодекса Республики Беларусь об Образовании, одним из принципов государственной политики в сфере образования в нашей стране является интеграция в мировое образовательное пространство при сохранении и развитии традиций системы образования. Согласно п. 2.8 ч. 2 ст. 2, одним из основных направлений государственной политики в сфере образования является обеспечение преемственности и непрерывности всех уровней основного образования, ступеней образования в рамках одного уровня основного образования [1].

Одним из основных требований к воспитанию личности, что играет важную роль для обеспечения непрерывного образования персонала организации, является преемственность, непрерывность и последовательность реализации содержания воспитания с учетом возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся. Согласно ст. 92 Кодекса Республики Беларусь об Образовании, в нем определены образовательные стандарты. Образовательные стандарты основного образования обеспечивают преемственность его уровней (ступеней). В соответствии со ст. 95 Кодекса Республики Беларусь об Образовании разработана Программа непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи в Республике Беларусь на 2011-2015 гг. [2].

В соответствии с указанным законом об образовании основное образование в Республике Беларусь включает в себя следующие уровни [1]:

- дошкольное образование;
- общее среднее образование;
- профессионально-техническое образование;
- среднее специальное образование;
- высшее образование;
- послевузовское образование.

Единство и непрерывность основного образования обеспечиваются преемственностью его уровней и согласованностью содержания образовательных программ основного образования.

Непрерывность профессионального образования персонала в корпоративных структурах агропромышленного комплекса, по мнению авторов, следует проводить в течение всей карьеры работника организации, основываясь на следующих основных видах обучения:

- переподготовка;
- длительное и краткосрочное периодическое повышение квалификации;
- стажировки;
- самообразование;
- обучение в целевой аспирантуре с целью последующего получения ученой степени магистра, кандидата наук по избранной научной специальности [3].

Такой подход базируется на основе создания соответствующих моделей непрерывного профессионального образования персонала корпоративных структур агропромышленного комплекса по различным видам обучения.

Повышение квалификации, стажировка и переподготовка специалистов и руководителей корпоративной структуры АПК осуществляются в целях:

- наполнения рынка труда руководителями и специалистами с высоким уровнем профессиональной квалификации и компетентности, общей культуры;
- обеспечения кадровой поддержки инновационных процессов;
- удовлетворения потребностей работников в профессиональном совершенствовании.

Основными принципами осуществления повышения квалификации, стажировки и переподготовки персонала являются:

- системность;
- научность;
- перспективность;
- ориентация на развитие работника как личности;
- индивидуализация и дифференциация образовательного процесса;
- сочетание повышения квалификации, стажировки и переподготовки с самообразованием.

Повышение квалификации, стажировка и переподготовка осуществляются в учреждениях образования, обеспечивающих повышение квалификации и переподготовку кадров. Стажировка персонала может также осуществляться в организациях независимо от их подчиненности и формы собственности. Учреждения образования имеют право осуществлять деятельность по повышению квалификации и переподготовке работников при наличии у них специальных разрешений (лицензий) на осуществление указанной образовательной деятельности.

Повышение квалификации относится к дополнительному образованию и обеспечивает углубление профессиональных знаний и навыков специалистов и руководителей на соответствующих уровнях полученного ранее основного образования и подтверждается свидетельством о повышении квалификации установленного образца. Повышение квалификации персонала осуществляется по мере необходимости, но не реже одного раза в 5 лет.

Продолжительность повышения квалификации персонала составляет от 1 до 2 недель.

Общее количество часов по учебному плану – от 36 до 80 учебных часов [4].

Количество слушателей в группах, обучаемых за счет бюджетных средств, 25-30 человек [3]. Комплектование учебных групп может осуществляться учреждением из числа работников одинаковых или разных должностей с одинаковым или разным уровнем основного образования в зависимости от цели и содержания обучения.

Переподготовка относится к дополнительному образованию, обеспечивает получение новой квалификации соответствующего профиля образования на уровнях высшего и среднего специального образования и подтверждается дипломом о переподготовке установленного образца.

Общее количество часов по учебному плану переподготовки должно быть для слушателей:

- с высшим образованием – не менее 1000 учебных часов;

- со средним специальным образованием – не менее 600 учебных часов [4].

В случаях, когда слушатели имеют основное образование по специальности одного и того же направления образования со специальностью переподготовки кадров, в учебных планах может быть предусмотрено уменьшение общего количества часов для слушателей:

- с высшим образованием – не менее 500 учебных часов;

- со средним специальным образованием – не менее 300 учебных часов.

