



ISSN 2078-7138

АГРОПАНОРАМА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№ 6
ДЕКАБРЬ
2013

В номере:

Использование селена в рационах молодняка крупного рогатого скота на откорме

Разработка технологических режимов и параметров обогащения сухого картофельного пюре

Определение плотности почвы между почвозацепами

Рациональное использование отходов крахмального производства как источник получения добавленной стоимости картофелеперерабатывающих предприятий



С НОВЫМ, 2014 ГОДОМ!

Уважаемые коллеги, друзья!



Приближается Новый год! По сложившейся традиции в эти предпраздничные дни мы подводим итоги уходящего года и строим планы на будущее.

С уверенностью можно сказать, что прошедший год был для коллектива университета успешным и богатым на знаменательные события.

В течение года мы плодотворно работали над внедрением в учебный процесс современных технологий обучения, направленных на повышение качества подготовки высококвалифицированных инженерно-технических специалистов для АПК.

Большое внимание уделялось также научно-исследовательской деятельности. Учеными, аспирантами и студентами университета внедрено в производство более 70 новых научных разработок, получено 177

патентов Республики Беларусь на изобретения и полезные модели. Финансируемые научные исследования проводились по 69 договорам по приоритетным направлениям науки в рамках 11 государственных и региональных научно-технических программ, заданий Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, инновационных фондов Белгоспищепрома и Минского облисполкома, а также прямым договорам с предприятиями и организациями республики. Радовали нас и успехи наших студентов, их многочисленные дипломы и награды, полученные на республиканских и международных научных конференциях, олимпиадах и конкурсах студенческих научных работ.

В 2013 году студенты и аспиранты университета были удостоены стипендий Президента Республики Беларусь, имени Франциска Скорины, Минского обкома профсоюза работников АПК, Республиканского комитета Белорусского профсоюза, награждены премией Мингорисполкома.

И, безусловно, важнейшим событием уходящего года является присуждение БГАТУ Премии Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества.

Уважаемые коллеги! Примите слова искренней благодарности за добросовестный труд и достойный вклад в дело воспитания и обучения молодежи.

От всей души поздравляю ученых, преподавателей, студентов, аспирантов и всех работников университета с Новым, 2014-м годом и Рождеством!

Желаю всем в Новом году творческих успехов в учебе и труде, настойчивости и удачи в реализации новых проектов на благо университета и нашей родной Беларуси!

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

**И.Н. Шило,
ректор университета**

АГРОПАНОРАМА 6 (100) декабрь 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. Цындрина – редактор

*Компьютерная верстка
В.Г. Леван*

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 23.12.2013 г. Зак. № 1005 от 23.12.2013 г.

Дата выхода в свет 30.12.2013 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 2014 г.:

для индивидуальных подписчиков - 104850 руб.;

ведомственная - 146808 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

И.В. Лесковец

Влияние параметров гусеничного обвода на давление
на грунт опорных траков.....2

В.И. Харитонов

Экспериментальные исследования конструктивно-
технологических параметров смесителя-аэратора
навозно-компостных смесей.....7

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства.

Зоотехния

Д.В. Виноградов, С.М. Курчевский

Роль агроуплотняющих приемов в улучшении основных
агрофизических свойств супесчаной дерново-подзолистой почвы.....10

В.А. Люндышев, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин

Использование селена в рационах молодняка крупного
рогатого скота на откорме.....12

А.С. Бруйло, П.С. Шешко

Влияние различных концентраций комплексного
водорастворимого удобрения растворов на
биометрические показатели роста деревьев яблони.....15

Технологии переработки продукции АПК

О.Ю. Чигарев, Е.М. Прищепова

Некоторые подходы в вопросах деформирования зерна.....18

Н.А. Прокопьев, Е.М. Валялкина

Возможности эффективного производства молока для
изготовления экспортоориентированной продукции.....21

А.М. Мазур

Разработка технологических режимов и параметров обогащения
сухого картофельного пюре.....27

Энергетика. Транспорт

А.И. Бобровник, В.Е. Тарасенко, Н.С. Лесов

К вопросу использования растительного топлива на основе
рапсового масла.....32

Ресурсосбережение. Экология

Ю.В. Чигарев, И.С. Крук, А. Бжостович, А.С. Воробей,

Ф.И. Назаров

Определение плотности почвы между почвозацепами.....37

Технический сервис в АПК. Экономика

И.В. Кулага

Рациональное использование отходов крахмального производства
как источник получения добавленной стоимости
картофелеперерабатывающих предприятий.....41

Аграрное образование

Н.К. Толочко, А.А. Андрушевич, П.С. Чугаев,

К.Л. Сергеев

Применение компьютерной микроскопии в научной и учебной
деятельности аграрных вузов.....43

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГУСЕНИЧНОГО ОБВОДА НА ДАВЛЕНИЕ НА ГРУНТ ОПОРНЫХ ТРАКОВ

И.В. Лесковец, канд. техн. наук, доцент (Белорусско-Российский университет, г. Могилев)

Аннотация

В статье проведен анализ методик выбора основных параметров гусеничного движителя. Отмечается, что существующие методики не позволяют теоретическим путем получить значения давлений на грунт каждого из опорных траков машины. Предлагается программное обеспечение для определения этих величин, разработанное автором на основании математических моделей. Приведены результаты расчетов максимального и минимального давления на грунт гусеничного движителя в зависимости от выбранных параметров. Установлено, что предлагаемая методика позволяет определять давления на грунт под опорными траками на стадии проектирования с целью выбора наилучших параметров машины.

The analysis of techniques of a choice of key parameters of the caterpillar propeller is carried out in the article. It is noted that existing techniques don't allow receiving a theoretical way value of pressure upon soil of each of basic tracks of the car. The software for determination of these sizes developed by the author on the basis of mathematical models is offered. The results of calculations of the maximum and minimum pressure upon soil of the caterpillar propeller depending on the chosen parameters are given. It is established that the technique offered by the author allows determining pressure upon soil under basic tracks at a design stage for the purpose of a choice of the best parameters of the car.

Введение

В настоящее время величина удельного давления гусеничной машины на грунт определяется на основании результатов испытаний, или усредненных расчетов. В соответствии с межгосударственным стандартом 23734-98 «Тракторы промышленные. Методы испытаний» величина давления гусеничного трактора на грунт определяется на основании данных о массе трактора и площади опорной поверхности гусениц. Такая методика позволяет определить среднюю величину давления на грунт по всей площади опорной поверхности. Конструкция гусеничного движителя и размеры его основных элементов для тракторов разного назначения может быть такой, что некоторые траки располагаются между опорными колесами, особенно это характерно для быстроходных машин, что приводит к неравномерности давления на грунт под каждым траком опорной части гусеницы.

При проведении предварительных расчетов параметры элементов гусеничного обвода определяются на основании методик, изложенных в [1-3]. По рекомендациям авторов данных изданий, выбор параметров траков, колес, геометрических параметров взаимного их расположения в гусеничном обводе осуществляется на основании регрессионных зависимостей, полученных в результате экспериментальных исследований. Такой подход предполагает выбор основных параметров деталей и механизмов гусеничного обвода из определенных диапазонов. Например, длины траков, полученные по рекомендованным за-

висимостям, могут различаться более чем в 1,5 раза. Понятно, что давление на грунт под траками опорной части гусеничного обвода зависит от длины траков. Однако существующие методики не позволяют расчетным путем получить величины этих давлений для конкретных условий.

Кроме параметров траков, на величины давления на опорную поверхность могут оказывать влияние расположение центра тяжести вдоль продольной оси машины, величины коэффициентов жесткости подвесок колес, которые могут отличаться друг от друга на разных колесах, особенно в машинах с навесным рабочим оборудованием, расстояние между опорными колесами и другие параметры гусеничного обвода.

В случае, когда расстояние между опорными колесами так велико, что между ними может располагаться более чем один трак, центр тяжести смещен относительно геометрического центра машины вдоль продольной оси, коэффициенты жесткости подвесок колес неравны, величины давления на грунт под разными траками будут существенно отличаться друг от друга, и не будут равны величине, определяемой по ГОСТ 23734-98. Задача определения величин давления на грунт теоретическим путем является важной, т.к. во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства эти величины оказывают существенное влияние на результаты производства, например на величину урожайности в сельском хозяйстве, сохранность окружающей среды в лесном хозяйстве, возможность проведения мелиоративных работ в строительстве.

Основная часть

Обоснование выбора исходных данных для проведения расчетов

Автором разработана методика определения параметров гусеничного движителя на основе имитационного моделирования. Основные положения использованных в имитационной модели гусеничного обвода математических моделей изложены в работах [4-6]. Имитационная модель представляет собой программный продукт [7], фрагмент работы которого для решения поставленной задачи представлен на рис. 1.

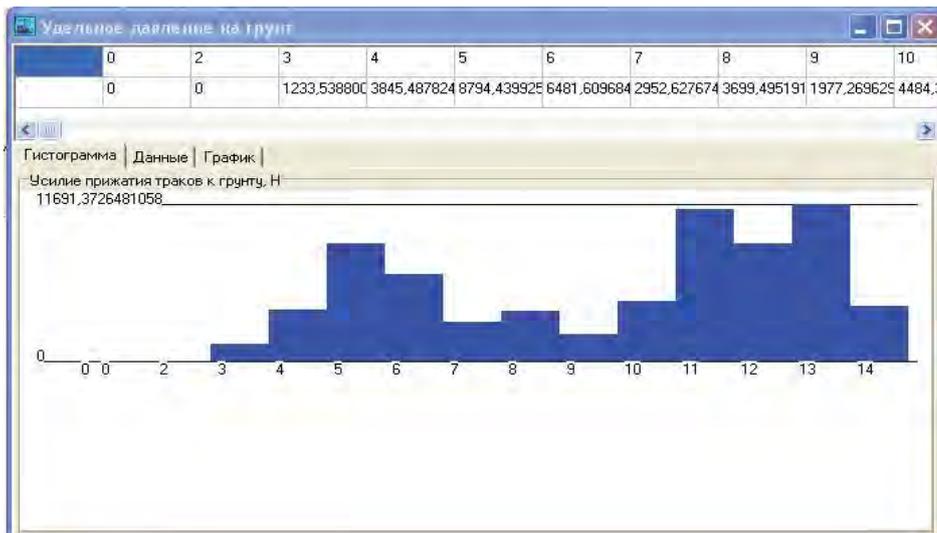


Рисунок 1. Пример гистограммы распределения сил прижатия траков к грунту: вдоль оси абсцисс – номера траков; вдоль оси ординат – усилие прижатия траков к грунту

В качестве анализируемой машины принят гусеничный трактор, с массой 12 тонн, мощностью двигателя – 150 кВт, который широко применяется в промышленности и сельском хозяйстве.

Для предварительных расчетов будем считать длину гусеничного движителя (расстояние между центрами ведущего и направляющего колес) равной 4 м. В качестве факторов варьирования для проведения вычислительных экспериментов приняты: длина трака, расстояние между опорными колесами, величина смещения центра тяжести от геометрического центра машины, коэффициенты жесткости подвесок опорных колес, величина сил натяжения между траками.

В качестве функций отклика в вычислительных экспериментах определялись величины среднего давления на грунт, максимальное давление на грунт под траком, минимальное давление на грунт под траком, коэффициент неравномерности давления на грунт, который рассчитывался как отношение максимального давления на грунт под траком к минимальному.

Система координат, в которой представлена машина, является декартовой, с центром координат в левом нижнем углу, положительное направление отсчета углов – против часовой стрелки.

С целью нахождения предельных значений варьируемых параметров проведен предварительный анализ

априорной и численной информации. Диапазон варьирования длиной траков определялся на основании методики, изложенной в [2]. Для трактора с заданной массой длина траков, в зависимости от выбранных параметров из указанных диапазонов, может составлять от 150 до 230 мм. В проводимых экспериментах длина трака изменялась в указанных пределах с шагом 20 мм.

Для определения возможного расстояния между колесами анализировалось их взаимное расположение в конструкции движителя (рис. 2).

Для проведения расчетов принято, что количество колес постоянно и равно пяти, расстояние между

ведущим и первым опорным колесом (l_1 , рис. 2) изменяется таким образом, чтобы обеспечить заданное расстояние между опорными колесами при постоянной длине машины. Расстояния между опорными колесами варьируются в пределах от 0,6 до 0,8 м.

Направление и величина смещения центра тяжести от геометрического центра машины, в зависимости от ее компоновки и наличия разного рабочего оборудования могут изменяться. Координата центра тяжести смещается относительно геометрического центра тяжести от минус 0,25 до плюс 0,25 м.

При проведении расчетов использовался шаг – 0,125 м. Величина сил натяжения между траками изменялась от 1,8 до 2 кН.

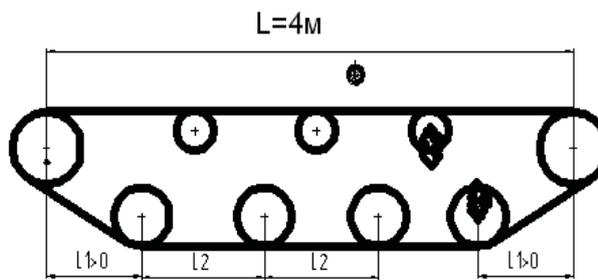


Рисунок 2. Взаимное расположение элементов конструкции гусеничного движителя

Перед проведением вычислений определены граничные значения факторов и интервалы их варьирования (табл. 1).

Результаты вычислений

На этапах вычислений значения остальных параметров, характеризующих свойства элементов гусеничного движителя, оставались постоянными. Учитывая, что количество необходимых вычислительных опытов

очень велико, предварительно составлена матрица планирования эксперимента, определяющая значения факторов варьирования при каждом опыте (табл. 2).

Табл. 1 Наименование факторов и их значения

Наименование	Ед. изм.	Минимальное значение	Шаг	Максимальное значение
длина трака	мм	150	20	230
расстояние между колесами	м	0,5	0,1	0,9
величина смещения центра тяжести	м	-0,25	0,125	0,25
сила натяжения между траками	кН	1,8	4,2	18,6

Таблица 2. Нормированные и действительные значения факторов

Наименование нормированные значения факторов	ед. изм.	Значения факторов				
		-2	-1	0	1	2
длина трака	мм	150	170	190	210	230
расстояние между колесами	м	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
величина смещения центра тяжести	м	-0,25	-0,125	0	0,125	0,25
сила натяжения между траками	кН	1,8	6	10,2	14,4	18,6

Изменяя значения факторов при проведении вычислительных экспериментов, устанавливались значения функций отклика для каждого случая в соответствии с факторным планом эксперимента. В связи с тем, что эксперимент является детерминированным, т.е. проводился с помощью вычислительной имитационной модели, каждый опыт проводился только один раз, результаты представлены в табл. 3. Гистограммы распределения давления на грунт под каждым траком приведены на рис. 3-6, номер гистограммы соответствует номеру опыта в таблице.

Регрессионный анализ полученных результатов, проведенный с помощью программного пакета «STATISTICA», показывает, что выбранные факторы варьирования конфликтны, т.е. изменение значений одних факторов автоматически приводит к изменению значений других. Например, увеличение расстояний между колесами приводит к увеличению площади опоры машины на грунт и соответственно к уменьшению давлений на опорную поверхность под каждым траком. Кроме того, увеличение расстояний между колесами при работе машины на упруго-деформируемом основании приводит к упругой деформации гусеничного обвода между колесами и увеличению давления на грунт под траками, расположенными под опорными колесами. Увеличение натяжения гусеничного обвода приводит к снижению среднего давления на грунт до определенного предела, т.к. за счет сил натяжения меняется периметр обвода и крайние колеса приподнимаются над опорной поверхностью за счет сил натяжения между опорными колесами и ведущим, и направляющим. Отклонение координаты центра тяжести от геометрического центра машины приводит к увеличению давлений на грунт под отдельными траками.

Из-за взаимного влияния параметров гусеничного обвода друг на друга невозможно определение коэффициентов регрессионных моделей, представленных в виде полинома, с целью использования полученных уравнений для поиска оптимальных значений параметров гусеничного обвода трактора. Для каждого ва-

Таблица 3. Матрица планирования с полученными результатами

№ оп.	факторы				функции отклика			
	Длина трака	Расстояние между колесами	Величина смещения центра тяжести	Сила натяжения между траками	Среднее давление на грунт, кПа	Максимальное давление на грунт, кПа	Минимальное давление на грунт, кПа	Коэффициент неравномерности
	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4
1	210	0,6	-0,125	14,4	47,9	128,3	2,2	58,32
2	210	0,6	0,125	6	50,4	127,1	0,8	158,88
3	210	0,8	-0,125	6	36,0	87,3	0,87	100,34
4	210	0,8	0,125	14,4	36,1	117,2	0,91	128,79
5	170	0,6	0,125	14,4	58,3	151,1	2,3	65,70
6	170	0,6	-0,125	6	67,8	148,3	2,0	74,15
7	170	0,6	0,125	6	78,6	189,7	2,6	72,96
8	170	0,6	0,125	14,4	59,6	151,0	1,4	107,86
9	190	0,7	0	1,8	62,8	130,1	1,0	130,10
10	190	0,7	0	18,6	30	97,4	2,8	34,79
11	190	0,7	-0,25	10,2	53,4	148,9	1,1	135,36
12	190	0,7	0,25	10,2	48,3	129,7	1,3	99,77
13	190	0,6	0	10,2	51,0	102,4	4,1	24,98
14	190	0,8	0	10,2	34,7	86,5	1,7	50,88
15	150	0,7	0	10,2	44,1	128,8	0,3	429,33
16	230	0,7	0	10,2	29,8	69,0	1,9	36,32
17	190	0,7	0	10,2	35,9	92,6	0,7	132,29

Гистограммы распределения усилий воздействия на грунт для разных вариантов

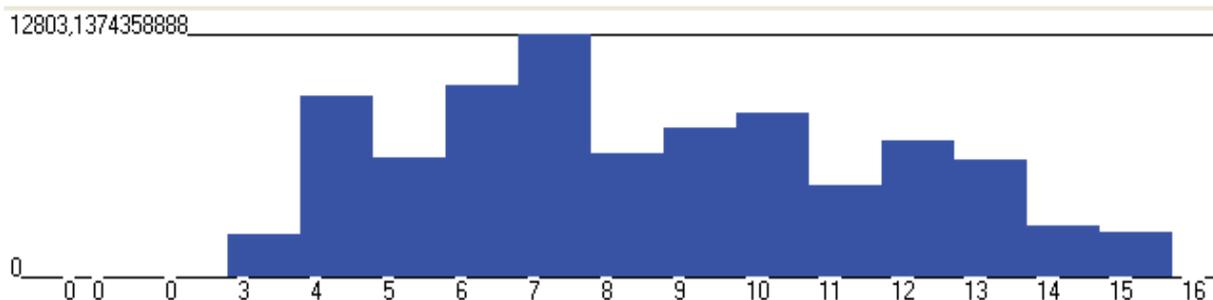


Рисунок 3. Длина трака – 210 мм; расстояние между колесами – 0,6 м; величина смещения центра тяжести – 0,125 м; сила натяжения гусеничного обвода – 14,4 кН

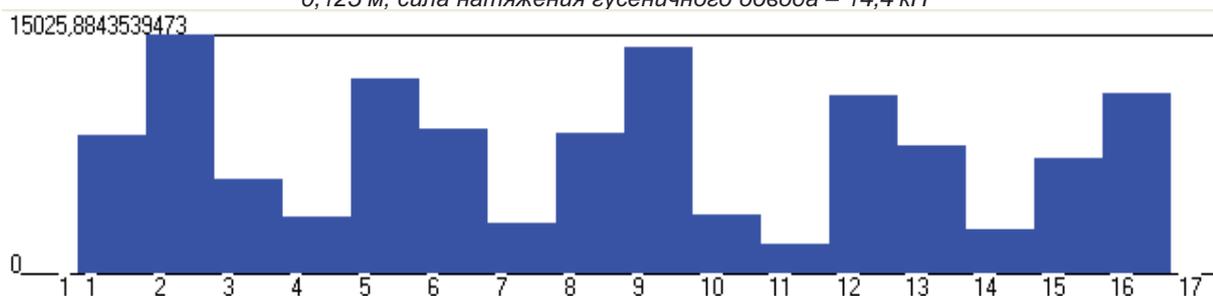


Рисунок 4. Длина трака – 170 мм; расстояние между колесами – 0,6 м; величина смещения центра тяжести – минус 0,125 м; сила натяжения гусеничного обвода – 6 кН

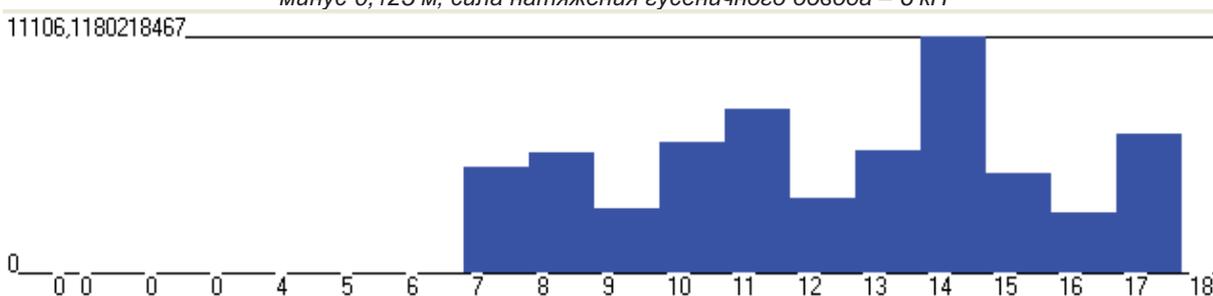


Рисунок 5. Длина трака – 190 мм; расстояние между колесами – 0,7 м; величина смещения центра тяжести плюс 0,25 – отсутствует; сила натяжения гусеничного обвода – 18,6 кН

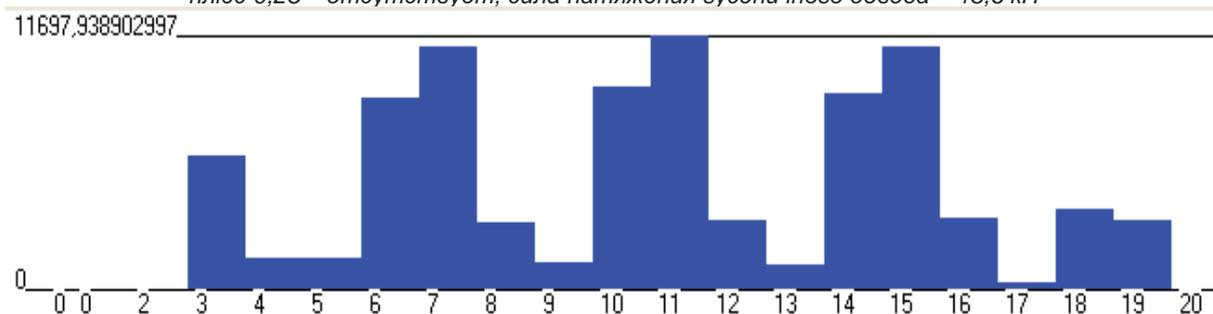


Рисунок 6. Длина трака – 150 мм; расстояние между колесами – 0,7 м; величина смещения центра тяжести отсутствует; сила натяжения гусеничного обвода – 10,2 кН

рианта гусеничного обвода необходимо проводить имитационное моделирование, изменяя значения параметров элементов в заданных диапазонах.

Определим влияние длины трака на параметры давления на грунт для гусеничного движителя с теми же

параметрами при совпадении расположения центра тяжести с геометрическим центром машины, расстоянием между колесами – 0,7 м, натяжением гусеничного обвода, которое определяется усилием между траками, равным 10 кН. Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Таблица 4. Зависимости давления на грунт от длины трака

Номер	Длина трака	Среднее давление, кПа	Максимальное давление, кПа	Минимальное давление, кПа
2.1	150	40,8	117,2	0,77
2.2	170	36,8	95,7	1,37
2.3	190	36,1	96,9	1,6
2.4	210	40,1	95,1	1,6
2.5	230	30,9	77,9	0,77
2.5	250	35,8	76,6	1,2

Результаты расчетов показывают, что среднее давление под траками гусеничного движителя незначительно снижается, что происходит из-за уменьшения количества траков в опорном контуре и некоторого изменения распределения нагрузки от опорных колес. Максимальное давление снижается существенно, почти в 2 раза. Минимальное давление изменяется незначительно, значения этого давления во многом зависят от взаимного размещения опорных колес и находящихся между ними траками.

На следующем этапе определялась степень влияния натяжения гусеничного обвода на давление на грунт для тех же параметров обвода, при длине трака 230 мм. Результаты расчетов приведены в табл. 5.

Таблица 5. Зависимости давления на грунт от натяжения в гусеничном обводе

Номер	Натяжение, кН	Среднее давление, кПа	Максимальное давление, кПа	Минимальное давление, кПа
3.1	2,4	49,3	87,4	31,6
3.2	4,1	42,5	82,1	4,2
3.3	7,4	56,1	127,5	1,3
3.4	11	31,4	58,8	2,8
3.5	14	24,5	52,7	0,6
3.6	18	22,7	59,9	0,07
3.7	22	27,3	94,3	1,5

Анализ результатов вычислений показывает, что с увеличением натяжения гусеничного обвода среднее давление на грунт снижается, однако существенное увеличение натяжения приводит к значительным потерям на трение во время движения, поэтому при выборе этого параметра необходимо учитывать еще и другие критерии, такие как потери энергии на трение во время движения.

Заключение

В статье представлены результаты расчетов давления на грунт опорных траков гусеничного движителя с использованием имитационной модели, которая отличается тем, что учитываются геометрические и массово-жесткостные параметры элементов движителя, оказывающие значительное влияние на тяговые показатели и величины давлений на опорную поверхность.

Проведенные исследования показывают, что основные параметры гусеничного движителя являются взаимозависимыми, что существенно затрудняет их обоснованный выбор при проектировании.

Имитационная модель гусеничного движителя и программное обеспечение, разработанные автором, позволяют на основании вычислительных экспериментов обосновать основные параметры гусеничного движителя и установить их влияние на его выходные характеристики, в том числе и на величины давления на грунт под каждым опорным траком.

Предлагаемые теоретические положения и программное приложение предоставляют возможность на стадии проектирования выбирать наилучшие параметры взаимодействующих элементов гусеничного движителя, используя возможности проведения вычислительных экспериментов с заданной точностью в информационной среде, обеспечивающей наглядность и информативность, позволяющей выполнять расчеты характеристик гусеничного движителя при движении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуськов, В.В. Тракторы: теория / В.В. Гуськов. – М.: Высш. школа, 1977. – Ч. II. – 382 с.
2. Гуськов, В.В. Тракторы. Конструирование и расчет: учеб. пособ. для втузов по спец. «Автомобили и тракторы» / В.В. Гуськов, И.П. Ксеневич, Ю.Е. Атаманов, А.С. Солонский; под общ. ред. В.В. Гуськова. – Мн.: Выш. школа, 1981. – Ч. III. – 383 с.
3. Ксеневич, И.П. Ходовая система – почва – урожай / И.П. Ксеневич, В.А. Сотников, М.И. Ляско. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
4. Лесковец, И.В. Математическая модель гусеничного движителя / И.В. Лесковец // Вестник Белорусско-Российского университета, 2006. – № 4. – С. 15-26.
5. Лесковец, И.В. Параметры элементов имитационной модели гусеничного движителя / И.В. Лесковец // Вестник Брестского гос. технич. ун-та: сер. машиностроение, 2006. – № 4. – С. 58- 63.
6. Лесковец, И.В. Методы моделирования гусеничных машин / И.В. Лесковец, В.В. Береснев // Вестник Белорусско-Российского ун-та, 2007. – № 1. – С. 26-32.
7. Лесковец, И.В. Программа для расчета характеристик гусеничных машин для земляных работ с отвальными рабочими органами / И.В. Лесковец / Нац. центр интеллектуал. собственности Респ. Беларусь // Свидетельство о регистрации компьютерной программы № 404 от 14.03.2012 г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ–АЭРАТОРА НАВОЗНО–КОМПОСТНЫХ СМЕСЕЙ

В.И. Харитонов, аспирант (ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины, г. Запорожье)

Аннотация

Представлены результаты экспериментальных исследований прицепного аэратора навозно-компостных буртов с роторным горизонтальным фрезерным барабаном, по которым определены зависимости энергетических показателей и производительности от диаметра фрезерного барабана, его частоты вращения и скорости перемещения агрегата.

The results of experimental researches of trailed aerator of manure and compost clumps with the horizontal rotary milling drum are presented. The dependence of energy performance and productivity on the diameter of the milling drum, its rotational speed and movement speed of the machine are defined from these results.

Введение

Решающее влияние на повышение плодородия почвы оказывают органические удобрения, которые действуют на все факторы почвенного плодородия – агрофизические, агрохимические и биологические. Имея мощный энергетический потенциал, органические удобрения создают эффективную питательную среду для растений и способствуют восстановлению и накоплению гумуса в пахотном слое [1].

Учитывая масштабность переработки отходов животноводства, растениеводства и других органических отходов, наиболее распространенным и экономически оправданным (невысокая себестоимость и адекватные эксплуатационные затраты) является процесс компостирования. Однако традиционная технология данного процесса не обеспечивает необходимой эффективности. Достичь ее возможно только при системном подходе, который объединяет весь комплекс вопросов, связанных с созданием перспективных технологий и технических средств для производства и использования высококачественных органических удобрений. Таким образом, внедрение эффективных технологий и технических средств приготовления органических удобрений – это актуальное направление исследований, которое способствует повышению плодородия почвы и частичному решению экологических проблем.

Наиболее экономичным является компостирование органических отходов на открытых площадках с контролем и регулированием факторов, обеспечивающих оптимальный технологический режим процесса компостирования. Это достигается периодической аэрацией бурта путем его перелопачивания с помощью специальных машин – аэраторов [2].

Экспериментальное определение конструктивно-технологических параметров разработанного и созданного смесителя-аэратора навозно-компостных смесей и является целью исследований, результаты которых представлены в данной статье.

Основная часть

Аэраторы по конструктивно-технологическим параметрам, принципам работы, технико-энергетическим показателям и характеристикам довольно разнообразны. Однако в большинстве из них в технологическом процессе задействованы роторные барабаны с лопастными, штифтовыми или винтовыми элементами. Их использование позволяет сочетать перелопачивание и формирование нового бурта, перемещение его слоев, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении, с дополнительным измельчением массы [3].

В Институте механизации животноводства Национальной академии аграрных наук Украины создан прицепной роторно-лопастной аэратор (рис. 1) навоз-



Рисунок 1. Прицепной роторно-лопастной аэратор навозно-компостных смесей в работе

но-компостных смесей, имеющий раму со сцепкой для агрегатирования с мобильным транспортным средством. Рама имеет опорные колеса и горизонтальный фрезерный барабан с рабочими элементами в виде плоских лопастей, расположенных радиально по встречным винтовым линиям. Аэратор оснащен системой увлажнения и инокуляции компоста, которая состоит из емкости для жидких компонентов, распылителей, распределителя и насоса. Для привода фрезерного барабана от ВОМ трактора использован редуктор.

Аэратор в 2011 г. прошел испытания и энергетическую оценку в Львовском филиале УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого [4].

Испытания проводились на наименьшей скорости трактора с фрезерными барабанами, диаметром 490 и 550 мм, вращающимися с частотой 675 и 1250 об/мин. на компостном бурте, шириной 2,7 и высотой 0,6 м с плотностью массы 600 кг/м³, скорость перемещения агрегата колебалась в пределах от 0,48 до 0,55 м/с. Таким образом, был получен контролируемый неуправляемый массив данных (проведен пассивный эксперимент, при котором уровни факторов задавались независимо от экспериментатора, а не в соответствии с матрицей полнофакторного эксперимента).

При проведении исследований фиксировалась мощность привода фрезерования N_{ϕ} (кВт), производительность агрегата Q (кг/с), тяговое сопротивление $F_{т}$ (кН). Статистическая обработка результатов полученных экспериментальных данных выполнялась с применением ППП Statistica [5], что позволило получить исследуемые зависимости от варьируемых факторов в виде линейных моделей:

– мощности привода фрезерного барабана, кВт

$$N_{\phi} = 66.8029 - 0.0984 \cdot D + 0.0217 \cdot n - 31.7706 \cdot V_n ;$$

– производительности перелопачивания бурта, кг/с

$$Q = 146.092 - 0.2862 \cdot D - 0.0182 \cdot n + 536.2947 \cdot V_n ;$$

– тягового сопротивления перемещению аэратора, кН

$$F_{т} = -3.265 + 0.01406 \cdot D - 0.00203 \cdot n - 0.03741 \cdot V_n .$$

Достоверность полученных уравнений подтверждается уровнем значимости, наибольший из которых составляет 0,012.

Зависимости парных взаимодействий диаметра барабана D , частоты его вращения n и скорости перемещения аэратора V_n на полученные зависимости показателей работы машины, которые представляют собой семейства кривых равной величины, оцениваются исходя из условия минимального значения критерия оптимизации – энергоемкости, которая составляет 31,0 Дж/кг. Это условие выполняется для значений исследуемых факторов: диаметра $D=550$ мм, частоты вращения барабана $n=675$ об/мин. и скорости перемещения агрегата $V_n=0,55$ м/с.

Полученные зависимости представлены графически на рис. 2.

Рост производительности от скорости агрегата, по мнению автора, дополнительного объяснения не требует.

Зависимости влияния парных взаимодействий исследуемых факторов на мощность фрезерования проиллюстрированы на рис. 3.

На рис. 2, 3 и 4 изображения соответствуют четным воздействиям факторов: а) – диаметра D и частоты вращения барабана n при скорости перемещения агрегата $V_n=0,55$ м/с; б) – диаметра D и скорости V_n

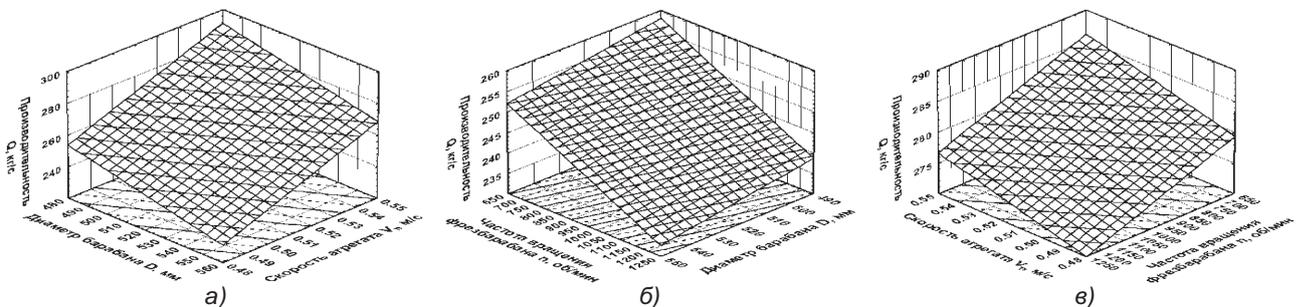


Рисунок 2. Влияние диаметра D , частоты вращения барабана n и скорости (V_n) перемещения агрегата на производительность Q процесса

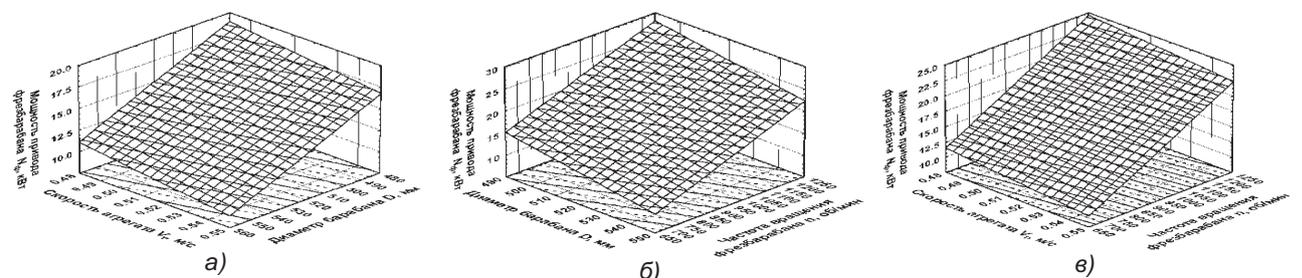


Рисунок 3. Влияние диаметра D , частоты (n) вращения барабана и скорости (V_n) перемещения агрегата на мощность (N_{ϕ}) фрезерования

при $n=675$ об/мин.; v) – скорости V_n перемещения агрегата и частоты вращения барабана n при $D=550$ мм.

Их анализ показывает снижение производительности перелопачивания бурта при фиксированной скорости перемещения агрегата с увеличением диаметра барабана и частоты его вращения. Это объясняется тем, что с увеличением диаметра барабана возрастает количество непереброшенной массы. Кроме того, с увеличением частоты вращения барабана уменьшается угол его поворота до начала схода массы с лопасти, т.е. увеличивается ее рассеивание.

Анализируя полученные поверхности, видим, что мощность перелопачивания навозно-компостного бурта для обоих сочетаний факторов возрастает с уменьшением диаметра барабана. Это объясняется увеличением пути объема фрезерования массы до начала скалывания верхней части гребня бурта, а также увеличением объема непереброшенной массы через барабан (рис. 1). Рост мощности перелопачивания от частоты вращения фрезерного барабана, т.е. линейной скорости режущих элементов при отсутствии существенной зависимости между усилием резания, по мнению автора, особого разъяснения не требует.

Со скоростью перемещения агрегата мощность возрастает при фиксированной частоте вращения. Природа этого явления объяснена выше. Скорость агрегата в паре с частотой вращения фрезерного барабана почти не влияет на мощность привода, так как она незначительна в сравнение со скоростью режущих кромок.

Также в первую очередь следует оценить изменение общей энергоёмкости (с учетом затрат на перемещение машины). Она рассчитывается как частное от деления суммы общей мощности, т.е. мощности на привод барабана и перемещения агрегата, на производительность процесса и представлена выражением (1) в Дж/кг

$$E_3 = 343.756 - 0.371 \cdot D + 0.079 \cdot n - 290.906 \cdot V_n \quad (1)$$

Полученные на основе этого уравнения парные зависимости общей энергоёмкости от указанных выше факторов приведены на рис. 4.

Из анализа этих зависимостей видно, что энергоёмкость перелопачивания бурта снижается с ростом всех исследуемых факторов во всех их сочетаниях.

Это объясняется тем, что в составляющих энергоёмкости, которая является частным от деления мощности привода на производительность, знаменатель изменяется более интенсивно, чем числитель.

Заключение

Экспериментально определены зависимости производительности и энергетических показателей аэратора компостных буртов от основных конструктивно-технологических параметров и режимов работы – диаметра фрезерного барабана, частоты его вращения и скорости перемещения агрегата.

Исходя из условий минимальной энергоёмкости, оптимальными параметрами работы аэратора являются:

- диаметр фрезерного барабана – 550 мм;
- частота вращения – 650 об/мин.;
- скорость перемещения агрегата – 0,55 м/с.

Энергоёмкость перелопачивания при этом составляет – 31,0 Дж/кг, производительность – 271,4 кг/с (976,9 т/ч).

ЛИТЕРАТУРА

1. Берестецкий, О. А. Биологические основы плодородия почв / О. А. Берестецкий, Ю. М. Возняковская, Л. М. Доросинский. – М.: Колос, 1984. – 260 с.
2. Афанасьев, В. Н. Технологии и комплексы машин для уборки, обработки и использования навоза в качестве удобрения / В. Н. Афанасьев, В. В. Калюга // Рекомендации, 1975. – Л.: НИПТИМЭСХ. – С. 3. – 28 с.
3. Lorenzo, В. Compostaggio, lemacchine-perogniperazione // Macch. e mot. agr., 2002. – № 5. – Р. 49-51.
4. Шевченко, І. А. Результати експериментальних досліджень змішувача-аэратора компостів / І. А. Шевченко, В. І. Харитонов, Е. Б. Алієв // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2011. – Вип. 2(8). – С. 80-88.
5. Боровиков, В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов / В. Боровиков. – 2-е изд. – (+CD). – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.

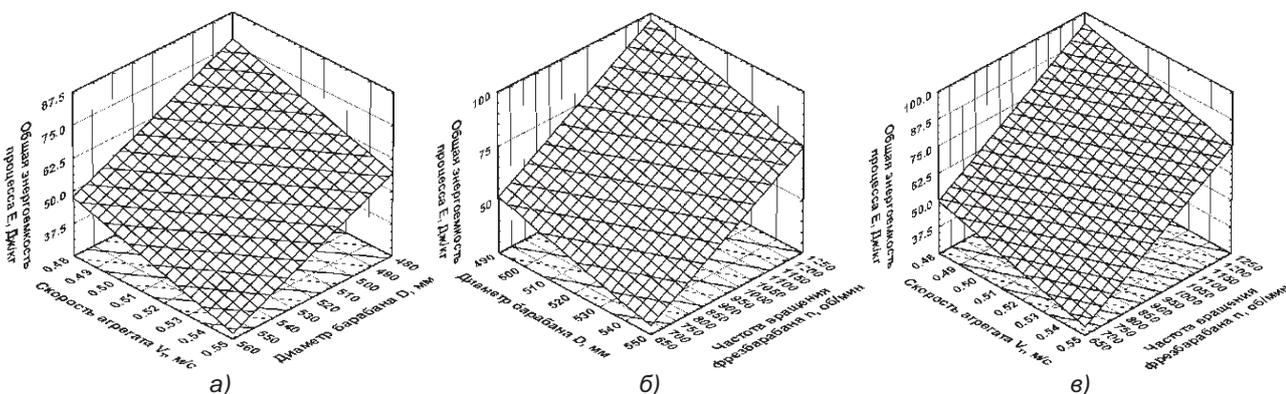


Рисунок 4. Влияние диаметра D и частоты n вращения барабана и скорости V_n перемещения агрегата на общую энергоёмкость E

РОЛЬ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ПРИЕМОМ В УЛУЧШЕНИИ ОСНОВНЫХ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУПЕСЧАНОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Д.В. Виноградов, докт. биол. наук, профессор, С.М. Курчевский, аспирант (Рязанский гос. агротехнологический университет им. П.А. Костычева)

Аннотация

В статье приведены результаты полевых исследований по влиянию органических, минеральных удобрений, биологической добавки и их сочетания на плотность и пористость супесчаной дерново-подзолистой почвы

The article presents the results of the field researches on the influence of organic and mineral fertilizers, biological additives, and their combination on the density and porosity of the sandy loam cespitose and podsolic soil.

Введение

Дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава юго-западной Нечерноземной зоны России характеризуются низким естественным плодородием [1]. Применение различных систем удобрений значительно повышает плодородие почвы и продуктивность культур севооборотов [2, 5].

Между содержанием органического вещества в дерново-подзолистой почве и ее физико-механическими и технологическими свойствами существует в большинстве случаев прямолинейная зависимость [3], что указывает на важную роль органического вещества в регулировании комплекса агрофизических показателей пахотных почв. Роль органического вещества почвы усиливается как один из факторов создания оптимальных условий для эффективного использования растениями высоких доз минеральных удобрений. Внесение минеральных удобрений на более окультуренных почвах, а также совместно с органическими удобрениями повышает эффективность их применения [4].

Совместное применение органических и минеральных удобрений, а также применение микробиологических препаратов, повышающих биологическую активность почвы, оказывает существенное влияние как на восполнение запасов гумуса в почве, так и на улучшение ее агрофизических свойств.

Следует отметить, что сельскохозяйственные культуры предъявляют неодинаковые требования к численным значениям плотности сложения почвы и ее пористости, которые заметно меняются в течение вегетационного периода. Их величины имеют более благоприятные показатели в начале вегетации, а к концу вегетации, к периоду уборки, плотность сложения увеличивается, и снижаются показатели пористости почвы. Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальная плотность сложения пахотного слоя почвы не должно превышать 1,3-1,4 г/см³, а оптимальная пористость должна быть не ниже 50 % [6].

Основная часть

Объектом исследований являлся экополигон «Мещера» площадью 3,677 тыс. га. На территории агроландшафта располагается лес (2,700 тыс. га), осушаемые земли (0,500 тыс. га), пастбище, неорошаемая пашня, заброшенные орошаемые земли (0,111 тыс. га), дачные участки. В настоящее время на полигоне функционирует осушительная система, но вследствие ее неудовлетворительной работы на некоторых участках развиваются процессы переувлажнения и вторичного заболачивания.

Площадь опытного участка составила 0,2 га. Почва – дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу супесчаная. Мощность гумусового горизонта – 12-14 см. Содержание гумуса в слое – 0-20 см составило 1,3 %, а в слое 20-40 см – 0,4 %. Реакция почвенного раствора слабокислая (рН солевой вытяжки – 5,2), сумма поглощенных оснований равна 2 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями в пределах 40 %. Содержание подвижного фосфора в пахотном слое – 14,5 мг, обменного калия – 7,3 мг на 100 г почвы. Плотность сложения в слое 0-20 см равна 1,62 г/см³, пористость – 40 %, полная влагоемкость – 22,4 %.

В опыте 10 вариантов исследований, согласно схеме (табл. 1). Повторность опыта – четырехкратная. Размер опытных делянок – 25 м².

Норма торфа и навоза вносилась из расчета 60 % их влажности.

Минеральные удобрения (фон) ежегодно вносились под предпосевную обработку в количестве N₃₀P₃₀K₆₀ д.в. на гектар.

Микробиологическая добавка была изготовлена из препарата «Байкал ЭМ-1» в виде ЭМ-раствора, содержащего анабиотические (полезные) микроорганизмы, в реальности обитающие в почве. Микроорганизмы взаимодействуют в почве и влияют на ускорение процесса минерализации органического вещества, а также улучшают ее структуру.

Таблица 1. Схема полевого опыта

Номер варианта	Описание варианта опыта
1	Контроль (без удобрений)
2	НРК на планируемый урожай (фон)
3	Фон + 25 т навоза + 25 т торфа
4	Фон + 25 т навоза + 25 т торфа + добавка «Байкал ЭМ-1»
5	Фон + 25 т навоза + 50 т торфа
6	Фон + 25 т навоза + 50 т торфа + добавка «Байкал ЭМ-1»
7	Фон + 25 т навоза + 75 т торфа
8	Фон + 25 т навоза + 75 т торфа + добавка «Байкал ЭМ-1»
9	Фон + 25 т навоза + 100 т торфа
10	Фон + 25 т навоза + 100 т торфа + добавка «Байкал ЭМ-1»

Агротехника возделывания культур в опыте общепринятая для данной зоны. Культурой реагентом была горохо-овсяная смесь.

Наблюдения и исследования проводились по общепринятой методике.

Внесение органических удобрений с последующим перемешиванием в процессе обработки пахотного слоя повлияло существенным образом на изменение плотности сложения и пористости почвы.

Данные полевого опыта свидетельствуют о положительном влиянии органических удобрений и биологической добавки на разуплотнение почвы и снижение значений ее плотности (табл. 2). В исходной почве, на контроле и в варианте 2 на фоне внесения НРК значения плотности сложения и пористости практически не изменялись.

Использование в качестве органических удобрений навоза и торфа по 25 т/га (вар. 3) приводило к некоторому снижению плотности сложения с 1,62 до 1,54 г/см³ и увеличению пористости почвы с 40,0 до 43,0 %, а при внесении биологической добавки (вар. 4) – эти показатели практически не изменялись.

Наибольшее разуплотнение почвы отмечалось в вариантах 9 и 10, где доза торфа была увеличена до 100 т/га. Здесь без биологической добавки плотность сложения в пахотном слое (0-20 см) составляла – 1,40 г/см³ и была меньше, чем в исходной почве, на 15,7 %, а пористость на 20,3 % (на 8,1 % по объему почвы). Внесение биологической добавки (микробного препарата «Байкал ЭМ-1») обеспечивало несущественное улучшение показателей плотности сложения и общей пористости почвы.

Во всех рассматриваемых вариантах с внесением биологической добавки отмечалась тенденция улучшения показателей пористости и плотности сложения почв, по сравнению с вариантами без добавки. При этом полученные значения только приближались к оптимальному уровню.

Улучшение агрофизических свойств дерново-подзолистой почвы органическими удобрениями в конечном итоге повлияло и на урожай горохо-овсяной смеси (табл. 3).

По данным табл. 3 видно, что во всех вариантах опыта, где применялся микробный препарат, урожай зеленой массы кормовой культуры (горохо-овсяная смесь) в 1,1-1,9 раза выше, чем без его применения.

Таблица 2. Влияние доз органо-минеральных удобрений и биологической добавки на изменение плотности сложения и общей пористости дерново-подзолистых супесчаных почв в поле-вом опыте

№ в.	Варианты опыта	Слой поч-вы, см	Плотность сложения, г/см ³		Общая пористость, %	
			2011г	2012г	2011г	2012г
1	Контроль	0-20	1,63	1,64	39,6	39,3
		20-40	1,65	1,65	39,6	39,6
2	Фон (N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀)	0-20	1,63	1,63	39,6	39,6
		20-40	1,65	1,65	39,6	39,6
3	Фон +N ₂₅ +T ₂₅	0-20	1,54	1,56	43,0	42,2
		20-40	1,63	1,64	40,3	39,9
4	Фон +N ₂₅ +T ₂₅ + ЭМ	0-20	1,54	1,55	43,0	42,6
		20-40	1,62	1,64	40,7	39,9
5	Фон +N ₂₅ +T ₅₀	0-20	1,51	1,52	44,1	43,7
		20-40	1,61	1,62	41,0	40,7
6	Фон +N ₂₅ +T ₅₀ + ЭМ	0-20	1,48	1,49	45,2	44,8
		20-40	1,60	1,61	41,4	41,0
7	Фон +N ₂₅ +T ₇₅	0-20	1,43	1,45	47,1	46,3
		20-40	1,58	1,59	42,1	41,8
8	Фон +N ₂₅ +T ₇₅ + ЭМ	0-20	1,41	1,44	47,8	46,7
		20-40	1,55	1,56	43,2	42,9
9	Фон +N ₂₅ +T ₁₀₀	0-20	1,40	1,42	48,1	47,4
		20-40	1,52	1,54	44,3	43,6
10	Фон +N ₂₅ +T ₁₀₀ +ЭМ	0-20	1,39	1,41	48,5	47,8
		20-40	1,51	1,54	44,7	43,6
	НСР ₀₅	0-20	0,06	0,05	3,2	2,7

Примечание. Исходные данные по плотности сложения и общей пористости в слое 0-20 см составляют – 1,62 г/см³ и 40,0 % соответственно, а в слое 20-40 см – 1,66 г/см³ и 39,4 %. Во всех вариантах плотность твердой фазы принята – 2,70 г/см³ для слоя 0-20 см и 2,73 г/см³ для слоя 20-40 см.