Продолжительность обучения при переподготовке составляет:

- руководителей – до 5 месяцев в очной форме получения образования;

- специалистов с высшим образованием – до 18 месяцев в очной форме получения образования и до 24 месяцев в заочной форме получения образования;

- специалистов со средним специальным образованием – до 7 месяцев в очной форме получения образования и до 9 месяцев в заочной форме получения образования.

Количество слушателей в учебных группах, обучающихся за счет бюджетных средств, – 25-30 человек [3].

Основной целью стажировки является освоение специалистами и руководителями новых методов, технологий и элементов профессиональной деятельности, иных достижений непосредственно в организации, где они возникли или применяются. Стажировка может быть как самостоятельным видом обучения, так и частью учебного плана при повышении квалификации и переподготовке. Стажировка специалистов осуществляется:

- в очной форме и может продолжаться до 5 месяцев;

- в заочной форме – до 8 месяцев.

В случаях, когда стажировка является частью учебного плана при повышении квалификации работников, она может быть продолжительностью до 1 недели, при переподготовке – до 3 недель [4].

Порядок организации повышения квалификации, стажировки и переподготовки специалистов и руководителей корпоративных структур устанавливаются Министерством образования. Понятно, что указанные сроки обучения могут применяться в зависимости от целей переподготовки, специальности, уровня образования слушателей.

Повышение квалификации, стажировка и переподготовка специалистов и руководителей может проводиться как на территории республики, так и за ее пределами в соответствии с законодательством Республики Беларусь и в рамках международных соглашений [5].

Повышение квалификации и переподготовка персонала в учреждениях проводится на основании учебных планов, учебных программ, учебно-тематических планов, общие требования к которым, а также порядок

их разработки и утверждения определяются Министерством образования.

Прохождение стажировки осуществляется по индивидуальным учебным программам, разработанным и утвержденным организацией, направляющей на стажировку, по согласованию с руководителем той организации, где она проводится.

Повышение квалификации и переподготовка слушателей завершаются итоговой аттестацией, порядок проведения которой определяется Министерством образования. При успешном прохождении итоговой аттестации по результатам повышения квалификации или переподготовки слушатели получают документ установленного образца: свидетельство о повышении квалификации или диплом о переподготовке.

Стажировка, как правило, завершается отчетом работника непосредственному руководителю по месту работы в форме аналитического отчета или методических рекомендаций по использованию в практике полученных теоретических и практических знаний, защиты проекта либо иной форме.

Повышение квалификации, стажировка и переподготовка работников предпринимательских организаций может осуществляться за счет собственных средств этих организаций, а также средств физических лиц и других источников, не запрещенных законодательством.

Как свидетельствует зарубежный опыт, наиболее очевидными тенденциями в области образовательной подготовки кадров признаны широкое применение методов дистанционного обучения, повышение квалификации, самоподготовки с помощью средств вычислительной техники, а также изменение методов работы преподавателей. Например, обучение с использованием видеодисков в диалоговом режиме позволяет обучающимся усвоить учебный материал вдвое быстрее, чем при традиционной подготовке. Запоминаемость материала возрастает на 40%, а степень усвоения – на 300% [4].

Непрерывность образования должна сохраняться в течение всей карьеры работников в корпорации, основываясь на следующих основных видах обучения: переподготовке; длительного и краткосрочного периодического повышения квалификации; стажировок; самообразования; обучения в целевой аспирантуре с целью последующего получения ученой степени магистра, кандидата наук по избранной научной специальности. Это может быть обеспечено на основе создания соответствующих различным видам обучения моделей непрерывного профессионального образования персонала корпоративных структур агропромышленного комплекса Республики Беларусь [6].

Подобные модели разработаны в Академии управления при Президенте Республики Беларусь. Основываясь на этих исследованиях и адаптируя их к специалистам, руководителям агропромышленного комплекса, может быть предложена следующая структура модели непрерывного образования, отражающая следующие этапы организации образовательного процесса:

– выявление потребности руководителей и специалистов в обучении, связанной с уровнем их профессиональной подготовки, соответствующей сельскохозяйственной организации;

– отбор на обучение проводится в зависимости от ряда критериев: возраст, нахождение в резерве, стаж работы, уровень личностных качеств; формирование учебных групп;

– выбор формы и видов обучения, его планирование, в том числе с отрывом или без отрыва от работы, включая открытое дистанционное обучение, обучение в сфере профессиональной деятельности или управленческое; в обучающих структурах Республики Беларусь или за рубежом;

– формирование программ обучения руководителей и специалистов, учитывающих специфику его форм и видов применительно к сфере АПК;

– контроль качества и эффективности обучения (необходимым элементом которых является контроль знаний слушателей);

– разработка предложений по совершенствованию организации учебного процесса, учебных программ и планов обучения.