Таблица 3. Урожайность зеленой массы горохо-овсяной смеси, т/га

№ вар.	Варианты опыта	2011г	2012г
1	Контроль	13,4	14,7
2	Фон (N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀)	17,3	18,5
3	Фон +N ₂₅ +T ₂₅	24,1	22,9
4	Фон +N ₂₅ +T ₂₅ + ЭМ	25,3	24,4
5	Фон +N ₂₅ +T ₅₀	26,7	25,6
6	Фон +N ₂₅ +T ₅₀ + ЭМ	28,3	27,2
7	Фон +N ₂₅ +T ₇₅	29,5	28,1
8	Фон +N ₂₅ +T ₇₅ + ЭМ	31,2	30,0
9	Фон +N ₂₅ +T ₁₀₀	32,3	31,5
10	Фон +N ₂₅ +T ₁₀₀ + ЭМ	33,4	32,2
	НСР ₀₅	1,75	1,40

Заключение

Таким образом, двухлетние экспериментальные данные показали, что внесение минеральных удобрений, навоза, торфа, биологической добавки и их сочетание оказывает положительный эффект на разуплотнение почвы, снижение значений ее плотности и повышение пористости. Также можно сказать, что органические и минеральные удобрения при совместном внесении дополняют друг друга в отношении гумусоаккумулятивной способности почвы, что в свою очередь привело к увеличению урожайности горохово-овсяной смеси. При этом дополнительное применение биологической добавки «Байкал ЭМ-1» оказало благотворное влияние как на разуплотнение почвы, так и на повышение урожайности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войтович, Н.В. Плодородие почв Нечерноземной зоны и его моделирование / Н.В. Войтович. – М.: Колос, 1997. – 388 с.

2. Белоус, Н.М., Драганская М.Г. Пути повышения эффективности удобрений на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская // Бюл. ВИУА, 2001. – № 114. – С. 61-62.

3. Лыков, А. М. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья / А.М. Лыков, А.И. Еськов, М.Н. Новиков. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 630 с.

4. Мамченков, И.П. Сравнительная эффективность навозно-минеральной и минеральной систем удобрений / И.П. Мамченков, Л.С. Мирошниченкова, М.Г. Писарева // Бюллетень ВИУА, 1977. – № 33. – С. 11-21.

5. Физико-химическая модель плодородия серой лесной почвы как информационной основы ее устойчивости к неблагоприятным воздействиям: матер. Междунар. науч. конф. Почвы Азербайджана: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология, Баку, 2012; под ред. Р.Н. Ушакова [и др.]. – С. 1019-1024.

6. Белоус, Н.М. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов. – Брянск, 2006. – 432 с.

УДК 636.2.087.72.37

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 8.08.2013

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕНА В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ОТКОРМЕ

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

Аннотация

Скармливание молодняку крупного рогатого скота на откорме комбикорма КР-3, обогащенного селенитом натрия, способствует повышению среднесуточных приростов бычков и снижению затрат кормов.

Feeding young cattle with the compound feed enriched with selenite of sodium enhances average daily gain of calves and lower feed costs.

Введение

В кормах, производимых в Республике Беларусь, содержание селена в большинстве случаев достигает только порогового (0,05 мг/кг сухого вещества(СВ) или критического уровня (0,01 мг/кг СВ). Проведенные многочисленные исследования указывают на положительное влияние включения селена в рационы, дефицитные по этому элементу, на физиологическое состояние и продуктивность животных [1-3].

Оптимизация норм введения селена в рационы бычков на откорме в республике изучена недостаточно, что и послужило целью исследований.

Основная часть

Цель данных исследований – определить норму ввода и изучить эффективность использования селена в составе комбикормов КР-3 и в рационах при откорме бычков на мясо.

На протяжении всего научно-хозяйственного опыта животные контрольной и опытных групп получали зеленую массу многолетних трав и комбикорм КР-3.

На 1 к. ед. во всех группах приходилось 131-133 г сырого протеина, при норме 133 г. Уровень клетчатки в 1 кг сухого вещества рациона находился в пределах 20,6-21,1 % (норма – 19 %). Кальциево-фосфорное отношение равнялось 1,8:1 (норма – 1,9:1).

Концентрация селена в I, II, III и IV группах составляла: 0,06; 0,1; 0,2 и 0,3 мг/кг сухого вещества рациона соответственно. В 1 тонне премикса для II группы содержалось 11,6 г; III – 37,8; IV – 61 г селенита натрия.

В структуре рациона зеленая масса занимала 60-61%, а комбикорм – 39-40 %.

Анализ гематологических показателей бычков, проведенный в период откорма, показал (табл.1), что включение в состав рациона селена в дозах 0,1-0,3 мг на 1 кг сухого вещества рациона не оказывает отри-

Таблица 1. Состав крови подопытных животных

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	6,49±0,18	7,04±0,21	6,67±0,45	6,98±0,21
Гемоглобин, г/л	93,5±6,3	93,4±7,5	98,0±2,5	87,4±3,3
Общий белок, мМоль/л	82,1±4,1	84,5±3,3	85,5±2,3	86,4±2,8
Щелочной резерв, мг %	553±25	507±31	553±18	480±29
Мочевина, мМоль/л	3,71±0,26	3,76±0,38	3,67±0,18	3,63±0,34
Глюкоза, мМоль/л	3,18±0,21	3,18±0,17	3,15±0,19	3,16±0,22
Кальций, мМоль/л	2,78±0,15	2,75±0,06	2,82±0,12	2,82±0,16
Фосфор, мМоль/л	2,25±0,04	2,28±0,05	2,25±0,05	2,28±0,07
Каротин, мМоль/л	0,013±0,001	0,012±0,0017	0,012±0,002	0,011±0,002

цательного влияния на изучаемые показатели. Это свидетельствует о нормальном течении обменных процессов в организме животных всех групп.

У бычков II группы количество эритроцитов в крови было наибольшим и превышало контрольный показатель на 8,5 %. При введении 0,2 и 0,3 мг селена на 1 кг сухого вещества рациона, повышение данного показателя составило, соответственно 2,8 и 7,5 % ($P>0,05$).

Содержание общего белка в сыворотке крови отражает обеспеченность организма питательными и пластическими веществами. Согласно литературным данным [1], повышение этого показателя напрямую коррелирует с продуктивностью. В данном опыте повышение содержания общего белка в крови животных опытных групп было прямо пропорционально повышаемой дозе селена в рационе. Так, у молодняка II, III и IV опытных групп повышение общего белка в крови относительно контрольных аналогов составило 2,9; 4,1 и 5,2 %.

У животных II и IV групп отмечалось снижение уровня щелочного резерва на 46 и 73 мг/% или 8,3 и 13,2 %, соответственно ($P>0,05$). Введение 0,2 мг селена на 1 кг сухого вещества рациона не оказало заметного влияния на данный показатель.

В крови молодняка III и IV групп отмечалось незначительное снижение количества мочевины и глюко-

ного показателя в крови опытных животных на 7,7-15,4 % ($P>0,05$).

Изучение динамики роста молодняка крупного рогатого скота на откорме показало (табл. 2), что включение в состав рациона различных доз селенита натрия оказало определенное влияние на уровень их продуктивности.

Таблица 2. Динамика изменения живой массы и среднесуточных приростов

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	312,2±4,62	313,4±5,55	315,6±4,07	318,3±4,26
в конце опыта	415,4±7,8	416,2±6,4	428,4±8,5	421,2±7,9
Прирост живой массы:				
валовой, кг	103,2±2,6	102,8±2,2	112,8±3,7**	102,9±2,8
среднесуточный, г	964±24	961±21	1054±33**	962±27
Затраты кормов на 1 кг прироста, к.ед.	9,62	9,42	8,83	9,34

За период проведения опыта масса бычков увеличилась на 102,8-112,8 кг и в конце опыта она была на уровне 415,4-428,4 кг. Наибольшей живой массы в течении опыта (428,4 кг) достигли животные III группы, которые получали в составе комбикорма селен в дозе 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона. Молодняк этой группы обладал и самым высоким среднесуточным приростом, который оказался выше контрольных аналогов (группа I) на 9,3 %. Графическое изображение изменения среднесуточных приростов и затраты кормов на ед. продукции у животных подопытных групп приведено на рис. 1.

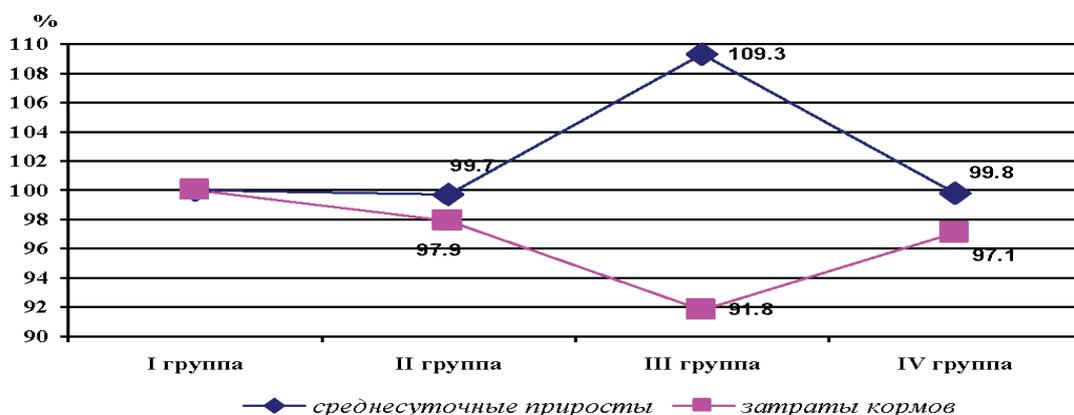


Рисунок 1. Среднесуточные приросты и затраты кормов на единицу продукции по группам, %

Таблица 3. Экономическая эффективность скармливания разных доз селена бычкам в период откорма (цены 2002 г.)

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Стоимость суточного рациона, руб.	832	830	837	832
в т.ч. селенит натрия	-	1,8	3,6	5,4
Стоимость кормов на 1 голову за I фазу, руб.	89024	88810	89559	89024
Валовой прирост, кг	103,2	102,8	112,8	102,9
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	863	864	794	865
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	1199	1201	1104	1202
± к I группе, руб.	-	+2	-95	+3
Получено дополнительно прибыли от повышения продуктивности на голову за период опыта, руб.	-	-206	10716	-309
Получено дополнительно прибыли (- убытка) на 1 голову в год, тыс. руб.	-	-0,7	36,6	-1,1

Среднесуточные приросты бычков II и IV групп оказались практически на одном уровне с контролем.

Уровень продуктивности сельскохозяйственных животных непосредственно связан с оплатой корма продукцией. В результате опыта установлено, что бычки контрольной группы на 1 килограмм прироста расходовали – 9,62 к.ед., молодняк II, III и IV опытных групп 9,42; 8,83 и 9,34 к.ед., соответственно или на 2,1; 8,2 и 2,9 % меньше.

Экономические показатели откорма подопытного молодняка крупного рогатого скота приведены в табл. 3.

Анализ данных экономической эффективности откорма бычков показал, что стоимость суточных рационов не имела существенных различий и колебалась в пределах 830-837 рублей (цены 2002 г). Стоимость селенит натрия составляла 0,22; 0,43 и 0,65 % от стоимости рациона контрольных животных, и, следовательно, не оказала на нее значительного влияния.

Заключение

Доза селенита 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона оказалась наиболее эффективной. В данном

случае получена продукция с наиболее низкой себестоимостью и наибольшим количеством дополнительной прибыли. Так, себестоимость 1 кг прироста уменьшилась на 8 %, получено дополнительной прибыли на 1 голову в год – 36,6 тыс. руб. (цены 2002 г.).

Скармливание комбикорма КР-3 бычкам на откорме, обогащенного селенитом натрия, в количестве, обеспечивающем 0,2 мг селена на 1 кг сухого вещества рациона, способствует повышению среднесуточных приростов на 9,3 % и снижению затрат кормов на 8,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кучинский, М.П. Биоэлементы – фактор здоровья и продуктивности животных: монография /М.П. Кучинский. – Мн.: Бизнесофсет, 2007. – 287 с.
2. Люндышев, В.А. Селен в рационах молодняка крупного рогатого скота / В.А. Люндышев // Агропанорама, 2013. – № 3. – С. 24-25.
3. Радчиков, В.Ф. Нормирование рационов молодняка крупного рогатого скота по селену: монография / В.Ф. Радчиков. – Жодино, 2008. – С. 16-17.

“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 2014 года: для индивидуальных подписчиков - 104850 руб., ведомственная подписка - 146808 руб.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ВОДОРАСТВОРИМОГО УДОБРЕНИЯ РАСТВОРИН НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ

А.С. Бруйло, канд. с.-х. наук, доцент, П.С. Шешко, соискатель (ГГАУ)

Аннотация

Определено влияние некорневого внесения комплексного водорастворимого удобрения растворинов в различных концентрациях рабочих растворов на площадь поперечного сечения штамбов, длину и толщину однолетних приростов деревьев яблони в плодовом саду интенсивного типа.

The influence of not root introduction of complex water-soluble fertilizer dissolved in various concentration of working solutions for the cross-section of trunk, length and thickness of annual increments of apple trees in the orchard of intensive type is defined.

Введение

Яблоня в настоящее время является ведущей плодовой культурой в зоне умеренного климата, а широкая ее популярность обуславливается высокой продуктивностью, качеством плодов и хорошей приспособляемостью к условиям произрастания [1]. Однако в настоящее время потенциал урожайности данной культуры еще далеко не исчерпан и обладает ресурсом дальнейшего его роста за счет пересмотра основных элементов технологии производства ее плодов, в том числе и оптимизации системы минерального питания яблони [2-4].

Доступным и весьма быстрым инструментом удовлетворения потребностей яблони в элементах минерального питания в различные периоды роста и развития растений следует рассматривать некорневое внесение водорастворимых комплексных минеральных удобрений [5-7,8,9], эффективность которого зависит от множества факторов, к числу которых в первую очередь относят и концентрацию рабочего раствора вносимого удобрения.

В исследованиях А.А. Трунова внесение растворимого комплексного удобрения акварин в виде некорневых подкормок в 1%-ой концентрации двукратно в фазу июньского опадения завязей и в период закладки плодовых почек повышало урожайность яблони сорта Богатырь на 60 % по сравнению с контролем, где эти удобрения не применялись. В качестве оптимальной на 1%-ю концентрацию рабочего раствора таких водорастворимых удобрений, как растворинов и акварин, указывают также Л.П. Ульянич [8], О.А. Грезнев [9] и А.В. Седых [10]. В частности ими отмечается увеличение длины однолетнего прироста на 11 %, а площади листовой пластинки до 4-37 % относительно контроля.

Вместе с тем в опытах Т.В. Рябцевой [6] отмечается увеличение площади поперечного сечения штамбов на 9 % у яблони сорта Лучезарное при некорневом внесении акварина в 0,5 %-й концентрации рабочего раствора. Также на необходимость внесения растворинов в 0,5 %-й концентрации указывает и Л.Н. Левчук [16]. В частности, обработки 0,5%-м раствором в фазу формирования листовой поверхности, интенсивного роста и его окончания привели к увеличению диаметра штамба относительно контроля на 8,4 %. Ю.В. Трунов отмечает высокую эффективность некорневого внесения 0,1 %-го раствора акварина двух- и трехкратно на ростовые процессы у яблони, в частности на площадь листовой пластинки, которая увеличивалась у сорта Уэлси на 21 % относительно контроля. Вместе с тем Н.Н. Сергеева [17] указывает, что в результате анализа эффективности некорневых подкормок 0,3%-м раствором акварина при трехкратном его внесении (в начале третьей декады мая, первой декады июня и первой декады июля) у яблони сорта Чемпион не было установлено явных преимуществ действия препарата по сравнению с контролем на процессы роста растений.

Таким образом, имеющиеся в литературе экспериментальные данные по оптимальным концентрациям рабочего раствора комплексных водорастворимых удобрений, вносимых некорневым способом и их влияние на биометрические показатели роста яблони, изучены недостаточно и имеют противоречия, что и побудило авторов к закладке стационарного опыта в плодовом саду по изучению данного вопроса.

Цель работы – определение влияния некорневого внесения различных концентраций рабочих растворов комплексного водорастворимого удобрения растворинов на биометрические показатели роста деревьев яблони в плодовом саду интенсивного типа.

Основная часть

Материалы и методика исследований

Исследования проводились в 2007-2009 гг. в яблонево саду интенсивного типа 2007 года посадки, расположенном на опытном поле Гродненского государственного аграрного университета. Почва опытного участка – агродерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 80...100 см мореным суглинком. В качестве источника макро- и микроэлементов в исследованиях изучались различные формы (А, А₁, Б) удобрений торговой марки «Растворин» Буйского химического завода (РФ), характеристика которых приведена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика комплексных водорастворимых удобрений

Показатели	Форма (марка) удобрений		
	А	А ₁	Б
Внешний вид	Смесь гранул и порошка		
Азот общий, %	10,0	8,0	18,0
В т.ч. N-NH ₂	-	-	-
в т.ч. N-NH ₄	5,0	4,0	9,0
в т.ч. N-NO ₃	5,0	4,0	9,0
P ₂ O ₅ , %	5,0	6,0	6,0
K ₂ O, %	20,0	28,0	18,0
MgO, %	5,0	3,0	-
Микроэлементы, %	Zn-0,01; Cu-0,01; Mn-0,1; Mo-0,001; B-0,01		
Показатель pH	3,0 - 4,5	3,0 - 4,5	3,0 - 4,5
Нерастворимый остаток, %	<0,1	<0,1	<0,1

Объектом исследований являлись деревья яблони сорта Алеся белорусской селекции, позднезимнего срока созревания, который был привит на полукарликовом подвое 54-118. Изучение влияния различных концентраций некорневого внесения раствора на биометрические показатели роста деревьев яблони проводилось в рамках стационарного полевого опыта по следующей схеме: 1. N₉₀P₆₀K₉₀ (фон) + 0,25 %-я концентрация рабочего раствора; 2. Фон + 0,5%-я концентрация рабочего раствора (рекомендации производителя) – контроль; 3. Фон + 0,75 %-я концентрация рабочего раствора; 4. Фон + 1 %-я концентрация

рабочего раствора; 5. Фон + 1,25 %-я концентрация рабочего раствора; 6. Фон + 1,5%-я концентрация рабочего раствора.

Во всех вариантах опыта применяли 4 некорневые обработки комплексными водорастворимыми удобрениями растворов в соответствии со следующими фазами развития цветочной почки: 1-я обработка – в фазу обособления бутонов (D) – растворов марки Б; 2-я обработка – в фазу завязывания плодов (I) – растворов марки Б; 3-я обработка – в фазу роста плодов (размер плода с грецкий орех - L) – растворов марки А; 4-я обработка – после уборки урожая – растворов марки А₁.

При проведении исследований измеряли прирост диаметра и площади поперечного сечения штамба, а также длину и толщину однолетних приростов.

Количество учетных деревьев в каждом варианте опыта – 5 шт., повторность – четырехкратная, подбор деревьев, учеты и наблюдения в исследовании проводили по общепринятым в плодоводстве методам и методикам [10,11-15]. Между учетными делянками и рядами располагали защитные ряды и деревья, учетные делянки вариантов в опыте размещали рендомизированно, а повторностей – сплошным способом [16].

Результаты исследований

Некорневое внесение удобрений является одним из перспективных приемов оперативного управления минеральным питанием яблони, позволяющим регулировать ростовые процессы и плодоношение путем обеспечения растений макро- и микроэлементами в период максимальной потребности в них.

В результате проведенных трехлетних исследований (2007-2009 гг.) установлены закономерности между активностью ростовых процессов у яблони и концентрациями рабочих растворов при некорневом внесении комплексных водорастворимых удобрений растворов.

Данные, представленные в табл. 2, показывают, что некорневое внесение рабочих растворов водорастворимых комплексных удобрений растворов в 0,75%, 1,25%-х концентрациях оказывало существенное влияние на утолщение, а в 1%-й концентрации – и на прирост площади поперечного сечения штамбов. Наиболее значимыми по сравнению с контролем оказались

Таблица 2. Влияние различных концентраций некорневого внесения комплексных водорастворимых удобрений растворов на биометрические показатели роста деревьев яблони (среднее за 2007-2009 гг.)

Вариант опыта	Утолщение штамба, см	Площадь поперечного сечения штамба, см ²	Прирост площади поперечного сечения штамба		Средняя длина однолетних приростов		Средняя толщина однолетних приростов	
			см ²	± к контролю	см	± к контролю	мм	± к контролю
1	0,76	2,56	0,59	+0,02	39,06	-3,63	6,03	-0,27
2	0,75	2,71	0,57		42,69		6,3	
3	0,83	2,97	0,7	+0,13	42,93	+0,24	6,45	+0,15
4	0,88	3,15	0,77	+0,2	46,78	+4,09	6,68	+0,38
5	0,84	3,03	0,71	+0,14	45,64	+2,95	6,63	+0,33
6	0,75	2,61	0,56	-0,01	43,23	+0,54	5,9	-0,4
HCP _{0,5}	0,1	0,52	0,17		1,37		0,27	

утолщение, площадь поперечного сечения и ее прирост в 4 варианте опыта при внесении 1% – го раствора этого удобрения.

Некорневое внесение водорастворимого комплекса макро- и микроэлементов в форме раствора во всех вариантах опыта существенно влияло на длину (от 42,93 до 46,78 см) и толщину однолетних приростов (от 6,3 до 6,68 мм). Данные табл. 2 показывают, что под влиянием некорневого внесения раствора в 1 %-й концентрации однолетний прирост увеличивался в длину на 4,09 см относительно контроля, или на 9,8 % соответственно, а в толщину – на 0,33 мм (6,03 %) соответственно.

Заключение

Таким образом, повышение концентрации рабочих растворов комплексного водорастворимого удобрения растворов от 0,5 % до 1%-й при четырехкратном некорневом его внесении увеличивало утолщение, площадь поперечного сечения штамбов и ее приростов, длину и толщину однолетних приростов, а дальнейшее их повышение до 1,5%-й концентрации приводило к некоторому снижению изучаемых биометрических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, З.А. Изучение сортов яблони украинской и польской селекции на пригодность к возделыванию в условиях Беларуси / З.А. Козловская, С.А. Ярмолич, Г.М. Марудо // Плодоводство: науч. труды / Национальная академия наук Беларуси, РУП «Институт плодоводства». – Самохваловичи, 2010. – Т. 22. – С. 9-15.

2. Система применения удобрений: учеб. пособ. / В.В. Лапа [и др.]; под научн. ред. В.В. Лапы. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 416 с.

3. Самусь, В.А. Адаптивная интенсификация плодоводства Беларуси [Текст] / В.А. Самусь // Плодоводство: науч. труды / Национальная академия наук Беларуси, Институт плодоводства НАН Беларуси. – Самохваловичи, 2004. – Т. 16. – С. 7-15.

4. Экологизация интенсивного яблоневого сада / Е.Н. Седов [и др.] // Экологическая оценка типов высокоплотных плодовых насаждений на клоновых подвоях: материалы II междунар. симпозиума, посвященного 80-летию со дня рождения А.С. Девятова / РУП «Институт плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2003. – 170 с.

5. Боровик, Е.С. Влияние некорневого внесения бора и кальция на рост и развитие яблони в плодоносящем саду / Е.С. Боровик // Экологическая оценка типов высокоплотных плодовых насаждений на клоновых подвоях: матер. II междунар. симпозиума. – Минск, 2003. – С. 110-112.

6. Рябцева, Т.В. Эффективность некорневого внесения различных водорастворимых микро- и макроудобрений и полифункционального биопрепарата Экосил в саду яблони / Т.В. Рябцева, Т. М. Костюченко, Н.Г. Капичникова // Плодоводство: науч. труды / Национальная академия наук Беларуси, РУП «Инсти-

тут плодоводства». – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 99-111.

7. Рябцева, Т. В. Экономическая эффективность некорневого внесения водорастворимых удобрений в саду яблони / Т. В. Рябцева, Т. М. Костюченко, Н. Г. Капичникова // Пути реализации потенциала высокоплотных плодовых насаждений: матер. Междунар. науч. конф., пос. Самохваловичи, 1 июля – 15 августа 2008 г. / Нац. академия наук Беларуси, РУП «Институт плодоводства». – Самохваловичи, 2008. – С. 97-100.

8. Ульянич, Л.П. Агротехнологические приемы управления продуктивностью яблони в предгорной зоне Краснодарского края: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07/ Л.П. Ульянич. – Краснодар, 2007. – 155 л.

9. Грезнев, О.А. Эффективность системы некорневого минерального питания яблони в условиях ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07/ О.А. Грезнев; Мичуринский гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2008. – 22 с.

10. Седых, А.В. Повышение эффективности выращивания посадочного материала яблони при использовании некорневых подкормок комплексными удобрениями: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / А.В. Седых. – Мичуринск, 2008. – 121 л.

11. Кондаков, А.К. Методические указания по закладке и проведению полевых опытов с удобрениями плодовых и ягодных культур. – Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1978. – 48 с.

12. Потапов, В.А. Программа и методика исследований по вопросам почвенной агротехники в интенсивном садоводстве: метод. рекомендации. – Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1976. – 104 с.

13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Е.Н. Седов [и др.]; под ред. Е.Н. Седова. – Орел: Всерос. науч.-исслед. институт селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.

14. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Г.А. Лобанов [и др.]; под ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1973. – 496 с.

15. Учеты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями: метод. рекоменд. – Умань: Уманский с.-х. ин-т им. А.М. Горького, 1987. – 115 с.

16. Левчук, Л.Н. Влияние некорневой подкормки макроэлементами на рост, урожайность, функциональное состояние деревьев и лежкость плодов яблони сорта Аскольда / Л.Н. Левчук [и др.] // Роль отрасли плодоводства в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого экономического роста: матер. Междунар. науч. конф., пос. Самохваловичи, 23-25 августа 2011 г. / Национальная академия наук Беларуси, РУП «Институт плодоводства». – Самохваловичи, 2011. – С. 192-196.

17. Сергеева, Н.Н. Использование некорневых подкормок в технологии производства посадочного материала плодовых культур / Н.Н. Сергеева, В.А. Алферов / Инновационные технологии в питомниководстве: матер. междунар. науч.-практ. конф., пос. Самохваловичи, 15 июня – 31 июля 2009 г. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – 179 с.

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ В ВОПРОСАХ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЗЕРНА

О.Ю. Чигарев, канд. техн. наук (Институт технологии и природопользования, г. Фаленты, Респ. Польша); Е.М. Прищепова, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

Исследуется упруговязкая модель зерна пшеницы при деформировании плоскими штампами и вальцами плющилки. Приведены выражения для определения вязкости зерна, силовых характеристик напряженного состояния.

Elastoviscous model of wheat grain deformation of flat stamps and rolls conditioner is being investigated. The expressions for definition of viscosity of grain, power characteristics of stressed state are given.

Введение

Энергетическим проблемам технологии плющения зерна в последнее время уделяется большое внимание, как в нашей стране, так и за рубежом. Одной из последних научных работ в этой области была публикация по определению мощности электропривода вальцовый плющилки [1], где получены зависимости для расчета мощности плющилок при различных значениях диаметров вальцов, межвальцового зазора. Для того чтобы оценить экономические эффекты переработки зерна в процессе приготовления кормов для животноводства и птицеводства, следует определить энергоёмкость процесса его дробления. На данную операцию в приготовлении промышленных кормов затрачивается 30-70 % энергии, потребляемой на весь процесс их производства [2]. Несмотря на несложную механическую схему плющения зерна, остается немало вопросов, решение которых сможет помочь в выборе оптимальной по энергозатратам технологии. Это, прежде всего вопросы, связанные с выбором физико-механической модели зерна и изучения его напряженного и деформированного состояния в условиях сжимаемости плоскими штампами и вальцами. В этом случае можно оценить энергию, необходимую для работы сдавливающего устройства, и энергию, затраченную непосредственно на процесс сдавливания зерна [3-5].

В данной работе предлагается реологическая модель зерна, которая, на взгляд авторов, учитывает его основные механические параметры, которые влияют на деформирование. Представлены выражения для определения силовых характеристик при плющении зерна плоскими плитами прочностной машины Инстрон и вальцами плющилки.

Основная часть

Известно, что зерно имеет очень сложную структуру. Из работы Романьского [3] вытекает, что на процесс деформирования зерна в большой степени влияют такие механические свойства как упругость и вязкость. Упругость связана с первым этапом механического нагружения зерна, а вязкость с последу-

ющими этапами возрастания нагрузки. Исследования [4] плющения зерна на прочностной машине Инстрон показали, что данный процесс можно описывать обобщенной моделью Кельвина-Фойгта. Форму зерна, которое находится между плоскими плитами прочностной машины, приближенно можно принять за эллипсоид с полуосями a, b, c (рис. 1).

Тогда объем зерна будет

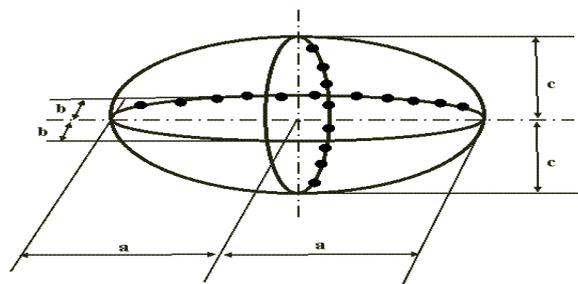


Рисунок 1. Форма зерна в виде эллипсоида с полуосями a, b, c

$$V = \frac{4}{3} \pi abc \quad (1)$$

Плотность зерна

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (2)$$

где m – масса зерна, кг;

V – объем зерна, м^3 .

Для определения изменения плотности зерна можно использовать выражение

$$\rho_l = \frac{\rho}{1 - \varepsilon}, \quad (3)$$

где ρ_l – плотность зерна после плющения, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ε – относительная деформация зерна, которое определяется как

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}, \quad (4)$$

где Δl – абсолютная деформация зерна, м;

$l = 2c$ – толщина зерна до деформирования, м.

Реологическая связь между напряжениями и относительной деформацией зерна примет следующий вид [6]:

$$\sigma = \varepsilon E + \gamma \varepsilon \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad (5)$$

где E – коэффициент упругости зерна, МПа;
 γ – коэффициент вязкости зерна, МПа · с;
 t – время процесса деформирования, с;
 σ – напряжение в зоне контакта плиты Инстрона и поверхности зерна, МПа.

Обозначим через a и b границы контакта зерна и плиты Инстрона, которые будут определяться силой давления P_{zg} , со стороны Инстрона. Приблизительно считаем, что пятно контакта есть круг диаметра $2b$. Во время плющения зерна пятно контакта растет, а толщина l уменьшается до достижения Инстроном заданного максимального давления.

Зависимость силы давления плиты Инстрона от напряжения на поверхности контакта

$$P_{zg} = \int_0^{\varepsilon} \sigma \cdot s \cdot d\varepsilon, \quad (6)$$

где s – площадь поверхности контакта зерна с плитой деформатора ($s = \pi \cdot ab$), мм².

Предположим, что скорость деформации постоянная, то есть $\frac{d\varepsilon}{dt} = v = const$, тогда формула (6)

примет вид

$$P_{zg} = \int_0^{\varepsilon} \varepsilon (E + \gamma \cdot v) \cdot s d\varepsilon. \quad (7)$$

После интегрирования имеем

$$P_{zg} = \frac{s \varepsilon^2}{2} \cdot (E + \gamma \cdot v). \quad (8)$$

Параметры P_{zg} , ε , v определяем экспериментальным путем с помощью Инстрона. Из уравнения (8) мы можем найти только одно неизвестное из трех (γ , E и s), два других должны быть известны. При изучении процесса плющения зерна пшеницы сорта Корвет на Инстроне были определены средние параметры процесса плющения: $P_{zg} = 3000$ Н, $l = 0.003$ м, $\Delta l = 0.0026$, $s = 0.00001$ м². Модуль упругости для следующих сортов пшеницы – Ява, Корвет, Крис, Микон, Саква был взят из работы [3]. На рис. 2, а, б, в показана зависимость коэффициента вязкости от изменения коэффициента упругости при разной продолжительности процесса плющения выбранных сортов пшеницы.

Из рис. 2 видно, что коэффициент вязкости зерна зависит от времени плющения. Чем больше время плющения, тем больший коэффициент вязкости. Процесс плющения для нижней части зерна будет идентичным. Работа, затраченная на деформирование зерна, будет

$$dA = \sigma d\varepsilon, \quad (9)$$

где A – работа, отнесенная к объему зерна, Мпа/м³.

Аналогично работа определяется при деформировании зерна в плющилке.

Для теоретических расчетов параметров процесса плющения зерна рассмотрим механизм, показанный на рис. 3, который является упрощенной схемой производственных зерноплющилок.

Деформирование различных точек зерна по горизонтали происходит по траектории жесткого обода вальца. Абсолютная деформация точек зерна по горизонтали будет

$$x = r(1 - \cos \alpha),$$

где α – угол деформации зерна, рад;

$r = D/2$ – радиус вальца, м.

Определим абсолютную скорость деформирования точек зерна в этом направлении

$$V_x = r \omega \sin \alpha, \quad (10)$$

ω – угловая скорость вальца, с⁻¹.

Относительная деформация

$$\varepsilon_x = \frac{2r(1 - \cos \alpha)}{\mu}. \quad (11)$$

И скорость деформирования

$$\frac{d\varepsilon_x}{dt} = \frac{2r \omega \sin \alpha}{\mu}. \quad (12)$$

Связь между напряжениями и деформациями в зоне контакта будет

$$\sigma = \varepsilon_x E + \gamma \varepsilon_x \frac{d\varepsilon_x}{dt}. \quad (13)$$

Максимальная граница деформирования зерна вдоль оси y будет

$$y = r \sin \alpha \quad (14)$$

Если предположить, что пятном контакта будет окружность, то площадь пятна определится

$$s_y = \pi \frac{y^2}{4} = \pi \frac{r^2 \sin^2 \alpha}{4}. \quad (15)$$

Силы, распределенные вдоль контакта

$$P_{zg} = \int_0^{\varepsilon} \sigma \cdot s_y \cdot d\varepsilon_x. \quad (16)$$

Можно считать скорость деформирования зерна постоянной $\dot{\varepsilon}_x = const$, тогда

$$P_{zg} = \int_0^{\varepsilon} (\varepsilon_x E + \gamma \varepsilon_x \dot{\varepsilon}_x) \frac{\pi}{4} r^2 \sin^2 \alpha d\varepsilon_x. \quad (17)$$

Выводы

Представлена реологическая модель зерна пшеницы, которая учитывает упругие и вязкие свойства в процессе деформирования

Получена зависимость силы давления плиты прочностной машины Инстрона от контактного напряжения. Из полученного выражения можно определить вязкость зерна.

Получена зависимость силы давления вальца плющилки от напряжения в зоне контакта. Контактное

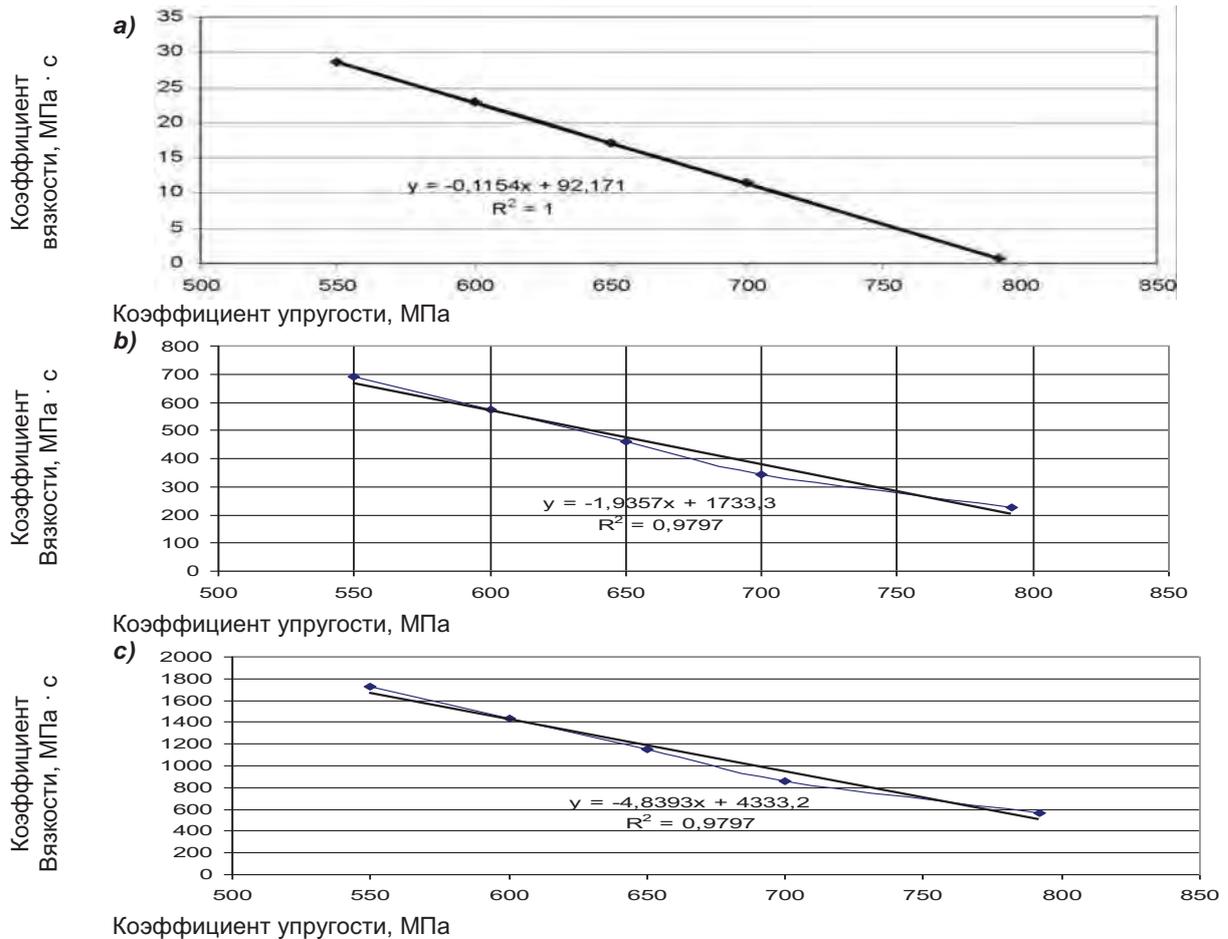


Рисунок 2. Зависимость параметра вязкости от изменения модуля упругости зерна пшеницы за время его плющения а) $t=0,1$ с б) $t=2$ с в) $t=5$ с. при указанных на графиках коэффициентах уравнения линейной регрессии $y = y(x)$

напряжение учитывает упруговязкие свойства зерна пшеницы, площадь контакта, скорость деформирования, размеры вальца и угол деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дайнеко, В.А. Теоретическое обоснование мощности электропривода вальцовой плющилки / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова, Н.А. Воробьев // Агропанорама, 2012. – №4. – С. 18-29.
2. Janiak, G. Laskowski, J. 1996. Metodyka określania cech wytrzymałościowych ziarna dla potrzeb procesów przetwórstwa. Biul. Nauk. Przem. Pasz. XXXV N.1. – S. 45-58,
3. Romański, L Analiza i modelowanie procesu zgniatania ziarna pszenicy. Zeszyty Naukowe AR Wrocław. Nr 494. Rozprawy CCXX. ISSN 0867-7964; 0867-1427, 2004. – S. 108.
4. Chigrev, O. Romański, L., 2009. Opredelenije dinamiczeskich i procnostnyh swojstw plusczenija zerna. st. 244-248 Mieždunarodnaja nauczno-practiczeskaja konferencija / BGATU, Minsk.

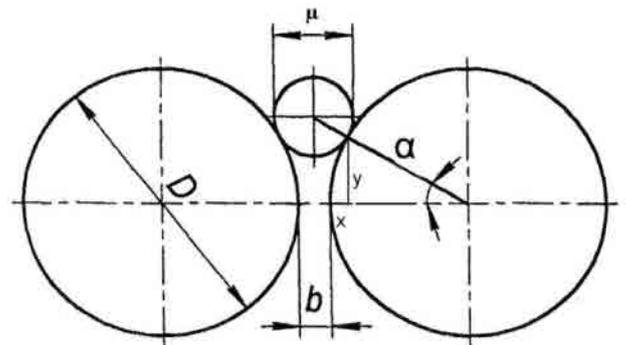


Рисунок 3. Упрощенная схема зерноплющилки

5. Chigrev, O. Model matematyczny procesu deformacji ziarna przy jego zgniataniu. Bioagrotechnical Systems Engeniiring. Politechnika Warszawska Płock. – Vol.6, ISBN 978-83-62081-40-0, 2010. – S. 13-19.
6. Ишлинский, А.Ю. Прикладные задачи механики / А.Ю. Ишлинский. – М.: Наука, 1986. – Т. 1. – С. 372.

ВОЗМОЖНОСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭКСПОРТООРИЕНТИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Н.А. Прокопьев, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ); Е.М. Валялкина, научн. сотр. (РУП «Институт мясо-молочной промышленности»)

Аннотация

Даны аргументированные предложения по рациональному получению и переработке молока. Обозначен базовый уровень требований к организации в Беларуси высокотехнологичного производства коровьего молока не ниже высшего сорта. На примере СП «Унибокс» ООО показаны реальные возможности эффективного производства молока коровьего сорта «экстра».

The reasoned offers on rational receiving and milk raw materials processing are given. The basic level of requirements to the organization of hi-tech production of cow milk not below the premium in Belarus is designated. On an example of JV Uniboks of a limited liability corporation real possibilities of effective production of milk of a cow grade "extra" are shown.

Введение

Производство коровьего молока как сырьевого ресурса, обеспечивающего устойчивое развитие Республики Беларусь, должно быть экономически выгодным. Для промышленной переработки коровье молоко в нашей стране закупают в соответствии с требованиями СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» [1]. Анализируя результаты деятельности субъектов хозяйствования в молочной отрасли, можно сделать вывод, что имеется определенная база для организации безубыточных молочных производств в рамках действующих в стране требований [2].

Стабильное обеспечение молокоперерабатывающих предприятий сырьем требуемого качества возможно лишь при условии соответствующего уровня организации его производства и закупок, а также наличия оборотных средств, зарабатываемых в результате эффективной переработки и реализации готовой продукции, когда каждый субъект хозяйствования в цепи (производитель, переработчик молока и продавец молочной продукции) заинтересован в получении максимальной прибыли от конечных результатов переработки молока. В вопросе обеспечения перерабатывающих предприятий молоком требуемого качества важное значение имеет проведение эффективной оценки качества закупаемого молока и стимулирующий характер оплаты за реализованное молоко.

Мировая практика свидетельствует: для того чтобы можно было с уверенностью утверждать, что молоко-сырье отвечает всем предъявляемым требованиям к качеству и безопасности, необходимо постоянно совершенствовать процесс его производства и первичной обработки, используя последние мировые достижения и внедряя современные высокоэффективные технологии. В то же время, затраты на получение конечного продукта должны быть приемлемыми и экономически обоснованными.

Опыт передовых стран показывает, что можно получать высокие удои безопасного и качественного молока при достаточно низкой себестоимости его производства. Важная роль при этом отводится используемым технологиям и правильной организации производственного процесса.

В мире накоплен огромный опыт рентабельного производства высококачественного коровьего молока как на небольших (до 100 голов) и средних (100-500 голов), так и на крупных (свыше 500 голов) сельхозпредприятиях. Подобный опыт необходимо как можно шире применять в нашей стране. Следовательно, нелишним будет показать на реальных примерах, как можно снижать затраты, повышая удои и качество молока. В данной статье анализируется опыт СП «Унибокс» ООО по организации рентабельного производства коровьего молока (в 2011 г рентабельность составила около 50%), когда при высоких удоях практически вся полученная продукция реализуется сортом «экстра». На этом предприятии организован филиал кафедры технологии и механизации животноводства БГАТУ.

Руководство Республики Беларусь заинтересовано в стабильной работе молочной отрасли. С этой целью проводятся мероприятия по совершенствованию организации производства, чтобы молоко-сырье и продукты его переработки соответствовали запросам их потребителей как внутри страны, так и за рубежом.

Основная часть

Государственная политика Республики Беларусь в области сельского хозяйства ориентирована на обеспечение устойчивого развития молочной отрасли, снижение затрат, повышение производительности при стабильно положительной рентабельности.

Роль науки в области рационального получения и переработки молока-сырья заключается в том, чтобы как можно полнее ознакомиться и проанализировать передовой опыт в области мирового производ-

ства молока-сырья, его переработки и реализации, а также переработать применительно к нашим возможностям тот опыт, который позволил достичь наивысших результатов, в том числе при соответствующей поддержке со стороны государства. Научные школы, работающие как в области производства молока, так и его переработки, только при наличии необходимого научного потенциала, работая под единым руководством и имея общие цели по эффективному производству молока и молочной продукции, способны достичь поставленных целей. Формы научных организаций могут быть различными: фундаментальная и прикладная академическая, отраслевая наука, наука в агропромышленных объединениях, учебных заведениях, а также в коммерческих организациях (бизнес-центры и бизнес-инкубаторы). При этом вопросы внедрения научных разработок должны решаться оперативно и механизм внедрения должен быть также научно проработанным и иметь поддержку со стороны государственных структур.

Природно-климатические условия, географическое расположение и устойчивый спрос позволяют в Республике Беларусь наращивать производство коровьего молока, особенно если решить проблему его безопасности, т.е. исключения попадания в молоко средств лечения и обработки животных, токсичных элементов и радионуклидов, и проблему эффективного обеспечения требуемого качества молока для производства экспортоориентированной продукции. Ввиду того, что коровьего молока производится почти в 3 раза больше, чем необходимо для внутреннего потребления, положительная рентабельность в значительной степени обеспечивается за счет реализации произведенных молочных продуктов за рубеж. Поэтому, чтобы не было препятствий для поставок молочных продуктов за пределы республики, большая часть закупаемого молока-сырья должна соответствовать уровню мировых стандартов качества (сорт «экстра» по СТБ 1598).

Основной экспортоориентированной молочной продукцией для нашей страны являются сычужные сыры, сгущенные и концентрированные молочные консервы, стерилизованное молоко, сухое молоко, молочно-сывороточные, сывороточные, молочно- и сывороточно-белковые концентраты. Для производства этой продукции должно использоваться молоко, отвечающее требованиям, предъявляемым к сорту «экстра», дополнительно предъявляются требования по сырости (сыры), термоустойчивости (консервы), белковому составу (концентраты) [3-5].

Очень большие средства уже вложены и немало средств планируется затратить в ближайшие годы на строительство новых молочно-товарных ферм и оснащение их технологическим оборудованием на уровне последних мировых достижений, техническое перевооружение и модернизацию производств коровьего молока и его переработку. Применяемые в мировой практике современные технические средства и технологические решения позволяют обеспечивать высокие надои и тот уровень качества свежесвыдоенного молока, который заложен генотипом коровы, обеспечивать

его безопасность и безвредность, не снижая при этом эффективности производства молока.

Современные системы и технологии производства молока будут успешно внедряться и функционировать в нашей стране только в том случае, если смогут давать реальную возможность повышения рентабельности у сельхозтоваропроизводителя. Важнейшим элементом повышения рентабельности предприятия по производству коровьего молока является увеличение количества и улучшение качества получаемого молока при одновременном снижении непрямых затрат (рис. 1).

Плохие условия содержания коров, когда животное часто испытывает стресс, высокая температура и влажность, несвоевременное удаление навоза, несбалансированный рацион кормления, некачественные корма, несвоевременное и некачественное лечение способствуют повышению заболеваемости у животных и, как следствие, снижению удоев и ухудшению качества молока.

Главная задача сельхозпроизводителя молока заключается в поставке на реализацию молока, приближенного к качеству свежесвыдоенного. Цена такого молока наивысшая, однако затраты на его производство во многих случаях не позволяют иметь положительную рентабельность, поэтому пока в нашей стране очень мало сельхозпредприятий, производящих молоко такого качества. Однако для изготовления экспортоориентированной продукции, молоко с качеством, как у сорта «экстра», просто необходимо, и поэтому каждая реальная возможность его эффективного производства должна поощряться со стороны государства и такой опыт должен распространяться при поддержке государства как можно шире.

Высокая продуктивность и высокое качество молока-сырья – это два самых важных фактора достижения высокой рентабельности. Главное – уметь снизить затраты производства до минимальных значений. С учетом анализа факторов, определяющих рентабельность предприятия-производителя, можно определить базовый уровень требований к организации высокотехнологичного производства коровьего молока не ниже высшего сорта (рис. 2).

В организации такой деятельности по получению молока положительно зарекомендовало себя в мировой практике внедрение систем менеджмента качества с элементами НАССР.

Некоторые способы достижения высокой продуктивности дойного стада представлены на рис. 3.

Общие требования к молоку коровьему, закупаемому для переработки, которыми руководствуются все производители и переработчики молока в нашей стране, сформулированы в СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» [1]. Данный стандарт разработан специалистами РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с учетом установившейся практики закупки молока для промышленной переработки.

Особое значение в сохранении качества свежесвыдоенного молока до момента его закупки имеет то, как осуществляется процесс доения, сбора, первичной обработки и хранения молока.