Следовательно, целью непрерывного образования после получения основного образования становится всестороннее развитие (включая саморазвитие) личности. На наш взгляд, уже в процессе приобретения основного образования в этом направлении должны быть сконцентрированы усилия и опыт профессорско-преподавательского состава БГАТУ. С этой целью на кафедре учета, анализа и аудита ФПУ БГАТУ создано студенческое научное экономическое сообщество (СНЭС «САПИУНТ»). Студенты-члены данного СНЭС имеют возможность под руководством преподавателей кафедры систематизировать получаемые в вузе знания; акцентировать внимание на проблемных вопросах в области бухгалтерского учета, анализа, налогообложения, ценообразования в АПК; пробовать свои силы в постановке целей, определении круга задач и поиске путей их рационального решения в рамках научно-исследовательской работы студентов (НИРС). НИРС студентов БГАТУ отмечены многочисленными дипломами республиканских и международных конференций, имеются акты о внедрении результатов НИРС в производственной деятельности предприятий и организаций АПК. Студенты инициируют организацию и проведение предметных олимпиад, круглых столов, диспутов.

Опыт такой работы показывает, что у студентов развиваются навыки к самообразованию, которые они смогут применить после получения основного образования в БГАТУ по месту своей работы в будущем.

Необходимость решения проблемы непрерывности образования очевидна, так как образовательная деятельность сейчас становится основной отраслью общественного производства, от ее результатов зави-

сит будущее всякого государства, развитие культуры всего человечества. Непрерывность образования выполняет функции передачи знаний и умений, сохранения культурных ценностей и традиций, обеспечения адекватной социализации личности в конкретном социуме, а также становится важным условием взаимодействия государств в мировых интеграционных процессах. По мнению авторов, одним из резервов непрерывности образования личности выступает самообразование. Прививать стремление и способствовать развитию навыков у студентов к нему следует в процессе получения основного образования.

Заключение

1. Эффективность системы управления персоналом корпоративной структуры АПК может быть построена на основе модели непрерывного образования специалистов и руководителей корпоративной структуры.

2. Модель непрерывного образования должна строиться на логически взаимоувязанной системе: выявление потребности и отбор персонала на обучение; выбор форм и видов обучения; контроль качества и эффективности обучения.

3. Для реализации модели непрерывного образования предлагается применять новые технологии (дистанционное обучение), а также использовать консультантов из специализированных фирм и зарубежный опыт.

4. Развивать у студентов навыки к самообразованию на основе создания студенческих научных обществ и их участия в рамках научно-исследовательской работы в республиканских и международных конференциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Респ. Беларусь об Образовании: утв. 13 января 2011 г. № 243-З.
2. Программа непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи в Респ. Беларусь на 2011-2015 гг.: пост. Министерства образования Респ. Беларусь от 24.05.2011 г. №16.
3. Орехов, С.А. Современное корпоративное управление: проблемы теории и практики / С.А. Орехов, В.А. Селезнев. – М.: ООО «Маркет ДСКорпорейшн», 2004. – 246 с.
4. Корпоративный менеджмент: справоч. для профессионалов / И.И. Мазур [и др.]; под общ. ред. И.И. Мазура. – М.: Высш. шк., 2010. – 1056 с.
5. Шрубенко, А.Г. Государственная кадровая политика: теория и практика: учеб. пос. / А.Г. Шрубенко, Н.С. Березина, Г.Е. Ясников. – Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2003. – 260 с.
6. Якушев, И.И. Совершенствование управления персоналом в корпоративных структурах: монография/ И.И. Якушев. – Минск: БГПУ им. М. Танка, 2007. – 176 с.

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 (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным (зоотехния) наукам.

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 строку;

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 «Заклучение» 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. 5, к. 602, 608. БГАТУ.

«Стратегия коммерциализации результатов научно-технической деятельности»

17 апреля в НИИМЭСХ БГАТУ состоялся семинар «Стратегия коммерциализации результатов научно-технической деятельности».

С докладом выступил заместитель директора по научной работе Научно-исследовательского института физико-химических проблем БГУ, к.х.н., Нечепуренко Юрий Васильевич.



Грамотная экономическая политика научной организации в сфере управления интеллектуальной собственностью позволяет получить конкурентные преимущества при выпуске и реализации высокотехнологичной наукоемкой продукции, дополнительный доход и стимулировать персонал к творческой деятельности.