Эффективность обеспечивается				
снижением необоснованных затрат		повышением удоев		улучшением качества молока
что положительно сказывается				
на снижении удельных затрат	повышении производительности труда	снижении себестоимости молока	повышении рентабельности производства	
Пути достижения результатов ресурсоэффективности производства				
Оптимизация численности дойного стада	Поддержание высокого уровня здоровья коров	Своевременность осеменения коров	Научно обоснованное продление сроков репродукции коров	
Подготовка ремонтного молодняка с требуемым генетическим потенциалом	Эффективная выбраковка коров с низкой продуктивностью	Высокотехнологичное обеспечение производства молока	Эффективная система управления стадом с обеспечением необходимого уровня компьютеризации и качества программного обеспечения технологии производства молока	
Обеспечение необходимыми производственными помещениями по площади, объему и условиям содержания коров		Высокий уровень организации кормопроизводства и кормообеспечения животных	Высокий уровень ветеринарного обслуживания животных	Обеспечение требуемого уровня гигиены производства
Применение высокоэффективного технологического оборудования				
по приготовлению кормов и кормораздаче		по навозоудалению	по доению	по очистке и охлаждению молока
Проведение эффективного контроля				
за качеством кормов, соблюдением рациона и правильностью кормления, полнотой поедания корма	гигиеническим состоянием производственных помещений	санитарным состоянием обслуживающего персонала и уровнем его здоровья	состоянием здоровья коров	величиной удоя
качеством свежесвыдоенного молока	безопасностью молока	качеством молока при хранении	количеством и качеством молока при отгрузке	

Рисунок 1. Звенья системы обеспечения эффективности работы предприятия по производству коровьего молока

Оптимизация структуры стада и поголовья дойных коров с учетом их продуктивности	Проведение полноценной селекционно-племенной работы, направленной на воспроизводство и ремонт дойного стада	Стабильное обеспечение поголовья КРС кормами высокого качества, сбалансированное кормление и соблюдение структуры рационов с учетом удойности, состава и качества молока	Наличие помещений для содержания дойного стада, способствующих повышению удойности на фоне хороших показателей состояния здоровья животных	Соблюдение регламентных условий содержания коров и квалифицированное ветеринарное обслуживание дойного стада, своевременное выявление различных отклонений в состоянии здоровья коров и обслуживающего персонала, исключение их влияния на качество производимой продукции
Наличие и правильная эксплуатация доильного оборудования, не снижающего качество свежесвыдоенного молока, обладающего возможностью отделения от общего объема молока, не соответствующего требованиям качества и безопасности (загрязненные первые струйки, молоко от больных животных и т.д.)		Наличие и правильное применение технологического оборудования для максимально возможного сохранения качества свежесвыдоенного молока в процессе его сбора, первичной обработки (очистка от механических примесей, охлаждение) и хранения		Слаженная работа всех участков производства при ведущей роли лаборатории в выполнении требований санитарии, улучшении качества молока и обеспечении его безопасности

Рисунок 2. Базовый уровень требований к организации высокотехнологичного производства коровьего молока не ниже высшего сорта

Повышение уровня технического оснащения ферм и надежности применяемых комплексов машин	Соблюдение технологических и санитарно-гигиенических режимов	Применение новых ресурсосберегающих технологий производства кормов, подготовка сбалансированных кормовых смесей, хорошее качество кормов	Использование современных высокоэффективных способов механизации приготовления и нормированной раздачи кормов с учетом продуктивности животных	Комплектование дойного стада животными, генотип которых в максимальной степени отвечает потребностям хозяйства	Создание комфортных условий содержания коров, обеспечение оптимальных параметров микроклимата в помещениях
--	--	--	--	--	--

Рисунок 3. Способы достижения высокой продуктивности дойного стада

На этапах от дойки до закупки молока достаточно много, так называемых, критических точек, связанных со снижением качества и безопасности молока. Так, некачественная очистка соска создает риск попадания в молоко посторонней микрофлоры. Невозможность своевременного анализа и сдаивания в отдельную емкость первых струй молока предопределяет попадание в сборное молоко молока с повышенным содержанием микрофлоры. Большая протяженность, сложная конструкция, некачественный монтаж и, соответственно, сложность проведения эффективной санитарной обработки молокопровода от стакана доильной установки до емкости сбора молока приводит также к созданию условий для повышенной загрязненности молока и контаминации его различной микрофлорой. Некачественная или недостаточная очистка молока приводит к созданию благоприятных условий для размножения попавших в молоко микроорганизмов, среди которых могут оказаться и патогенные. По этой причине в нашей стране не разрешено производить переработку молока, которое не проходит пастеризацию или иную термообработку, инактивирующую патогенную микрофлору. Необеспечение правильного, т.е. быстрого, и в потоке охлаждения молока до температуры не выше 10°C, а также смешивание охлажденного и неохлажденного молока приводит к сокращению бактерицидной фазы молока. Этап хранения, включая транспортирование молока до закупки, является очень важным с позиции исключения попадания в молоко каких-либо загрязнений и минимизации условий для бурного развития и роста той микрофлоры, которая попала в свежесвыдоенное молоко на предыдущих этапах. Особенно большое значение имеет этот этап в обеспечении качества молока, если закупка молока производится не на ферме и его необходимо перевезти в место закупки.

У каждого сельхозтоваропроизводителя свои условия производства молока и единых для всех мероприятий для устранения причин снижения качества закупаемого молока быть не может. Однако с помощью действенной системы менеджмента качества с элементами НАССР для обеспечения качества выпускаемой продукции конкретный механизм обеспечения качества закупаемого молока может быть создан.

По оценкам специалистов, на 60-70 % уровень удоев и качественные характеристики молока зависят от полноценности кормления коров. В области кормления имеется наиболее существенный резерв снижения непроизводительных затрат. Примеров влияния рационов, состава кормов на качество и технологические свойства молока очень много, такая информация достаточно подробно изложена в специальной литературе. Важно, чтобы рацион был научно обоснованным, корма качественными и корова съедала все корма, предусмотренные рационом. К тому же составлением рационов должны заниматься только подготовленные специалисты и для этих целей в мировой практике используются специальные компьютерные программы в составе систем управления коровьим стадом.

В настоящее время очень важным является применение на молочной ферме эффективных средств

управления, которые упрощают работу персонала, обеспечивают своевременный анализ текущей ситуации, сбор и хранение информации, необходимой для долгосрочного планирования. Для эффективного управления стадом с высокой степенью минимизации непроизводительных затрат необходимо в деталях знать состояние каждого животного и принимать решения на основе ежедневно обновляемых данных. Автоматизированный сбор данных представляет собой современный способ получения информации о животных на ферме. В зарубежной практике средства управления стадом в основном базируются на компьютеризированных системах с удобным программным обеспечением. Необходимо, чтобы отечественных разработок в этой области было больше.

Реальность такова, что каждый субъект хозяйствования молочной отрасли имеет свой материальный интерес при производстве продукции и ее реализации, не всегда совпадающий с государственными интересами. Однако за формирование устойчивого развития страны в ответе государство и поэтому его интересы выше интересов отдельных субъектов хозяйствования. Поэтому только передовой опыт, подтвержденный научным анализом, поощряемый со стороны руководства государства, должен наиболее широко распространяться и применяться. В настоящее время это опыт таких молочно-товарных ферм и комплексов, которые реализуют более 90 % молока сорта «экстра»: все новые фермы в Гомельской области (100 % молока по итогам работы за 2011 г.), Могилевской (98,3 %) и Минской (97,6 % молока).

С целью изучения опыта работы передовых ферм рассмотрим, как функционирует молочно-товарный комплекс в деревне Чернова Червенского района Минской области, на котором в 2011 г. с рентабельностью около 50 % произведено более 96 % молока сорта «экстра».

Этот комплекс входит в группу компаний «Унибокс» с совместным белорусско-итальянским капиталом. Группа компаний «Унибокс» объединяет 8 совместных предприятий, специализирующихся на производстве самой разнообразной продукции: от пивных пробок до железобетонных конструкций, а также на выпуске разнообразной современной техники для эффективного растениеводства и животноводства. Причем, кроме качественной техники предлагаются прогрессивные технологии производства сельскохозяйственной продукции. Специалисты группы компаний разработали и предлагают такие технологические решения, которые позволяют в кратчайшие сроки достигать высоких показателей эффективности производства молока. У всех хозяйств, использующих вместе с технологией «Унибокс» доильное оборудование, изготовленное Группой компаний «Унибокс», зарегистрировано увеличение объемов и качества производимого молока, снижение заболеваемости животных, сокращение трудозатрат.

За счет чего получены высокие достижения на комплексе в деревне Чернова?

Основа всего – это правильность постановки целей и задач руководством предприятия (ген. Директор

Русан С.Г.) и их умение работать с коллективом. Это предприятие располагает соответствующей материально-технической базой, отвечающей современным требованиям, где эффективно применяют разделение труда и контроль технологических процессов используя систему менеджмента качества.

В основу повышения эффективности производства молока на предприятии положено технико-технологическое переоснащение. За последние годы возведено несколько новых блоков для содержания молочного стада, проведена реконструкция более старых коровников и других технических объектов. Строительные конструкции и большая часть оборудования для фермы произведены на предприятиях, входящих в Группу компаний «Унибокс».

Для комплектования дойного стада отобрано 140 высокопродуктивных коров. К ним докупили 100 телок голштинской породы. Технологию приобретали за рубежом, т.к. действующие в нашей стране регламенты, определяющие производство коровьего молока, не в полной мере позволяют получать высококачественное молоко ресурсоэффективными способами.

За счет обеспечения надлежащего ухода и научно обоснованного кормления дойного стада и ремонтного молодняка предприятию удалось свести к минимуму заболеваемость коров, значительно повысить удои и качество молока. На основе новейших рекомендаций науки здесь оптимизирована структура кормов, а также технология их приготовления. Для кормления скота используются кормовые смеси, сочетающие различные компоненты, добавки, микроэлементы и т.д. Расчет рационов, базирующихся на энергетических и биохимических показателях кормов, проводится с помощью компьютерной системы.

Для приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей применяются мобильные многофункциональные агрегаты, что дает возможность не только оптимизировать рацион и полностью удовлетворить потребность животных в питании, повысить их продуктивность, но и на базе одной машины комплексно механизировать процессы загрузки, транспортировки, измельчения и смешивания кормов, их взвешивания и дозированной раздачи.

На предприятии учитывают, что важнейшим фактором, определяющим состав и свойства молока, его пригодность для промышленной переработки, является рацион кормления дойного стада, научно обоснованный, в максимальной степени отвечающий физиологическим потребностям животного. Цель приготовления полнорационных кормовых смесей – обеспечить корове такое качество корма, чтобы она съела его без остатка, сохранив при этом высокую продуктивность, качество молока, свое здоровье и долголетие. Рацион должен быть сбалансирован так, чтобы корм в рубце находился в течение оптимального времени (8-10 часов).

Кормовой рацион на предприятии составляют в виде кормовых смесей. Если один или несколько элементов питания поступают с кормом в недостаточной степени, то корова для образования молока вынуждена расходовать запасы собственного организма. Это осо-

бенно проявляется на первом этапе после отела и в период раздоя, поэтому важно знать, как животное будет реагировать на потребленный корм, количество которого рассчитывается с учетом содержания в нем энергии и питательных веществ.

Концентрированные добавки являются рентабельными до тех пор, пока корова из 1 кг концентрата с уровнем энергии 6,7 МДж/ЧЭЛ/кг/СВ производит 2 кг молока. Но концентратами на предприятии не злоупотребляют, т.к. учитывают их отрицательное влияние на активную кислотность рубца. Качество приготавливаемых кормосмесей контролируется посредством пенсильванской сортирующей системы и имитатора расщепления кормов в рубце.

Высокую производительность труда и минимальные затраты ресурсов в хозяйстве обеспечивает беспривязный способ содержания животных с доением в доильных залах типа «параллель» и «карусель». Доильные установки оснащены системой автоматической промывки и дезинфекции доильного аппарата после доения каждой коровы. Осуществляя модернизацию и расширение производства был учтен тот факт, что при производстве молока на фермах с привязной системой содержания количество рисков больше и удельные затраты на корову выше.

Охлаждение молока проводят на высокопроизводительных установках с применением охлаждения в потоке. В результате в танк поступает молоко с температурой 6-8°C, что полностью решает проблему смешивания теплого и холодного молока. Рекуперация тепла от охлаждаемого молока применяется для подогрева воды для поения коров. На предприятии используются энергетические установки, работающие на энергии ветра.

Все это в комплексе обеспечило сокращение затрат труда на производство молока в 1,7 раза по сравнению с привязным содержанием и доением в молокопровод.

Важное значение для поддержания хороших гигиенических условий содержания коров имеет система навозоудаления, обеспечение достаточных объемов и комфортной для коров температуры воздуха в животноводческих помещениях. Конструкция скреперов, применяемых для удаления навоза, практически исключает случаи травматизма животных.

На предприятии разработана и внедрена система менеджмента качества производства молока. В рамках системы регулярно ведется наблюдение за соответствием производственной среды санитарно-гигиеническим требованиям, непрерывный мониторинг соблюдения установленных технологических регламентов и анализ результатов, получаемых на всех стадиях производства продукции.

В Группе компаний «Унибокс» функционируют несколько лабораторий, включая молочную и кормовую. Анализ деятельности молочной лаборатории предприятия показывает, что она является одним из важнейших звеньев в цепи эффективного производства молока. Лаборатория оснащена современным оборудованием и средствами контроля, анализы качества молока, в том числе на содержание соматических клеток, жира, белка, сухих обезжиренных ве-

шеств от каждой дойной коровы, производят опытные специалисты, что дает возможность своевременного регулирования производственного процесса. В результате, на ранних стадиях выявляются болезни у коров, нет необходимости контроля в хозяйстве микробиологических показателей для установления соответствия молока сорту «экстра». В перспективе собираются наладить контроль молока от каждой коровы на содержание мочевины, как важного показателя, применяемого в зарубежной практике для контроля безопасности и качества молока.

Заключение

Для того чтобы успешно конкурировать на мировых рынках молочной промышленности нужен не просто вал молока, а сырье с заданными свойствами. Основа получения высоких результатов в производстве и переработке молока – инновационные технологии, реализуемые посредством высокоэффективных технических средств, чтобы уровень производства и технология получения молока соответствовали международным требованиям и эти требования выполнялись с учетом экономической целесообразности и не в единичных случаях, а повсеместно и постоянно. Тогда будут сняты препятствия для поставок молока и молочной продукции на экспорт.

Международной практикой подтверждено, что обязательным условием для свободного выхода на международные рынки и гарантией качества производимой продукции является внедрение на предприя-

тиях молочной отрасли систем управления качеством, в том числе и на молочно-товарных фермах.

Необходимо повысить уровень благосостояния и ответственности производителей молока-сырья, чтобы молочно-товарные фермы и комплексы, построенные и реконструированные по последнему слову техники, были укомплектованы квалифицированными специалистами, которые осознают меру ответственности за производство низкокачественной продукции.

Правильно выбранные направления совершенствования и способы их решения позволят стабильно обеспечивать перерабатывающую промышленность необходимым молочным сырьем для производства экспортоориентированной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молоко коровье. Требования при закупках: СТБ 1598-2006.
2. О защите прав потребителей: Закон Республики Беларусь, 9 января 2002 г., № 90 – 3.
3. Производство сыра. Технология и качество / перевод с фр. Б.Ф. Богомолова. – М.: ВО Агропромиздат. 1989. – 495 с.
4. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепел; перевод с нем. Л.Ф. Теречек. – М.: Пищевая промышленность. 1979. – 623 с.
5. Алексеева, Н.Ю. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: справоч. / Н.Ю. Алексеева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.

**Программа балансирования рационов
кормов для молочного скота**

Программа балансирования рационов разработана по заданию РИТП «Развитие Минской области» и **предназначена** для создания рационов кормов для молочного скота с учетом показателей углеводного состава кормов и чистой энергии лактации.

Программа работает в интерактивном режиме. Пользователь имеет возможность выбрать корма, задав предварительно структуру рациона, и далее в процессе оптимизации отслеживать состояние баланса по всем показателям питательности.

Созданная программа предоставляет животноводам широкие возможности формирования рациона молочного скота.

Интерфейс программы позволяет конечному пользователю редактировать базу данных и пополнять ее за счет местных кормов.

Программа внедряется на молочных фермах Минской области.

Название корма	ккал/кг	%	кг	ккал
Сено луговое	11,74	1,185	3,42	40,101
Сено из ботвы картофеля	13,39	2,128	8,38	111,522
Сено М.Ф. «Росава»	11,01	0,8	2,50	27,525
Сено М.Ф. «Росава»	11,01	0,8	2,50	27,525

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ И ПАРАМЕТРОВ ОБОГАЩЕНИЯ СУХОГО КАРТОФЕЛЬНОГО ПЮРЕ

А.М. Мазур, докт. техн. наук (БГАТУ)

Аннотация

Дана биохимическая характеристика сухого картофельного пюре, определены основные принципы обогащения сухого пюре, исследованы способы внесения подобранных добавок и установлены технологические режимы и параметры обогащения сухого картофельного пюре в виде хлопьев в лабораторных и производственных условиях. Определены оптимальные количества и стадии дозировки добавок в технологическом процессе.

The biochemical characteristic of dry mashed potatoes is given, the basic principles of enrichment of dry puree are defined, ways of the introduction of the picked-up additives are investigated and technological modes and parameters of enrichment of dry mashed potatoes in the form of flakes in laboratory and working conditions are established. Optimum quantities and stages of a dosage of additives in technological process are defined.

Введение

Картофельное пюре является одним из основных и востребованных продуктов питания. Важное значение для здоровья человека имеет полноценное и регулярное снабжение организма всеми необходимыми микронутриентами: витаминами и минеральными веществами. Микронутриенты относятся к незаменимым веществам пищи, они необходимы для внутреннего обмена веществ и надежного обеспечения всех жизненных функций. Организм человека не синтезирует микронутриенты и должен получать их в готовом виде с пищей. Многочисленные данные разных авторов свидетельствуют о крайне недостаточном потреблении витаминов и ряда минеральных веществ (железо, йод, кальций и др.) значительной частью населения. Дефицит витаминов и минеральных веществ является наиболее распространенным и одновременно наиболее опасным для здоровья отклонением питания от рациональных, физиологически обоснованных норм.

Сухое картофельное пюре является полуфабрикатом для изготовления пюреобразного продукта, а также используется в качестве основного компонента при производстве клецек, вареников, биточков и др. Качество сухого картофельного пюре определяется сортом картофеля, его строением, пищевой ценностью и биохимическим составом клубней, а также особенностями технологического процесса производства [1, 2].

В 100 г. картофельных хлопьев содержится: белка – 3,8 г; жира – 0,22 г; углеводов – 76,3 г. Энергетическая ценность – 1270,5 кДж; содержание незаменимых аминокислот составляет – 1070 мг в виде валина, изолейцина, лейцина, лизина, метоинина, треонина, триптофана, фенилаланина; заменимых аминокислот – 2815 г в виде аланина, аспаргиновой кислоты, аргинина,

гистидина, глицина, глутаминовой кислоты, пролина, серина, тирозина, цистина.

Кроме того, сухое картофельное пюре в виде хлопьев содержит (в расчете на 100 г. продукта):

Витамины, мг	Микроэлементы, мг	Макроэлементы, мг
C – 4,84	Алюминий – 0,10	Калий – 1132,00
B ₁ – 0,25	Бор – 0,34	Натрий – 27,00
B ₂ – 0,09	Медь – 0,36	Кальций – 92,50
PP – 3,41	Железо – 4,20	Фосфор – 119,75
	Хром – 0,11	Хлориды – 147,93
	Никель – 0,15	
	Олово – 0,07	
	Молибден – 0,03	
	Марганец – 0,52	

Исходя из биохимического состава сухого картофельного пюре, обогащение его витаминами и минеральными веществами является весьма актуальной задачей пищевой промышленности. Поэтому целью работы является определение основных принципов обогащения сухого картофельного пюре и разработка технологических режимов и параметров его обогащения.

Основная часть

Обогащение пищевых продуктов витаминами, недостающими макро и микроэлементами – это вмешательство в традиционно сложившуюся структуру питания человека. Пищевые продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами, входят в обширную группу функциональных продуктов питания, т.е. продуктов, обогащенных физиологически полезными пищевыми ингредиентами, улучшающими здоровье человека. К этим ингредиентам, наряду с витаминами и минеральными веществами, относятся пищевые волокна, липиды, содержащие полиненасыщенные жиры.

сыщенные жирные кислоты, полезные виды живых молочнокислых бактерий и олигосахариды [3-5].

Необходимость такого вмешательства продиктована объективными изменениями образа жизни современного человека. Поэтому обогащение необходимо проводить с учетом научно обоснованных и проверенных практикой следующих принципов:

- использовать те микронутриенты, дефицит которых реально имеет место, достаточно широко распространен и не опасен для здоровья. В условиях Республики Беларусь – это витамины С, В, в том числе фолиевая кислота, а из минеральных веществ – йод, железо и кальций;

- обогащать продукты массового потребления, доступные для всех групп детского и взрослого населения. К таким продуктам относятся: мука и хлебобулочные изделия, картофельные пюре, соль, сахар, продукты детского питания;

- обогащение пищевых продуктов не должно ухудшать потребительские свойства этих продуктов, существенно изменять вкус, аромат, свежесть продуктов, сокращать сроки их хранения;

- избегать возможности химического взаимодействия обогащающих добавок между собой и с компонентами обогащаемого продукта.

Более конкретно для сухого картофельного пюре необходимо соблюдать следующие принципы:

- сухое картофельное пюре целесообразно обогащать витаминами группы В, сравнительно хорошо переносящими воздействия высокой температуры в процессе сушки;

- внимательно необходимо относиться к проблеме сочетания в сухом пюре аскорбиновой кислоты с солями железа и других металлов переменной валентности: цинка, меди и т.п., катализирующих быстрое ее окисление с утратой витаминной активности;

- для обогащения рациона микроэлементами, такими как йод, фтор и некоторые другие, использовать пищевую соль, питьевую воду и минерализованные напитки;

- при профилактике йодного дефицита нужно обратить внимание на обогащение продукта качеством соли – необходимо обогащать не неустойчивым йодидом калия (Kj), а значительно более стабильным йодатом (KjO₃), чтобы иметь гарантированное содержание 40 микрограммов йода в 1 грамме соли. Это позволяет 3-4-мя граммами такой соли постоянно удовлетворять суточную потребность человека в йоде.

На качество продуктов питания и их обогащение влияет реальный дефицит витаминов в обычном рационе современного человека, который находится в пределах 20-50 % от их рекомендуемого уровня потребления. Следовательно, обогащенный в соответствии с этим принципом продукт позволяет эффективно устранять имеющийся дефицит, поскольку остальные 50-80 % необходимых витаминов и минеральных веществ поступают с другими, входящими в рацион продуктами, обычными или обогащенными.

Существующие технологии внесения микродобавок в сухое картофельное пюре базируются в основном на процессе смешивания. Для получения однородного и гомогенного продукта необходимо, чтобы все микроингредиенты имели близкий гранулометрический состав и сходные физико-химические свойства. Стадия упаковывания обогащенного пищевого продукта имеет большое значение для обеспечения в нем гарантированного содержания микронутриентов и микробиологической безопасности продукта.

Исходя из изложенных выше основных принципов и общих аспектов технологии обогащения пищевых продуктов микронутриентами, проводились исследования по обогащению сухого картофельного пюре. Объектом исследований служило сухое картофельное пюре в виде хлопьев, произведенное на ОАО «Машпищепрод» (г. Марьина Горка), где и проводились лабораторные исследования и производственные испытания.

Исследования по разработке способов внесения подобранных добавок и определению основных технологических режимов и параметров обогащения сухого картофельного пюре в виде хлопьев проводили в лабораторных условиях. При проведении исследований выработку сухого картофельного пюре в виде хлопьев осуществляли по общепринятой технологической схеме, включающей мойку клубней картофеля, очистку, резку, промывку резаного картофеля, бланширование, охлаждение, варку, разминание сваренного картофеля, сушку контактным способом на вальцовой сушилке, резку, ситование по фракциям, смешивание, упаковку [6, 7]. Полученные хлопья после сушки на одновальцовой сушилке измельчали двумя способами: на размольном механизме и резкой на специальном резательном устройстве.

Полученные данные приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что после измельчения хлопьев путем их резки качество получаемых хлопьев значительно лучше, чем после измельчения путем размола. Так, хорошая консистенция хлопьев при резке равна 92,1-85,2 %, при размоле – только 24,0-26,2 %, а неудовлетворительная консистенция при размоле составляет 19,3-21,7 %, тогда как при резке неудовлетворительная консистенция отсутствует.

Для обогащения в качестве добавок использовали только небольшую часть из возможных добавок: молоко сухое цельное и обезжиренное, казеинат натрия, яичный порошок, меланж, витамин С и каротин. Изучили способы подготовки добавок в сухом виде и в виде раствора их в воде или в естественном состоянии. Определяли оптимальное количество, а также стадии технологического процесса введения добавок. Критерием оценки способов внесения добавок служила равномерность их распределения в готовом продукте, максимальное сохранение в процессе технологической обработки и высокие органолептические показатели готовой продукции. На стадии

Таблица 1. Качество хлопьев после измельчения

Размер фракций, мм	Характеристика хлопьев					
	После размола			После резки		
	Масса фракций, %	Содержание разрушенных клеток	Консистенция	Масса фракций, %	Содержание разрушенных клеток	Консистенция
Свыше 10,0	24,0-26,2	2,9	хорошая	–	–	–
Свыше 1,0	55,3-57,2	5,8	удовлетворительная	92,1-95,2	3,3	хорошая
0,5-1,0	15,1-16,3	9,2	неудовлетворительная	2,0-3,1	4,9	удовлетворительная
Менее 0,5	4,2-5,4	31,2	неудовлетворительная	0,8-1,5	5,1	удовлетворительная

разминания подобранные добавки вносили в сухом (рис. 1) и растворенном состоянии (рис. 2), а в сухой

готовый продукт добавки вносили в сухом виде в смеситель (рис. 3).

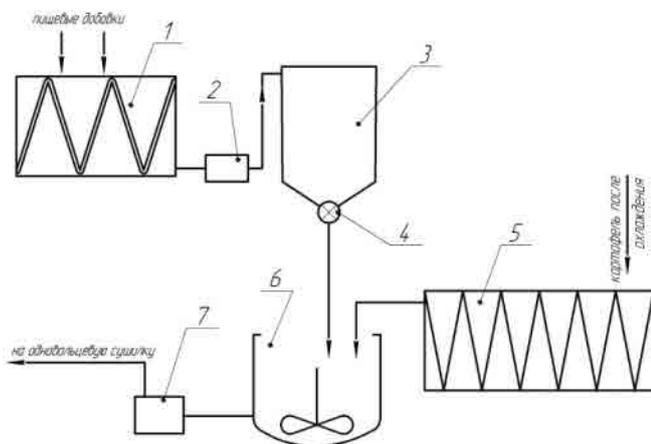


Рисунок 1. Технологическая схема подачи пищевых добавок в сухом виде на стадии разминания: 1 – смеситель сухих компонентов; 2 – пневмосистема; 3 – циклон; 4 – шлюзовой затвор; 5 – варочный аппарат; 6 – реактор-смеситель; 7 – винтовой насос

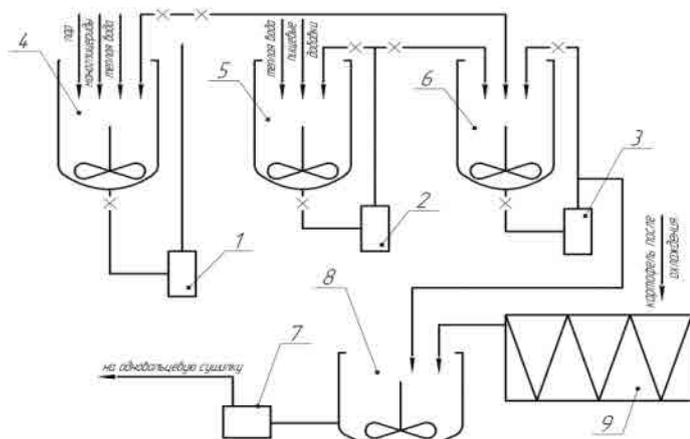


Рисунок 2. Технологическая схема подачи пищевых добавок в растворенном виде: 1,2,3 – центробежные насосы; 4 – реактор с паровой рубашкой, змеевиком и мешальным механизмом; 5,6 – реакторы с мешальным механизмом; 7 – винтовой насос; 8 – реактор-смеситель вареного картофеля; 9 – варочный аппарат

Исследованиями установлено, что наиболее оптимальным способом введения обогащающих добавок является внесение их в растворенном состоянии, на стадии разминания сваренного картофеля в пюре. При этом можно легко осуществить интенсивное перемешивание картофельной массы с добавками в производственных условиях. Такой способ внесения добавок гарантирует равномерную подачу добавок в горячее картофельное пюре, а также равномерное распределение их в массе картофеля. При внесении добавок в виде сухого молока, казеината натрия, яичного порошка в сухом виде наблюдалось комкование их при подаче в горячее картофельное пюре и, таким образом, не обеспечивалось равномерное распределение ингредиентов в картофельной массе.

При внесении добавок в сухом виде (сухого молока, казеината натрия, яичного порошка) на стадии смешивания в готовый сухой продукт, после размола хлопьев также происходило частичное комкование добавок, расслоение ингредиентов при упаковке и транспортировке. Но при использовании сухого продукта после резки, применяя специальный дозатор пищевых добавок (рис. 3, поз. 1) и смеситель (рис. 3, поз. 2), получен готовый продукт хорошего качества.

Отработаны способы внесения витаминов: витамина С и каротина при производстве сухого картофельного пюре в виде хлопьев на стадии разминания пюре и в сухой готовый продукт. Максимальное сохранение витаминов может быть обеспечено путем их внесения в сухой готовый продукт. Однако смешиванием порошка аскорбиновой кислоты, а также каротина в масле непосредственно с хлопьями после размола не обеспечивается равномерность распределения их в продукте из-за разных размеров хлопьев и особенно наличия хлопьев, размером более 10 мм. Однако при использовании

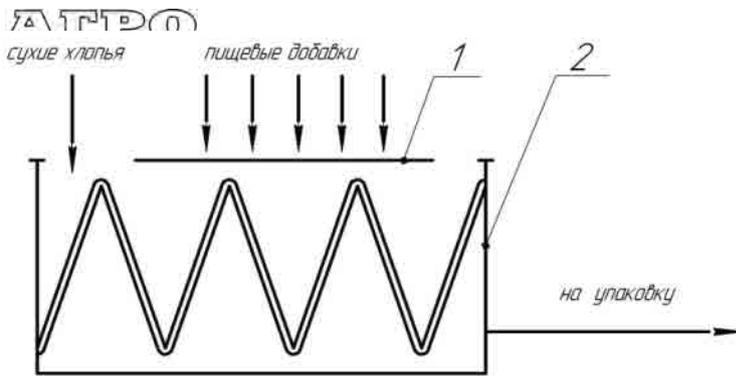


Рисунок 3. Технологическая схема подачи пищевых добавок в сухом виде на стадии смешивания: 1 – дозатор пищевых добавок; 2 – смеситель сухих компонентов

хлопьев после резки и ситования с учетом полученной их однородности по размерам, удалось выработать готовый продукт хорошего качества, при этом используя обязательно специальный смеситель и дозатор (рис. 3, поз. 1, 2).

Исследования по внесению витаминов на стадии разминания сваренного картофеля показали, что его последующая сушка при высоких температурах приводит к частичному разрушению витаминов, но не более 10-15 % от исходного содержания, что вполне приемлемо для данного производства.

При отработке способа внесения витамина С и каротина в масле на стадии разминания сваренного картофеля испытано:

- внесение витамина С в кристаллическом виде;
- внесение витамина С в виде 2 %-го водного раствора;
- внесение витамина С с молоком;
- внесение каротина в естественном состоянии (в масле);
- внесение каротина в масле в смеси с – белковыми добавками (готовили водную дисперсию белковых, молочных добавок, затем добавляли каротин в масле).

Внесение витамина С в виде водного раствора (2 %-й концентрации) обеспечивает его равномерное распределение. При приготовлении раствора молока с витамином С происходит осаждение молока, появляется кислый вкус, что не приемлемо для сухого картофельного пюре, а кроме того, приводит к уменьшению содержания витаминов в готовом продукте. При внесении каротина в его естественном состоянии совместно с дисперсией белковых добавок достигается равномерное перемешивание его с пюре в процессе производства.

Как показали исследования, наиболее равномерное распределение витаминов при изготовлении хлопьев наблюдается при внесении витамина С в виде раствора.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что при производстве сухого картофельного пюре наиболее целесообразно вносить добавки на стадии разминания сваренного картофеля. При этом необходимо отметить, что каротин следует вносить вместе с дисперсией других добавок, а вита-

мин С – отдельно в виде 2 %-го водного раствора, но при создании вышеуказанного специального оборудования (дозатора и смесителя) и наличия хлопьев после резки и ситования с одинаковыми размерами дает возможность проводить обогащение витаминами сухого картофельного пюре в смесителе в сухом виде.

Проведены исследования по установлению оптимальных количеств добавок для обогащения сухого картофельного пюре в виде хлопьев. При этом основное внимание уделяли органолептическим показателям готового продукта. Для этого сухое картофельное пюре в виде хлопьев, выработанное с исследуемыми добавками, внесенными в различных количествах, подвергали органолептической оценке. В восстановленном картофельном пюре определяли органолептические показатели – внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенцию.

Молоко сухое цельное вносили в количестве от 0,8 до 6,0 % к сухим веществам картофеля, молоко сухое обезжиренное – также в количестве от 0,8 до 6,0 %, казеинат натрия – от 1,0 до 2,0 %, яичный порошок – от 0,5 до 1,0 %, витамин С – от 0,1 до 0,3 %, каротин – от 0,1 до 0,3 %, меланж – в количестве от 0,2 до 10 % к сухим веществам картофеля.

Установлено, что добавление в картофельное пюре сухого молока, цельного и обезжиренного, улучшает цвет и вкус готового продукта. Использование казеината натрия улучшает вкус, а внесение меланжа – улучшает вкус, цвет и консистенцию картофельного пюре. Введение β- каротина придает готовому продукту приятный внешний вид, цвет и вкус. При проведении исследований установлено, что дальнейшее увеличение количества указанных добавок не приводит к получению желаемого результата (кроме добавления сухого молока). Так, внесение казеината натрия в количестве свыше 1,8 % придает продукту специфический привкус, увеличение содержания каротина свыше 0,20 % приводит к потемнению готового продукта, придает ему немного несвойственный оттенок. Увеличение содержания меланжа свыше 8,5 % придает продукту постоянный привкус. При увеличении содержания витамина С в количестве 0,20 % и выше в готовом продукте ощущается кислотный привкус. Лишь увеличение содержания сухого молока цельного и обезжиренного свыше 6 % не приводит к ухудшению качественных показателей готового продукта, однако при этом существенно увеличиваются затраты. Проведенные опыты позволяют сделать вывод, что увеличение общего количества добавок до 10 % к массе сухого продукта приводит к улучшению цвета пюре и консистенции, однако придает привкус и запах, не свойственные картофельному пюре.

Таким образом, на основании проведенных исследований разработаны способы внесения и уста-

новлены оптимальные количества добавок, рекомендуемых для обогащения сухого картофельного пюре.

Оптимальное количество добавок, рекомендуемых для обогащения сухого картофельного пюре в виде хлопьев в процентах к сухим веществам картофеля, составляют:

- молоко сухое цельное – 0,8-6,0
- молоко сухое обезжиренное – 2,0-6,0
- казеинат натрия – 1,7
- меланж – 0,3-8,4
- порошок яичный – 0,8
- витамин С – 0,15
- каротин (провитамин А) – 0,15-0,20

На основании проведенных исследований разработана технология производства сухого картофельного пюре в виде хлопьев, обогащенного пищевкусовыми ингредиентами. Определен технологический процесс производства, который состоит из следующих операций: мойка; паровая очистка; резка; промывка; бланширование; охлаждение; варка; разминание; сушка; резка; ситование на фракции; смешивание; упаковка.

Выводы

Исследовано качество сухого картофельного пюре как объекта обогащения физиологически полезными пищевыми ингредиентами, витаминами и пищевкусовыми добавками.

Определены основные принципы обогащения пищевых продуктов, в т. ч. сухого картофельного пюре. Разработаны способы внесения добавок, основные технологические режимы и параметры обогащения сухого картофельного пюре в виде хлопьев. Определено, что при производстве сухого картофельного пюре наиболее целесообразно вносить добавки на стадии разминания сваренного картофеля и на стадии смешивания после резки и ситования хлопьев с учетом их однородности по размерам.

Установлена возможность доброкачественного обогащения хлопьев витаминами с каротином при использовании хлопьев после резки с учетом получаемой их размерной однородности, используя при этом специальные дозатор и смеситель.

Разработано оптимальное количество добавок, рекомендуемое для обогащения сухого картофельного пюре в виде хлопьев.

Разработан технологический процесс производства и обогащения сухого картофельного пюре в виде хлопьев микронутриентами и пищевкусовыми добавками в сухом и растворенном виде на стадии разминания вареного картофеля и сухих хлопьев на технологической операции смешивания в производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Производство картофелепродуктов: справоч. / Н.М. Маханов, А.М. Мазур [и др.]. – М. Агропроизводство, 1987. – С. 245.
2. Скурихина, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов / И.М. Скурихина, В.А. Тутельян. – М.: Де Лю принт, 2009. – С. 208.
3. Спиричев, В.Б. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами / В.Б. Спиричев // Ваше питание, 2000. – № 4. – С. 13-19.
4. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки: энцикл. / Л.А. Сарафанова. – СПб: ГИОРД, 2004. – С. 305.
5. Пути повышения витаминной и минеральной ценности пищевых концентратов / Л.Н. Шатюк [и др.]. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1987. – Вып. 9. – С. 24.
6. Мазур, А.М. Машины и оборудование для переработки картофеля: монография. / А.М. Мазур – М., 1999. – С. 223.
7. Переработка картофеля – стратегический путь развития картофелеводства России. – М., 2006 / ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства. – С. 136.

Микропроцессорная система кормления свиней



Предназначена для оперативного изменения доз кормления, контроля процесса кормления, учета расхода сухого и жидкого корма.

Разработанная система позволяет автоматизировать процесс кормления свиней, повысить эффективность и снизить издержки производства свинины.

Основные технические данные

1. Полная совместимость с типовым технологическим оборудованием КПС-54, КПС-108.
2. Нормированное кормление, оперативное изменение норм кормления.
3. Расчет фактических объемов замеса и раздачи жидкого корма без остатков.
4. Сокращение времени кормления в 1,5...2 раза.
5. Значительно дешевле и лучше западных аналогов.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА

А.И. Бобровник, докт. техн. наук, В.Е. Тарасенко, канд. техн. наук (БГАТУ); Н.С. Лесов, магистрант (Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана)

Аннотация

На основании мирового опыта использования растительного топлива рассмотрены особенности рабочего процесса дизелей, влияние физико-химических свойств топлива на компоненты системы питания. Представлены результаты экспериментальных исследований использования топлива из рапса на тракторах в Республике Беларусь и других странах.

On the basis of the world experience of the usage of vegetable fuel features of working process of diesels, the influence of its physical and chemical properties on power supply system components are considered. The results of experimental studies of the usage of fuel from a colza on tractors in Republic of Belarus and other countries are presented.

Введение

Широкое использование мобильных тяговых и транспортных средств является характерной чертой наступившего столетия.

Рост энерговооруженности сельского хозяйства при использовании тракторов, автомобилей, комбайнов и другой техники привел к интенсивному использованию нефтесодержащих видов топлива и активному их влиянию на экологическое состояние природы. Выбросы газообразных составляющих и имеющиеся, к сожалению, попадание жидких фракций на почву наносят значительный ущерб природе [1].

Поиск заменителей традиционных видов топлива для транспорта и тракторной техники проводится в различных направлениях, одним из которых является использование растительных масел, как в переработанном виде, так и в натуральном, или в виде смесей с дизельным топливом. По результатам исследований в ряде стран, одним из видов сырья для производства топлива для двигателей являются растительные масла, которые получают из масличных культур (подсолнечник, соевые бобы, земляные орехи, цитрусовые, листья эвкалипта, хлопок, рапс и другие).

Для нашей климатической зоны наиболее приемлемым является использование в качестве топлива масел из рапса, который имеет стабильную урожайность на наших почвах. Вместе с тем, для его широкого применения требуется решение ряда проблем, в том числе и технических [1, 2].

Направления использования растительных масел в качестве топлива дизельных двигателей различны, в том числе:

- смеси растительных масел с другим топливом;
- эфирные виды топлива из растительных масел.

Обработка масел спиртами позволяет получать метиловый, этиловый и бутиловый эфиры с физико-химическими свойствами, близкими к нефтяному дизельному топливу.

Биодизель – это биотопливо на основе растительных или животных жиров (масел), а также продуктов их этерификации. Растительное масло пере-

этерифицируется метанолом, реже этанолом или изопропиловым спиртом (приблизительно, в пропорции на 1 т масла – 200 кг метанола с добавлением гидроксида калия или натрия) при температуре 60° С и нормальном давлении. Для получения качественного продукта необходимо выдержать ряд жестких требований.

Вопрос использования растительных масел в качестве топлива двигателей внутреннего сгорания в зарубежных странах решается в зависимости от соотношения цен на традиционные виды топлива (дизельные, бензин) и из растительных масел, а также с учетом требования максимального использования собственных ресурсов топлива и доведения до минимума зависимости от конъюнктуры импорта.

Работы по поиску видов топлива для двигателей внутреннего сгорания проводятся во многих странах мира. Основной целью является получение топлива по физико-химическим свойствам и энергетическим возможностям приближенного к стандартным нефтяным видам топлива.

Для Беларуси, лишь в незначительной степени обеспечивающей потребности в нефтепродуктах за счет собственной нефти, проблема поиска альтернативных видов топлива и, в первую очередь для двигателей, очень актуальна, как с экономической, так и с экологической точек зрения.

Необходимость в изменении отношения к использованию топлива из растительных масел актуальна в интересах нынешнего и будущего поколения людей.

Основная часть

Особенности работы дизеля на растительном топливе

Влияние растительного топлива из масел различных культур на работу и техническое состояние дизельных двигателей примерно одинаково. Отмечается увеличение нагара и сажевых отложений на деталях поршневой группы, снижение мощности двигателя в пределах 8-10 %. Из всех масличных культур наибольшее применение имеет рапс. Энергетические характери-

ки рапсового масла позволяют получать достаточно эффективные виды растительного топлива [1].

Особенности протекания рабочего процесса дизеля автотракторного типа, работающего на растительном топливе, определяются прежде всего отличительными физико-химическими свойствами растительного топлива и его смесями с дизельным топливом. Важную роль играет высокая вязкость растительных масел. Рапсовое масло, к примеру, значительно более вязкое, чем дизельное топливо. Оно состоит из относительно крупных молекул с длинными цепочками жирных кислот. Высокая вязкость, с одной стороны, влияет на фильтруемость топлива, а с другой – вызывает чрезмерные механические нагрузки в топливных насосах и насосах высокого давления [3].

Повышенная вязкость масла и его смеси с дизельным топливом способствует повышению количества впрыскиваемого топлива вследствие уменьшения количества его утечек через зазоры прецизионных пар топливopодающей аппаратуры в ходе нагнетания возрастания угла опережения впрыскивания. Проведенными исследованиями [4, 5] отмечается ухудшение качества распыливания топлива, увеличение неоднородности размеров и среднего диаметра капель, а также глубины проникновения струи в воздушную среду.

Данные обработки индикаторных диаграмм показали, что процесс подготовки биодизельной смеси к воспламенению удлиняется, о чем свидетельствует возрастание продолжительности индукционного периода, а самосгорание (тепловыделение) в объемно-кинетической фазе рабочего цикла протекает более вяло и затянато по времени. Несколько возрастает и продолжительность основной (диффузионной) фазы сгорания. Увеличение длительности процесса сгорания в целом, очевидно, является причиной возрастания тепловых потерь в биодизельном цикле, на что указывает повышение удельного расхода топлива в среднем на 3 % по сравнению с дизельным циклом.

Биодизель легко растворяет старые отложения нефтяного дизельного топлива в топливных баках, топливопроводах, что может привести к засорению топливных фильтров. Изготовители тракторов рекомендуют провести замену фильтров после 2-3 заправок баков растительным топливом.

Возможно «разбухание» топливных шлангов и уплотнителей, изготовленных из пластмасс. При использовании топлива биодизель, рекомендуется топливные шланги и другие детали, контактирующие с топливом, изготавливать из фторкаучука или эластичных пластмасс на основе полиамида или полиэстеруретана.

При попадании несгоревшего растительного топлива в масляный картер, что возможно при длительной работе двигателя при большой нагрузке, происходит снижение вязкости масла. Изготовители двигателей рекомендуют уменьшать периодичность смены масла в 2 раза.

Топливо биодизель легко растворяет лаковые покрытия, поэтому рекомендуется при попадании топлива на соответствующие места сразу же удалить его с поверхности.

Замена дизельного топлива на биотопливо существенно улучшает экологические качества дизеля. Выброс с обработавшими газами оксидов азота снижается

на номинальном режиме работы дизеля на 15 %, сажи – на 35 %, газообразных токсичных продуктов неполного сгорания (СО и СН) – в среднем на 19 %. Подобное улучшение экологических качеств, достигнутое без применения специальных антиоксидантных устройств, обуславливает целесообразность проведения дальнейших работ по доводке рабочего процесса биодизеля [1].

Несмотря на многие преимущества использования растительного топлива, до настоящего времени еще не найдены рациональные методы организации рабочего процесса с использованием топлива подобного вида. Для обеспечения эффективной работы дизеля на биотопливе и устранения негативных последствий сгорания биотоплива в цилиндре дизеля, необходим комплекс мероприятий, включающих теоретические и экспериментальные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Приоритетным направлением, по мнению авторов, является обоснование параметров топливоподдачи. Здесь должны быть теоретические и экспериментальные определены оптимальные значения давления впрыска, хода плунжера и закона подачи, обоснованы форма, размеры и количество топливных факелов форсунки, прежде всего для неразделенных камер сгорания.

Опыт использования растительного топлива из рапса за рубежом

Значительный опыт в области применения топлива из растительных масел накоплен в Германии.

Топливо биодизель в Германии получают из масличной культуры рапса. Рапс выращивается, как правило, на выведенных из севооборота земельных угодьях. Посевы рапса повышают биологическую активность, улучшают структуру почвы. Рапс выполняет функции очистителя почвы от азота, что способствует снижению нитратной нагрузки на грунтовые воды [6].

При возделывании технического рапса не требуются значительные расходы на удобрения, средства защиты. Из рапса получают от 1000 до 1200 л рапсового масла с одного га [6].

Разрешение на использование растительного топлива биодизель дали многие мировые тракторостроительные фирмы, в том числе «Fendt», «Case», «John Deer», «Massey-Ferguson», «Renault», «Same», «Steyr» и другие. Фирма «John Deer» – на отдельные модели тракторов с гарантией 2 года или 1500 рабочих часов по наработке. Некоторые фирмы разрешали использовать топливо биодизель на новых моделях тракторов без ограничения гарантии.

По причине высокой вязкости рапсового масла мембранные насосы, используемые для подачи топлива из бака к насосу высокого давления, менее подходят для работы с рапсовым маслом, чем поршневые насосы. Поэтому в Германии некоторые компании, занимающиеся переоборудованием техники, устанавливают дополнительный подающий насос, позволяющий прокачивать масло сквозь фильтр. Системы впрыска также должны быть адаптированы для работы на альтернативном топливе. Особенно это касается распределительных топливных насосов высокого давления (Lucas, Bosch, Stanadyne), которые смазываются топливом.

В Германии существуют два принципиально различных метода переоборудования двигателей для работы на биотопливе, один из них позволяет работать ис-

ключительно на рапсовом масле (используется только один вид топлива). Второй предусматривает запуск двигателя трактора на дизельном топливе, а работу – на рапсовом топливе (применение двух видов топлива). Производители однопаливных систем – «Vereinigten Werkstaetten fuer Pflanzenoeltechnologie» (VWP) в Аллерсберге, «Siegfried Hausmann» в Вельферсхаузен и компания «Eoil» из Альфельд. Компания VWP специализируется исключительно на переоснащении двигателей Deutz с топливной системой насос-топливопровод-форсунка. Особенность переоборудования двигателей – наличие электрической системы нагрева форсунок и топлива (фирмы VWP и «Siegfried Hausmann») [3].

Интерес к рапсу как энергетической культуре в Финляндии проявляется разработчиками сельскохозяйственных тракторов. Исследовательский центр «VACOLA» совместно с фирмой «Valmet» и исследовательской лабораторией по новым видам топлива провели исследования по использованию рапсового масла в качестве топлива на тракторах моделей «Valmet» и «Volvo bm valmet».

В качестве топлива использовалась смесь рапсового масла и дизельного топлива, обозначаемая «R-33» и состоящая из 1/3 рапсового масла и 2/3 дизельного топлива.

Испытаниями установлено, что энергетическая эффективность рабочей смеси рапсового масла и дизельного топлива в принятом соотношении достаточная при применении ее в качестве топлива дизельных двигателей. Мощностные и экономические параметры дизелей при работе на смеси R33 незначительно отличаются по сравнению с работой дизеля на дизельном топливе.

Финскими исследователями проведен анализ состояния цилиндрично-поршневой и кривошипной групп, деталей клапанного механизма, распылителей форсунок дизеля трактора V605 после работы 1056 часов на смеси R33 [4]. Отказов дизеля в течение испытаний не отмечалось, не замечено значительного износа деталей. На головках поршней слой нагара не более 1,0 мм, кольца подвижны, хорошо очищаются. Нагар накопился в верхних частях гильз, распылителей форсунок, толщина которого не превышает 1,0 мм. На клапанах износа не отмечено, дефекты также отсутствуют, имеется тонкий слой нагара на выпускных клапанах и тонкий слой сажи на впускных клапанах и гнездах клапанов. Коленчатый вал, вкладыши коренные и шатунные находятся в хорошем состоянии.

Экспертизой деталей двигателя трактора «Valmet» после 700 часов работы отмечено отсутствие значительных износов, все детали кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов находятся в исправном состоянии, слой нагара – 1...2 мм. Нагар тонкий, вязкий, темного цвета. Слой сажи формируется на впускном клапане и во всасывающем отверстии гнезда клапана. Износ вкладышей за период испытаний – в пределах нормы.

Двигатели тракторов «Valmet» отработали без специальной доработки на выполнении сельскохозяйственных и лесных работ на смеси рапсового масла и дизельного топлива, соответственно, 1000 и 700 часов. Техническое состояние деталей двигателей без видимых повреждений, значительных износов, тол-

щина слоя нагара и сажи не превышает 1...2 мм. Действие смеси R33 примерно такое, как и дизельного топлива. При применении смеси R33 нет необходимости вносить какие-либо изменения в двигателе.

Использование в качестве топлива смеси рапсового масла и дизельного топлива обеспечивает заданные мощностные и экономические показатели дизеля (отклонение $\pm 4...6\%$), способствует несколько повышенному нагарообразованию и отложению сажевых накоплений на цилиндрической группе, что не влияет на работоспособность дизеля.

Исследования финских ученых [4] подтверждают возможность применения рапсового масла в качестве топлива дизельных двигателей. Рапсовое масло является альтернативой в обеспечении энергетическим сырьем сельскохозяйственного производства.

Альтернативные виды топлива для тракторов и автомобилей на основе рапсового масла в Швейцарии изучались исследовательским институтом сельскохозяйственной экономики и техники. Исследования топлива из рапсового масла начаты в 1989 году [7]. В качестве топлива принят рапсовый метил-эфир (RME), произведенный в австрийском институте сельскохозяйственной техники (г. Весельбург).

Стандовыми испытаниями определены параметры мощности, удельного расхода топлива, эмиссии выхлопных газов при работе дизелей на растительном топливе RME и дизельном топливе. Приведенные в работе [7] мощностные характеристики $N_e = f(n_e)$ показывают, что на частичных скоростных режимах на тракторах SAME, STEYR отмечено некоторое повышение мощности при работе на RME по сравнению с дизельным топливом, на номинальном скоростном режиме мощности выравниваются. На тракторе JOHN DEERE отмечено снижение мощности при работе на RME на частичных режимах и также выравнивание ее на номинальном режиме. Отклонения значений мощности при работе на RME по сравнению с дизельным топливом на испытуемых дизелях незначительны. Поэтому заключение [7] ученых: «мощность остается такой же» следует считать справедливым.

Увеличение удельного расхода топлива при работе на RME составляет от 9,5 до 17,3 %. Среднестатистическое значение увеличения и удельного расхода топлива по испытуемым машинам равно 12,8 %. Увеличение расхода топлива пропорционально меньшей теплотворной способности топлива RME по сравнению с дизельным топливом.

Испытание дизелей различной конструкции и назначения показали, что метил-эфирное топливо из рапсового масла RME является альтернативой дизельному топливу.

Исследования топлива из рапса в Беларуси

Работы по использованию растительного масла в качестве топлива дизельных двигателей в Беларуси проводились на Минском тракторном заводе. Основная цель работ – создание двухтопливных дизелей тракторов «БЕЛАРУС», способных работать на традиционном нефтяном топливе и альтернативном растительном.

Использование рапсового масла в качестве моторного топлива прорабатывалось по двум направлениям. Первое – смесь рапсового масла с дизельным топливом в соотношении: 75 % рапсового масла и 25 % дизельного топлива; второе направление – моторное топливо из рапсового масла. По этому направлению проводилась работа с моторным топливом, полученным из Польши, и топливом, полученным в результате совместных работ с НПО «Транстехника» и лабораторией термодинамики органических веществ БГУ [8].

Результаты испытаний дизеля Д-243 при работе на биотопливе, полученном в Республике Польша (табл. 1), показали, что при переводе дизеля на биотопливо мощность уменьшается на 3,6 кВт или на 8,67 % при частоте вращения 1700 мин⁻¹.

Таблица 1. Некоторые показатели работы дизеля Д-243 при использовании биотоплива, полученного в Польше

Наименование параметров	Вид топлива	
	дизельное марки «Л»	биотопливо (Польша)
Мощность, кВт	41,45	37,87
Частота вращения, мин ⁻¹	1702	1700
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	221,5	–
Условия испытаний: температура, °С	25	25

Стендовые испытания биотоплива «БДТ-1», произведенного в Беларуси, проводились также на дизеле Д-243.

Дизель Д-243 имел наработку в лабораторных условиях – 800 часов, по мощностным и экономическим параметрам соответствовал техническим условиям ТУ 23.1. ЭД 1. 90-95.

Физико-химические исследования показали, что биотопливо «БДТ-1» по основным показателям соответствует дизельному топливу марки «Л». Показатели биотоплива «БДТ-1» и биотоплива других стран отличаются по цетановому числу, кинематической вязкости, другие показатели сопоставимы.

Мощностные и экономические показатели дизеля Д-243 при работе на биотопливе «БДТ-1» и дизельном топливе марки «Л» приведены в табл. 2.

Мощность дизеля Д-243 при работе на биотопливе «БДТ-1» уменьшается на 2,01 кВт или на 3,4 % при одинаковых условиях испытаний. Удельный расход топлива при мощности 56,52 кВт увеличивается на 27,8 г/кВт·ч или на 11,8 %. Температура выхлопных газов находится в пределах 510...530° С.

Работа дизеля Д-243 оценивалась по регуляторным характеристикам при работе на биотопливе и дизельном топливе. Параметры дизеля при снятии регуляторной характеристики приведены на рис. 1.

Из характеристик следует, что дизель Д-243 развивает максимальную мощность при частоте вращения $n_e = 2230$ мин⁻¹, при работе на биотопливе $N_e = 56,52$ кВт. Мощность дизеля при работе на биотопливе «БДТ-1» уменьшается на 3,43 %, удельный расход топлива увеличивается на 11,8 %.

Таблица 2. Некоторые показатели работы дизеля Д-243 при использовании биотоплива, полученного в Беларуси

Наименование показателя	Вид топлива	
	дизельное «Л»	биотопливо «БДТ-1»
Мощность эксплуатационная, кВт	58,53	56,52
Частота вращения, мин ⁻¹	2230	2230
Расход топлива, кг/г	13,75	14,85
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	234,92	262,7
Максимальная частота вращения, мин ⁻¹	2362	2368
Оценочный удельный расход топлива, г/кВт·ч	247,66	276,35
Температура выхлопных газов, °С	530	510
Условия испытаний: температура, °С:		
- окружающей среды;	25	25
- охлаждающей жидкости;	85	86
- смазочного масла;	95	96
- топлива в головке насоса	52	54

Мощностные и экономические показатели дизеля Д-243 при работе на биотопливе «БДТ-1» и дизельном топливе в зависимости от угла опережения подачи топлива приведены в табл. 3.

При работе дизеля на биотопливе при увеличении угла опережения подачи топлива с 23 до 26° и увеличении удельного расхода топлива на 1,28 % мощность увеличивается на 0,23 %. При работе на дизельном топливе увеличение угла опережения подачи топлива с 23 до 26° уменьшает мощность на 1,15 % и удельный расход топлива на 2,29 %. По удельному расходу топлива при работе дизеля на биотопливе «БДТ-1» наиболее приемлемым является угол опережения подачи топлива – 23°, а при работе на дизельном топливе марки «Л» – 26°.

Биотопливо «БДТ-1» обеспечивает работу дизеля Д-243 в серийном исполнении. При работе на биотопливе мощность дизеля уменьшается на 3-4 %, удельный расход топлива при эксплуатационной

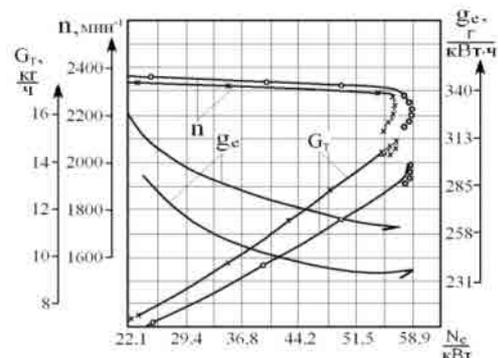


Рисунок 1. Регуляторные характеристики дизеля Д-243 при работе:

- на биотопливе «БДТ-1»;
- ✕ на дизельном топливе марки «Л»

Таблица 3. Некоторые показатели работы дизеля Д-243 при использовании биотоплива и дизельного топлива

Угол опережения, град. до ВМТ	Биотопливо «БДТ-1»			Дизельное марки «Л»		
	N_e , кВт	n_e , мин ⁻¹	g_e , г/кВт·ч	N_e , кВт	n_e , мин ⁻¹	g_e , г/кВт·ч
23	56,38	2200	258,6	58,9	2200	239,6
26	56,51	2200	261,9	58,22	2200	234,1
29	54,62	2200	273,6	56,29	2200	239,3

мощности увеличивается до 11,8 %. При работе дизеля на рабочей смеси рапсового масла и дизельного топлива марки «Л» в пропорции 1:1 по объему эксплуатационная мощность уменьшается на 1,5 %, удельный расход топлива увеличивается до 6,4 %.

Биотопливо «БДТ-1» из рапсового масла является альтернативным видом топлива для дизелей тракторов Минского тракторного завода с незначительным изменением мощностных и экономических показателей. При работе на биотопливе дизель Д-243 сохраняет мощностные и экономические параметры. При переводе работы дизеля с дизельного топлива на биотопливо «БДТ-1» мощность изменилась на 2,0 кВт или на 3,4 %. Удельный расход топлива увеличился на 28,6 г/кВт·ч или на 11,8 %.

При работе дизеля Д-243 на рабочей смеси рапсового масла и дизельного топлива марки «Л» в отношении 1:1 мощность уменьшилась на 0,88 кВт или на 1,5 % при увеличении удельного расхода топлива на 14,96 г/кВт·ч или на 6,4 %.

По результатам стендовых испытаний дизеля Д-243 была разработана схема топливоподдачи трактора «БЕЛАРУС-80.1» (рис. 2) для работы на смеси дизельного топлива и рапсового масла в соотношении 1:3. Система топливоподдачи собрана из комплектующих, разработанных и изготовленных на Минском тракторном заводе. Эксплуатационные испытания макета трактора «БЕЛАРУС-80.1», приспособленного для работы на растительном рапсовом масле в смеси с дизельным топливом, подтвердили, что рапсовое масло в смеси с дизельным топливом обеспечивает эффективную работу дизеля и является одним из способов экономии нефтяных видов топлива.

Дизель Д-243 достаточно приспособлен для работы на топливах различного фракционного состава. Одним из

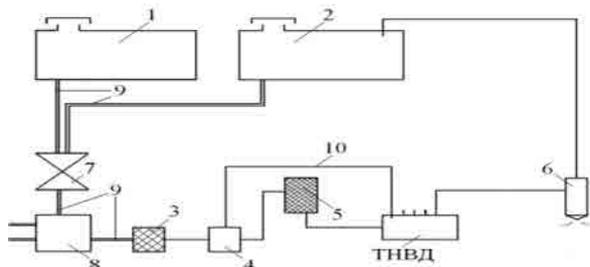


Рисунок 2. Схема системы питания трактора «БЕЛАРУС-80.1» для работы на биотопливе: 1, 2 – топливные баки; 3 – фильтр грубой очистки; 4 – топливopодкачивающий насос; 5 – фильтр тонкой очистки; 6 – форсунка; 7 – трехходовой кран; 8 – подогреватель воздуха; 9, 10 – топливопроводы

факторов лучшей приспособляемости дизеля Д-243 для работы на смеси растительного масла и дизельного топлива является конструкция камеры сгорания в поршне, сферическая поверхность которой повышает интенсивность движения воздуха, способствует лучшему смешиванию при подготовке горючей смеси.

Заключение

1. Топливо из рапсового масла для дизелей тракторов в полной мере является альтернативой и одним из способов экономии нефтяных видов топлива. Основное преимущество топлива из растительных масел по сравнению с нефтяным дизельным топливом состоит в том, что источники их получения возобновляемые, оказывают меньшее негативное воздействие на окружающую среду.

2. Работа дизеля на топливе из растительного масла получила экспериментальное подтверждение. Различные методы использования рапсового масла в качестве топлива дизелей показывают, что наиболее приемлемый оптимальный способ не определен, как нет и научных исследований и обоснований рабочего процесса дизеля при использовании этого вида топлива.

3. Особенность компоновки и два топливных бака, размещенных на тракторе «БЕЛАРУС-801», обеспечивают возможность иметь два вида топлива. Двухтопливный дизель на тракторе в условиях возможного дефицита дизельного топлива при использовании рапсового масла может обеспечить бесперебойную работу тракторной техники в периоды, особенно важные для сельскохозяйственного производства.

4. Проблема использования рапсового масла в качестве топлива получит завершающий характер, когда будут выполнены работы по конверсии дизелей для их работы на растительных видах топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование биотоплива при работе дизельных двигателей в сельском хозяйстве: монография / В.А. Войтов [и др.]. – Минск: ГИВЦ Минсельхозпрода, 2012. – 116 с.
2. Якубович, А.И. Экономия топлива на тракторах: монография / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск: БНТУ, 2009. – 229 с.
3. Доверие решает все. Переоборудование для работы на рапсовом масле // Сельхозтехника. – С. 76-79.
4. Растительные масла как топливо для дизельных моторов / В. Шеффер [и др.]. – Вакола, 1986.
5. Лабораторные исследования работы дизельного двигателя Д-243 трактора МТЗ-80/82 при переводе с дизельного топлива на биотопливо марки «БДТ-1» из рапсового масла: отчет / ПО «МТЗ». – Минск, 1995.
6. K. Scharmer. Umweltauswirkungen Wirtschaftlichkeit Energiebilanz. UFOp. Projekt-Nr. 530/951. – August, 1995.
7. Ulrich Wolfensberger. Rapeseed merhylester as a Fuel. Measurings end experiences in Switzerland. OE CD test engineers conference. 4 to 8 October, 1993.
8. Техничко-экономическое обоснование производства на сырьевой базе республики нового вида биологического моторного топлива (рапсовое масло). Заключительный отчет ГБ-8-91-95. – Минск, 1994.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ МЕЖДУ ПОЧВОЗАЦЕПАМИ

Ю.В. Чигарев, докт. ф.-м. наук, профессор (БГАТУ – Западнопоморский технологический университет, г. Шетин, Республика Польша); И.С. Крук, канд. техн. наук (БГАТУ); А. Бжостович, докт. техн. наук, профессор (Западнопоморский технологический университет, г. Шетин, Республика Польша); А.С. Воробей, канд. техн. наук (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»); Ф.И. Назаров, аспирант (БГАТУ)

Аннотация

В статье выполнены теоретические исследования процесса взаимодействия почвозацепов шин сельскохозяйственных агрегатов с почвой. Предложена методика определения плотности почвы между почвозацепами, определяемая начальной плотностью почвы, действующими силами со стороны почвы и колеса, модулем деформации почвы и коэффициентом Пуассона, размерами сторон почвозацепов, их расположением на беговой дорожке.

Theoretical studies of the interaction of tires grouser agricultural units with soil are made in the article. A method for determining the density of the soil between grouser initial soil density, forces acting on the part of the soil and the wheel, deformation modulus and Poisson's ratio of the soil, the size of the parties grouser their location on the treadmill is defined.

Введение

Как показывают полевые исследования, наибольшая деградация почвы в процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники происходит в результате воздействия колесных движителей [1]. Контакт колеса с почвой происходит по некоторой области контакта, которая в силу рисунка протектора шины по своему уплотнению будет неоднородной [2]. Опорные колеса, оборудованные пневматической шиной в процессе взаимодействия с почвой также испытывают деформацию. Контактующая поверхность протекторов шин за счет рисунков обеспечивает необходимое сцепление с поверхностью основания. В зависимости от технологии обрабатываемой поверхности почвы на машинах и тракторах устанавливаются шины с соответствующим рисунком, которые должны соответствовать определенным параметрам: скольжению, липкости, износу и др. Одним из важнейших современных требований к эксплуатации машин и тракторов в поле является сохранение ими плодородия почв. Как известно, на плотность почвы оказывают влияние вес машин, опорная поверхность колес, скорость передвижения. Мало изученным остается вопрос о влиянии рисунка и износа протектора шины на уплотнение почв. В данной статье делается попытка определить степень влияния геометрии шины на изменение плотности почвы.

Основная часть

Методика исследований

На жестком основании деформирование шины определяется в основном нормальной деформацией почвозацепов. При движении ведущего колеса необхо-

димо, кроме сил трения между опорной поверхностью колеса и почвы, учитывать силы при упоре почвозацепов в почву и силы ее сдвига боковыми гранями. Почвозацепы, сдвигаясь, срезают почву в направлении, обратном движению. При установившемся движении колеса сдвиг и срез почвенных кирпичей происходит в основном в периоды выхода последнего почвозацепа из почвы (рис. 1). Все почвозацепы сдвигают и среза-

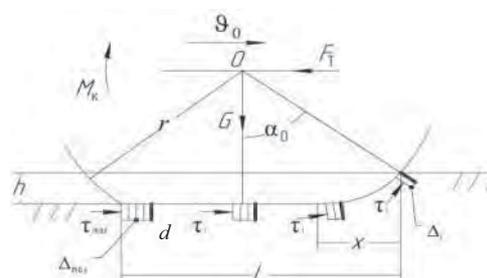


Рисунок 1. Взаимодействие почвозацепов эластичного колеса с почвой: $\vartheta_0 = \text{const}$ – скорость оси колеса; M_k – крутящий момент; F_T – продольная сила; τ_i – напряжения сдвига, приложенные к i -му почвозацепу; L – длина опорной поверхности; G – осевая нагрузка на колесо; α_0 – угол между вертикалью и входящим в почву почвозацепом.

ют почву на одинаковую величину. Если первый сдвигает почву на Δ_i , то второй – на $2\Delta_i$, третий – на $3\Delta_i$ и т. д. Величина Δ_i и число почвозацепов, находящихся в почве, зависят от ее физического состояния (рыхлая, средняя или твердая), размеров колеса и рисунка протектора. Если n – число почвозацепов в зацеплении опорной поверхности колеса с почвой, то в результате

зацепления от входа в почву до выхода из нее, почвозацеп срежет почву на величину [2]

$$\Delta_{\max} = n\Delta_i.$$

Если известна длина опорной поверхности колеса L , то наибольший сдвиг и срез почвы можно записать через коэффициент буксования δ в виде

$$\Delta_{\max} = \delta L.$$

Из записанных двух формул имеем

$$\delta = \frac{n\Delta_{\max}}{L}.$$

Т.е. коэффициент буксования колеса зависит от количества почвозацепов в зоне контакта, длины контакта и свойств почвы, которые учитываются сдвигом почвы Δ_{\max} .

Касательная сила тяги колеса, необходимая для преодоления сдвига почвы почвозацепом, выражается соотношением

$$F_{ke} = \int_0^L \tau_k dA = \int_0^L b\tau_k dx, \quad (1)$$

где τ_k – проекция касательного напряжения на ось x от k -го грунтозацепа, Н/м^2 ;

dA – элементарная площадка опорной поверхности колеса, равная $dA = bdx$, м^2 ;

b – ширина колеса ($b = 2l \sin \beta$, l – длина боковой грани почвозацепа), м ;

β – угол, характеризующий положение почвозацепа на колесе (рис. 2), град;

dx – длина элементарной площадки вдоль опорной поверхности L , м .

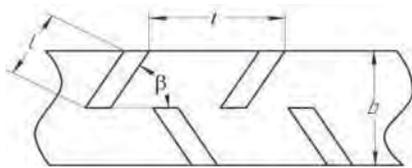


Рисунок 2. Расположение почвозацепов на беговой дорожке шины

В общем случае τ_x

$$\tau_k = c_0 + \sigma_{rk} \operatorname{tg} \varphi, \quad (2)$$

где c_0 – коэффициент сцепления почвы, Н/м^2 ;

$\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент внутреннего трения почвы;

σ_{rk} – нормальное напряжение, действующее со стороны основания почвозацепа колеса, Н/м^2 .

Если считать, что c_0 , $\operatorname{tg} \varphi$ для рассматриваемого состояния постоянные величины, тогда

$$F_{ke} = \int_0^L b\tau_k dx = bc_0 L + b \operatorname{tg} \varphi \int_0^L \sigma_{rk} dx. \quad (3)$$

Нормальное напряжение под колесом определим с помощью подхода, рассмотренного Фрелихом [3, 4]. Фрелих модифицировал известную формулу Бус-

синеска, которую можно применять для трех видов твердости почвы

$$\sigma_r = \frac{\psi G}{2\pi r^2} \cos^{(\psi-2)} \alpha_0, \quad (4)$$

где σ_r – радиальное напряжение в зоне контакта между грунтозацепами, Н/м^2 ;

ψ – коэффициент, определяющий состояние почвы (для твердой почвы $\psi = 3$, средней почвы – $\psi = 4$, мягкой почвы – $\psi = 5$);

r – свободный радиус колеса, м ;

α_0 – угол между вертикалью, проходящей через ось колеса и радиус r (рис. 1), град.

На основании формулы (4) определим давление почвозацепа на почву. При входе почвозацепа в почву на его основание будет действовать радиальное напряжение

$$\sigma_r = \frac{\psi G}{2\pi(r+d)^2} \cos^{(\psi-2)} \alpha_0, \quad (5)$$

где d – высота грунтозацепа, м .

Данное выражение не учитывает деформирование шины. Известно, что связь между нормальной деформацией шины $h_{ш}$ и нагрузкой на ось колеса G на жестком основании (рис. 3) носит нелинейный характер (кривая 1, рис. 4). По мере возрастания нагрузки

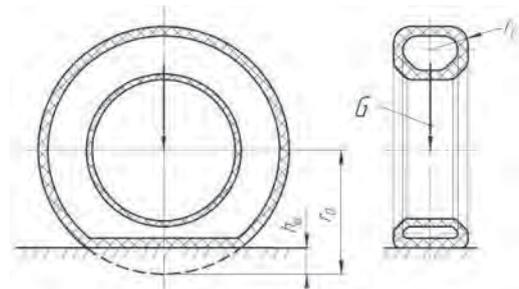


Рисунок 3. Деформация шины под действием нормальной нагрузки

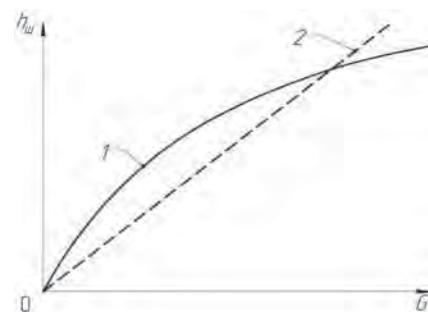


Рисунок 4. Влияние нормальной нагрузки на деформацию шины: 1 – реальная зависимость $h_{ш}$ от G ; 2 – приближенная зависимость $h_{ш}$ от G

увеличение деформации замедляется [2].

На практике с достаточной степенью точности используют линейную зависимость между G и $h_{ш}$ (линия 2, рис. 4), которая описывается формулой Хейдекеля [4]

$$h_{\text{ш}} = \frac{G}{2\pi p_{\text{ш}} \sqrt{r_0 r_c}}, \quad (6)$$

где $p_{\text{ш}}$ – давление воздуха в шине, Н/м²;

r_0 – свободный радиус ненагруженного колеса, м;

Обозначим через $r_0 = r + d$.

r_c – радиус сечения шины, м.

Выражение в знаменателе формулы (6) $2\pi p_{\text{ш}} \sqrt{r_0 r_c} = \lambda_{\text{ш}}$ называют коэффициентом жесткости. Тогда абсолютная деформация шины

$$h_{\text{ш}} = \frac{G}{\lambda_{\text{ш}}}.$$

При вертикальном упоре почвозацепа ($\alpha_0 = 0$, рис. 1) напряжение определится

$$\sigma_r = \frac{\psi G}{2\pi(r_0 - h_{\text{ш}})^2}. \quad (7)$$

Если деформация шины $h_{\text{ш}}$ мала, то можно считать $h_{\text{ш}}^2 = 0$. Тогда

$$\sigma_r = \frac{\psi G}{2\pi(r_0^2 - 2r_0 h_{\text{ш}})}. \quad (8)$$

После некоторых преобразований с учетом формулы (6), получим

$$\sigma_r = \frac{\psi G \lambda_{\text{ш}}}{2\pi(r_0^2 \lambda_{\text{ш}} - rG)}. \quad (9)$$

Таким образом, выражение (9) определяет радиальное напряжение под почвозацепом.

Определим напряжения в почве между почвозацепами протектора шины в случае квазистатического движения. Можно приближенно считать форму деформирования почвы между почвозацепами в виде куба (угол $\beta \approx \frac{\pi}{2}$ рис. 2) со сторонами

a – вдоль оси y , l – вдоль оси x (длина боковой грани почвозацепа) и d – вдоль оси z (высота почвозацепа).

На данный почвенный куб со стороны колеса и почвы будут действовать главные напряжения

$$\sigma_x \neq 0; \quad \sigma_z \neq 0 \quad \sigma_y \neq 0 \quad (10)$$

и главные деформации

$$\varepsilon_x \neq 0; \quad \varepsilon_y = 0; \quad \varepsilon_z \neq 0. \quad (11)$$

Относительная деформация $\varepsilon_y = 0$, так как считаем, что боковые грани почвозацепов деформируются незначительно. Относительные деформации

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E'}[\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)];$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E'}[\sigma_y - \nu(\sigma_z + \sigma_x)] = 0;$$

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E'}[\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)], \quad (12)$$

где E' – коэффициент деформации, Н/м²;

ν – коэффициент Пуассона.

Из второго уравнения системы уравнений (12) получим

$$\sigma_y = \nu(\sigma_z + \sigma_x). \quad (13)$$

Пусть на данный куб в направлении осей x и z действуют силы – со стороны почвы F , со стороны колеса P

$$\sigma_x = -\frac{F}{ad}; \quad \sigma_z = -\frac{P}{al}. \quad (14)$$

Тогда

$$\sigma_y = -\nu \left[\frac{1}{a} \left(\frac{F}{d} + \frac{P}{l} \right) \right]. \quad (15)$$

Подставив зависимости (14) и (15) в первое и третье уравнения системы уравнений (12), получим

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E'} \left[-\frac{F}{ad} + \frac{P\nu^2}{al} + \nu^2 \frac{P}{al} + \nu \frac{P}{al} \right]; \quad (16)$$

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E'} \left[\frac{F}{a^2} \nu^2 + \frac{P}{al} \nu^2 - \frac{P}{al} - \nu \frac{F}{ad} \right]. \quad (17)$$

Сумма выражений (16) и (17) даст относительную объемную деформацию

$$\varepsilon_o = \varepsilon_x + \varepsilon_z = \frac{1}{E'} \left(\frac{2\nu^2 P}{al} + \frac{2\nu^2 F}{a^2} - \frac{1}{al} (F + P) + \frac{\nu}{a} \left(\frac{P}{l} - \frac{F}{d} \right) \right). \quad (18)$$

Минимальное значение в выражении (18) будет при условии

$$\frac{P}{al} \approx \frac{F}{ad}. \quad (19)$$

Откуда найдем соотношение действующих сил на почву между почвозацепами и его геометрическими размерами: боковой гранью и высотой почвозацепа

$$\frac{F}{P} \approx \frac{d}{l}. \quad (20)$$

Для определения плотности между почвозацепами, т.е. в рассматриваемом объеме, используем формулу

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - \varepsilon_o}, \quad (21)$$

где ρ_0 – плотность почвы до деформирования, кг/м³.

Подставив выражение (18) в выражение (21), получим

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - \frac{1}{E} \left[\frac{2v^2 P}{al} + \frac{2v^2 F}{a^2} - \frac{P+F}{al} + \frac{v}{a} \left(\frac{P}{l} - \frac{F}{d} \right) \right]} \quad (22)$$

Выводы

Предложена методика, позволяющая определить плотность почвы, зажатой между почвозацепами энергетических средств. Отмечено, что в данном случае плотность зависит от начального состояния почвы, действующих сил со стороны взаимодействующих элементов, размеров сторон почвозацепов и их расположения на беговой дорожке, модуля деформации почвы и коэффициента Пуассона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 367 с.
2. Тракторы. Теория / В.В. Гуськов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1988. – 375 с.
3. Куллен, Л. Современная земледельческая механика / Л. Куллен, Х. Куперс. – М.: Агропромиздат, 1986. – 349 с.
4. Чигарев, Ю.В. Математические основы механики почв / Ю.В. Чигарев, П.Н. Синкевич. – Мн.: Технопринт, 2004 – 163 с.

Измерители-регуляторы МТ2

Предназначены для измерения и регулирования температуры (в комплекте с датчиками температуры), а также других незлектрических величин (давление, уровень, влажность и т.д.)



Измерители-регуляторы МТ2 являются универсальными цифровыми программируемыми микропроцессорными устройствами. Они могут быть использованы при создании систем автоматического контроля и регулирования различных параметров технологических процессов в промышленности и сельском хозяйстве.

Основные технические данные

Напряжение питания	230 В ± 10%, 50 Гц
Потребляемая мощность, не более	4 ВА
Масса, не более	0,4 кг
Габаритные размеры	120x96x48 мм
Входной сигнал (измерительный преобразователь)	Термопреобразователь сопротивления: ТСП50П, ТСП100П, ТСМ50М, ТСМ 100М; Термопара типа: «L», «J», «K»; Унифицированный токовый сигнал: 0...5мА, 0...20мА, 4...20мА
Предел основной приведенной погрешности измерения	±0,5 %
Закон регулирования	позиционный, ПИД

на небольших заводах, перерабатывающих до 200 тонн картофеля в сутки. На более крупных предприятиях целесообразно строить цеха утилизации с получением концентрированных и сухих кормов.

Клеточный сок картофеля содержит более 5 % сухих веществ и составляет около 40 % массы перерабатываемого сырья. При этом соковые воды, по химическому составу представляющие ценную в питательном отношении составную часть картофеля, вообще не находят применения и утилизируются, загрязняя окружающую среду, что вызывает необходимость строительства дорогостоящих очистных сооружений.

В связи с возрастающими объемами переработки картофеля на продукты питания увеличивается и количество отходов. В Беларуси за год они составляют:

- мезга – 60-70 тыс. т;
- отходы при производстве сухого картофельного пюре – до 10 тыс. т;
- сточные воды – 100-120 тыс. т [2].

До настоящего времени уровень их использования остается низким, что объясняется невысокой технологичностью переработки сырья.

Для повышения эффективности работы предприятий сферы картофелепереработки, снижения материалоемкости производимой продукции необходимо сменить векторную направленность сложившейся ситуации. Рациональное использование отходов с применением современных технологий должно стать одной из основных функций картофелеперерабатывающих предприятий, позволяющей получить дополнительный источник добавленной стоимости.

Исследованиями установлено, что шведской компанией «LARSSON» разработано технологическое оборудование, являющееся самым прогрессивным на территории Европейского Союза и включающее не только получение картофельного крахмала, но и переработку отходов основного производства. Комплексное решение было найдено благодаря сотрудничеству компании с датской фирмой «СТЕКАО».

Схема переработки отходов крахмального производства с получением углеводно-белкового гидролизата и белкового корма позволяет использовать сухие вещества картофеля на 97 %, сократить расход свежей воды на технологические нужды. Из картофельного сока выделяют белок, соединяют его с предварительно обезвоженной и спрессованной мезгой и получают сухие корма. Обогащение мезги клеточным соком повышает их питательную ценность. Белковый корм усваивается животными до 80 %.

По данным концерна «Белгоспищепром», инновационные технологии компанией «LARSSON» внедрены и используются на заводе по производству картофельного крахмала «KARUP» в Дании. Качество установок отвечает высоким стандартам, что позволяет извлекать крахмал до 98-100 % (на отечественном оборудовании этот показатель не превышает 85-86 %) и перерабатывать отходы основного производства. Завод, производительностью 100 т перерабатываемого сырья/час за это же время вырабатывает около 21 т крахмала, 10 т мезги, около 75 м³ клеточного сока и 30-40 м³ технологических стоков. Из расчета этого количества сока потенциал производства протеина составляет 1000 кг коммерческого продукта в час.

Производственный процесс по выделению белка из картофельного сока является циклическим, основанным на использовании технологии, включающей рекуперацию тепла, водосток и сушку. Результатом ее использования является значительное повышение качества картофельного белка, что включает, например, его цвет и содержание токсических веществ, таких как соланин (TGA). Вместе с тем снижаются затраты на электроэнергию и устраняется негативное влияние на окружающую среду по сравнению с уже известными технологиями по выделению протеина, которые используются на заводах по производству картофельного крахмала в Европе.

Линия по выделению протеина проходит компьютерный контроль, начиная с этапа переработки картофеля, когда клеточный сок поступает на линию выделения белка, и до стадии конечного продукта. Общая стоимость электроэнергии и газа для производства составляет 0,10 € на килограмм белка, что является показателем даже ниже, чем поставленная изначально разработчиками цель – 0,15 € на килограмм продукта. Средний показатель для крахмальных производств в Европе за 2012 год составил, для сравнения, около 0,35 €.

Новая технология явилась результатом сведения воедино накопленных знаний и опыта, лабораторных опытов и внесения изменений в уже существующее технологическое оборудование. Содержание азотистых соединений в стоке сократилось на 50-60 %, энергопотребление по сравнению с традиционными линиями снизилось на 50-70 %, водопотребление – на 50-60 %. Улучшилось качество протеина в плане цветности и снижения содержания гликоалкалоидов.

Заключение

Технологии компании «LARSSON», много лет работающей в направлении переработки картофеля и имеющей большой опыт, заслуживают внимания и изучения. В перспективе видится целесообразным оснащение ряда отечественных предприятий шведским оборудованием, чтобы на практике освоить новые технологии.

Существующие тенденции манифестируют смещение центра производства картофельного крахмала из стран западной Европы в восточном направлении и, учитывая многолетние традиции Беларуси, необходимо перенять все лучшее, что есть в мировой крахмальной индустрии, сделать отечественное производство конкурентоспособным, а отрасль – одной из ведущих в республике. То, что раньше принималось за отходы переработки, требующие утилизации, необходимо рассматривать как источник дополнительного дохода. Год бережливости должен стать для картофелеперерабатывающих предприятий годом эффективной экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная комплексная программа развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства в 2011-2015 годах. – Минск, 2011.
2. Кулага, И.В. Безотходные технологии – важный фактор повышения эффективности промышленной переработки картофеля / И.В. Кулага // Агрэкономика, 2008. – № 5. – С. 17-19.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МИКРОСКОПИИ В НАУЧНОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АГРАРНЫХ ВУЗОВ

Н.К. Толочко, докт. физ.-мат. наук, профессор, А.А. Андрушевич, канд. тех. наук, доцент, П.С. Чугаев, аспирант, К.Л. Сергеев, аспирант (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены функциональные возможности компьютерных микроскопов и перспективы применения компьютерной микроскопии в научной и учебной деятельности аграрных вузов.

The functionalities of computer microscopes have been considered. The perspectives in computer microscopy applied to educational and scientific activities of agrarian universities have been discussed.

Введение

Компьютерная микроскопия представляет собой новое направление в информационно-измерительной технике, интенсивно развивающееся с конца 90-х годов XX века [1]. Ее появление связано с широким распространением информационных технологий, в результате чего потребовалась разработка усовершенствованных подходов к организации микроскопических исследований, что в первую очередь обусловлено необходимостью осуществления количественной и статистической обработки информации, получаемой с помощью микроскопа.

Компьютерная микроскопия широко применяется в различных отраслях науки, техники и производства, в медицине, охране окружающей среды. В последние годы она широко внедряется в сферу высшего образования.

Основные направления применения компьютерной микроскопии в научной и учебной деятельности вузов в значительной мере определяются тематикой выполняемых научных исследований и профилем подготовки специалистов. В настоящее время компьютерная микроскопия получила распространение в основном в вузах, осуществляющих научную и учебную деятельность в области медицины и биологии, а также материаловедения и технологии материалов. В данной статье рассмотрены перспективы применения компьютерной микроскопии в научной и учебной деятельности аграрных вузов с учетом специфики этой деятельности и функциональных возможностей компьютерных микроскопов.

Основная часть

Функциональные возможности компьютерных микроскопов

Компьютерные микроскопы (их также называют цифровыми микроскопами, видеомикроскопами, автоматизированными анализаторами изображения) представляют собой аппаратно-программные комплексы,

обычно создаваемые на основе серийно выпускаемых оптических микроскопов, в которые встраиваются цифровые видеокамеры, связанные с персональными компьютерами [1]. Микроскоп обеспечивает выбор поля наблюдения и формирует изображение в видеокамере, которая передает его в виде цифрового или телевизионного сигнала в компьютер, где оно визуализируется на дисплее и подвергается программной обработке.

Компьютерные микроскопы обладают широким спектром функциональных возможностей (табл. 1). Они позволяют получать, обрабатывать и хранить информацию о разнообразных видах изучаемых объектов, а также обеспечивают наглядное представление этой информации.

С их помощью можно получать (снимать) изображения как статичных, так и динамичных объектов (соответственно, не изменяющих или изменяющих во времени свое положение и/или состояние).

Функциональные возможности компьютерных микроскопов в значительной мере определяются типом базового оптического микроскопа, его конструкцией, техническими характеристиками, принципом работы (в отраженном или проходящем, обычном или поляризованном, видимом, ультрафиолетовом или инфракрасном свете). Компьютерные микроскопы могут оснащаться дополнительными конструктивными элементами, повышающими степень их автоматизации, улучшающими условия обслуживания и качество выполняемых работ, такими, как моторизованные драйверы фокусировки, предметные столы, узлы смены объективов и фильтров, транспортеры доставки предметных стекол на предметный стол, электронные блоки идентификации стекла по штрих-коду, управления освещением и др. [2]. Решающая роль в определении функциональных возможностей компьютерных микроскопов отводится используемым программным средствам.

Производство компьютерных микроскопов освоено в ряде стран мира, в том числе в СНГ. В Беларуси

Таблица 1. Основные функции компьютерных микроскопов

Получение изображений	Представление изображений объектов на дисплее компьютера в режиме реального времени (использование дисплея в качестве видеискателя перед съемкой изображения)
	Съемка изображений статичных или динамичных объектов (получение одиночных видеокадров)
	Непрерывная съемка изображений динамичных объектов (получение видеофильмов)
Обработка изображений	Покадровая съемка изображений динамичных объектов (получение серии видеокадров) с регулируемой частотой захвата
	Сохранение изображений (вместе с сопровождающей текстовой информацией) в базе данных компьютера
	Извлечение изображений (вместе с сопровождающей текстовой информацией) из базы данных компьютера и его вывод на дисплей; просмотр изображений на дисплее, в том числе просмотр одиночных видеокадров; полный и покадровый просмотр видеофильмов (в прямом и обратном направлении); передача изображений в другие компьютеры; их представление на большом экране с помощью мультимедиа-проектора, распечатка на принтере
	Монтаж видеофильма с «ускоренным сюжетом» на основе изображений динамичных объектов, полученных покадровой съемкой
	Сшивка ряда изображений, снятых в различных полях наблюдения, в одно изображение высокого разрешения
	Сравнение разных изображений или разных фрагментов одного изображения по характерным признакам объектов*
	Захват части изображения: выделение части изображения, подлежащей анализу, ограничительной рамкой и удаление оставшейся за рамкой части изображения закрашиванием
	Преобразование изображений: изменение размера, яркости, контрастности, цвета; выравнивание фона; геометрические преобразования (поворот, обрезка, изменение размеров и масштаба, зеркальное отображение); морфологические преобразования (эрозия, дилатация, открытие, закрытие и т. д.)
Редактирование изображений: рисование, заливка разными цветами или шаблонами отдельных фрагментов изображения, нанесение текста, стрелок, геометрических фигур и т.д.	
Обработка изображений	Выделение объектов: выявление объектов, подлежащих анализу, по их характерным признакам* и последующее выделение выявленных объектов путем маркирования, классификации (удаления остальных объектов закрашиванием), сегментации (отделения от остальных объектов разграничительными линиями или локальным изменением фона), бинаризации (создания высококонтрастного черно-белого изображения)
Измерение параметров объектов и обработка результатов измерений	Измерение геометрических параметров объектов: размера, периметра, площади; определение фактора формы объекта
	Измерение параметров расположения объектов: расстояния между двумя объектами, угла ориентации объектов относительно заданного направления в поле наблюдения или угла взаимной ориентации объектов, в том числе оценка параллельности или перпендикулярности
	Измерение количества объектов, определение численной концентрации объектов (в том числе объектов определенного типа)
	Измерение суммарной площади объектов, определение относительной объемной концентрации объектов (в том числе объектов определенного типа)
	Выполнение измерений определенных видов: повторяемых, осуществляемых в определенной последовательности или в пределах определенных значений параметров
	Статистическая обработка данных: определение средних, максимальных и минимальных значений, построение гистограмм и графиков функций распределения
* <i>Характерные признаки объектов на изображениях: размер, форма, яркость, цвет, текстура, расположение и т.д.</i>	

производителями таких приборов являются ГНПО «Планар» (г. Минск) и ЧНПУП «Спектравтоматкомплекс» (г. Витебск). Их выпуском занимаются, как правило, фирмы, специализирующиеся в области оптического приборостроения. Большинство этих фирм создают компьютерные микроскопы путем дооснащения оптических микроскопов видеокамерами, а также другими конструктивными элементами. Исключением являются немногие фирмы, в частности NIKON (Япония) и LEICA (Германия), которые выпускают специальные модели компьютерных микроскопов без визуального канала.

Особенности конструкции и принцип действия компьютерных микроскопов можно показать на примере двух типов таких приборов (производитель – ЧНПУП «Спектравтоматкомплекс»), которые приме-

няются в научной и учебной деятельности кафедры «Технология металлов» Белорусского государственного аграрного технического университета.

Компьютерный микроскоп первого типа изготовлен на базе металлографического микроскопа МИМ-8 (предназначен для исследования объектов в отраженном свете), второго типа – на базе микроскопа Микмед-6 (предназначен для исследования объектов в проходящем свете). Оба базовых микроскопа дооснащены цифровыми видеокамерами (типа DCM 310 или DCM 320), работающими совместно с персональными компьютерами. Кроме того, они оборудованы спектральными осветителями высокого контраста типа ОС-16 ЦОМ с устройством управления режимами осветителя. Осветители позволяют подсвечивать объекты в видимом спектре, обеспечивая вы-

сокую равномерность (6 %) поля подсветки. Конструкция осветителей (освещение микрообъекта) исключает посторонние засветки (блики), что значительно улучшает качество воспроизводимого изображения. Компьютерные микроскопы обоих типов имеют высокую разрешающую способность и контрастную чувствительность, а именно: позволяют наблюдать слабоконтрастные микрообъекты на дисплее с увеличением до 3000 раз (разрешение не хуже 300 нм) и с контрастом воспроизводимого изображения не менее 80:1.

Компьютерный микроскоп первого типа (рис. 1)



Рисунок 1. Компьютерный микроскоп на базе микроскопа МИМ-8

применяется для количественного анализа микроструктуры металлов и сплавов в рамках выполнения научных исследований, а также при проведении лабораторных занятий по материаловедению, на которых студенты изучают микроизображения структур, получаемые на дисплее или демонстрируемые на большом экране с помощью мультимедиа-проектора.

Компьютерный микроскоп второго типа (рис. 2)



Рисунок 2. Компьютерный микроскоп на базе микроскопа Микмед-6

служит для количественного анализа дисперсных материалов. Примерами таких материалов, представляющих собой объекты научных исследований, в том числе проводимых в рамках выполнения дипломных проектов и магистерских диссертаций, являются отработанные смазочные масла, порошки для магнитоабразивной обработки металлических деталей, суспензии-электролиты для нанесения композиционных

упрочняющих покрытий и т.п. Измерения структурных параметров осуществляются, как правило, на копиях микроизображений, предварительно сохраненных в базе данных компьютерных микроскопов. Для определения размеров отдельных структурных элементов (частиц) или расстояний между ними на микроизображения наносятся измерительные линии, которые, соответственно, пересекают эти элементы в выбранных направлениях или соединяют их между собой. При этом автоматически фиксируются значения измеряемых размеров или расстояний. Для измерения площади отдельных структурных элементов (частиц) на микроизображения наносятся измерительные контуры этих элементов. При этом также автоматически фиксируются значения измеряемых площадей. На рис. 3 в качестве примера показано



Рисунок 3. Микроизображение агрегатов углеродных наночастиц с нанесенными измерительными линиями и измерительным контуром

микроизображение агрегатов углеродных наночастиц (дисперсная фаза суспензии) с нанесенными измерительными линиями и контуром.

Для определения объемного содержания структурных составляющих (элементов или частиц) следует обеспечить их высококонтрастное выделение на микроизображении, для чего микроизображение делается бинарным (черно-белым). Затем автоматически вычисляется относительная площадь структурных элементов в выбранном поле наблюдения (рис. 4). Таким же способом можно определять пористость

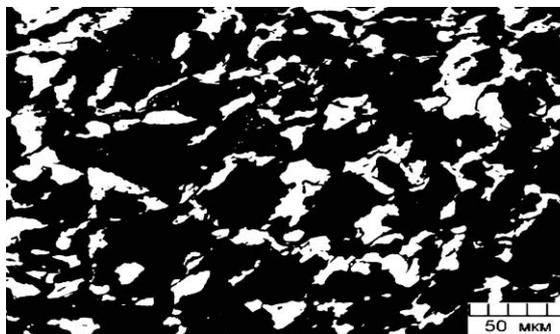


Рисунок 4. Микроструктура углеродистой дозвектоидной стали (бинарное изображение). Светлые участки – феррит, темные – перлит

твердофазных материалов, содержание в них включений или структурных фаз, а в случае суспензий – содержание дисперсной фазы.

Компьютерная микроскопия в научной деятельности аграрных вузов

Основные области применения компьютерной микроскопии в научной деятельности аграрных вузов связаны с тематическими направлениями проводимых в них научных исследований, которые, в свою очередь, формируются в соответствии с отраслевой структурой АПК (табл. 2).

Важной в экологическом отношении областью применения компьютерной микроскопии является анализ сточных вод на животноводческих комплексах и фермах, перерабатывающих предприятиях, а также в системах мойки агропромышленной техники на предприятиях по ее ремонту и техническому обслуживанию.

Типичными примерами применения компьютерной микроскопии в научной деятельности аграрных вузов являются: гистологические исследования, связанные с разработкой методов диагностики и лечения заболеваний животных (Волгоградский и Дальневосточный государственные аграрные университеты) [3,4]; разработка способа определения содержания жира в молоке для экспресс-оценки молочной продуктивности скота (Кубанский государственный аграрный университет) [5]; сперматологические исследования, связанные с изучением степени влияния условий содержания коров на их продуктивные качества и клинико-физиологические показатели организма (Гродненский государственный аграрный университет) [6].

Следует особо отметить перспективы использования компьютерной микроскопии, обусловленные ее возможностью наблюдать поведение различных объектов на дисплее в реальном времени (проводить исследование *in situ*), а также осуществлять их после-

дующее рассмотрение при работе в режиме «стоп-кадр». Благодаря этому можно глубже изучить особенности различных процессов, устанавливать их кинетические закономерности, а также проводить экспресс-анализ влияния различных факторов на характер их протекания. Так, с помощью компьютерного микроскопа можно исследовать кинетику роста корней растений и прорастания семян [7]. Также, используя компьютерный микроскоп, можно изучать кинетику роста биологических клеток, внутриклеточных процессов, межклеточных взаимодействий, ферментативных процессов в клетках, реакций клеток на действие физических факторов, инъекций фармацевтических препаратов и генетического материала (клонирование клеток) и др. [8]. Аналогично, с помощью компьютерного микроскопа можно исследовать кинетику процессов коррозии металлов [9], развития трещин в металлоконструкциях под действием механических нагрузок [10, 11], микроструктуру конструкционных сталей для рабочих органов сельскохозяйственной техники после термической упрочняющей обработки [12].

Компьютерная микроскопия в учебной деятельности аграрных вузов

В настоящее время компьютерная микроскопия получила довольно широкое распространение в учебной деятельности вузов, связанной в основном с подготовкой специалистов в области биологии и медицины, о чем, в частности, свидетельствует опыт ее применения в российских вузах. Так, компьютерные микроскопы используются в Санкт-Петербургском государственном медицинском университете для демонстрации изображений гистологических препаратов при проведении лабораторных занятий по морфометрии в гистологии и патологической анатомии; в Санкт-Петербургской медицинской академии последиплом-

Таблица 2. Применение компьютерной микроскопии при проведении научных исследований в сфере АПК

Отрасли АПК	Виды исследований (контрольно-аналитических работ)
Растениеводство	Исследование клеточного и внутриклеточного строения тканей растений, в том числе семян.
	Анализ почв: определение порозности (пористости), гранулометрического состава, содержания минералогических составляющих.
Животноводство и ветеринария	Исследование клеточного и внутриклеточного состава биологических жидкостей (крови, мочи, спермы, ликвора, желчи), кала, соскобов и срезов тканей животных, а также исследование наличия микроорганизмов и паразитов у животных
Переработка сельскохозяйственной продукции, включая производство пищевых продуктов и кормов	Контроль качества пищевых продуктов, проверка их натуральности, сравнение характеристик пищевых продуктов разных производителей, в частности, контроль качества молока (исследование дисперсного состава молочного жира, агрегативной устойчивости жировых эмульсий); мяса (исследование наличия микроорганизмов, степени распада мышечной ткани); крахмала (определение размера и формы крахмальных зерен) и т.п.
	Контроль качества кормов, в том числе установление их засоренности, степени поражения грибковыми микроорганизмами и вредителями
Производство и ремонт автотракторной и сельскохозяйственной техники	Исследование микроструктуры конструкционных материалов (определение размера кристаллических зерен, размера и относительного содержания пор, включений, структурных составляющих).

ного образования – для анализа хромосом (в рамках курсов повышения квалификации). Специальная подготовка студентов по применению компьютерной микроскопии в биологии и медицине осуществляется на биологическом факультете Тюменского государственного университета, на кафедре компьютерных медицинских систем Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» и т.д.

Особый интерес представляет опыт биологического факультета Пермского государственного университета, где преподается дисциплина «Компьютерная микроскопия» [13]. Цель этой дисциплины – сформировать навыки работы с современным микроскопическим оборудованием, системами визуализации и анализа компьютерных изображений, которые необходимы специалистам-биологам. Задачи дисциплины – освоить основные возможности компьютерной микроскопии, изучить этапы получения изображений и обработки результатов методами компьютерной микроскопии. Дисциплина «Компьютерная микроскопия» тесно связана с другими дисциплинами («Цитология», «Генетика» и т.п.), которые читаются студентам биологического факультета.

Подобный опыт может получить успешное распространение в аграрных вузах, занимающихся обучением студентов специальностям, относящимся к сферам растениеводства, животноводства, ветеринарии, переработки сельскохозяйственной продукции.

Компьютерная микроскопия также получает развитие в учебной деятельности технических вузов, связанной с подготовкой специалистов в области материаловедения и технологии материалов. С использованием компьютерной металлографии в Московском институте стали и сплавов и Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете проводятся лабораторные занятия по изучению микроструктуры металлов и сплавов, а в Санкт-Петербургском государственном горном университете – по изучению микроструктуры образцов горных пород и минералов.

Подобная практика может быть успешно распространена в аграрных вузах, занимающихся обучением студентов специальностям, относящимся к области производства и ремонта агропромышленной техники.

При внедрении компьютерной микроскопии в учебную деятельность вузов следует учитывать характерные признаки студенческой аудитории [1]. С одной стороны, студентам свойственна восприимчивость к новому, они обладают общей компьютерной грамотностью, проявляют интерес к компьютерным технологиям, с другой стороны, у них нет опыта практической работы по узкоспециализированным направлениям и, как следствие, они имеют слабое представление о возможностях использования компьютерных микроскопов при решении конкретных прикладных задач. Поэтому студентов следует первоначально обучить методам работы с компьютерными микроскопами, а затем

ознакомить с основными возможностями компьютерной микроскопии в процессе изучения определенных учебных дисциплин.

Компьютерные микроскопы наиболее эффективно использовать при проведении лабораторных занятий, в ходе которых можно демонстрировать микроизображения, формируемые непосредственно в микроскопе в режиме реального времени (с использованием специально приготовленных для анализа образцов биологических препаратов, срезов растительных или животных тканей, микрошлифов металлов и т.п.), либо микроизображения, хранящиеся в базе данных компьютера или на электронных носителях информации. Кроме того, компьютерные микроскопы весьма удобно применять на лекциях с учетом возможности вывода микроизображений на большой экран с помощью мультимедиа-проектора.

Несколько иной должна быть методика внедрения компьютерной микроскопии в учебную деятельность вузов, связанную с повышением квалификации дипломированных специалистов. Здесь следует учитывать, что для таких слушателей представляет особый интерес не общее ознакомление с возможностями компьютерных микроскопов, а изучение перспектив их использования в конкретных направлениях, непосредственно связанных с их производственной деятельностью.

Компьютерная микроскопия пока не получила должного распространения в учебной деятельности большинства аграрных вузов. Поэтому повышенного внимания заслуживает опыт работы тех из них, где компьютерные микроскопы заняли достойное место в учебном процессе. К таким вузам относится Оренбургский государственный аграрный университет, в котором компьютерная микроскопия используется на кафедре ботаники и физиологии растений при преподавании соответствующих учебных дисциплин – «Ботаника» и «Физиология растений» [14].

Кафедра оснащена компьютерным микроскопом, в состав которого входят тринокулярный микроскоп Micros MC-2000, видеокамера CAM-5000, персональный компьютер и программное обеспечение. На лабораторных занятиях по ботанике студенты с помощью компьютерного микроскопа рассматривают различные микропрепараты, как постоянные, так и приготовленные непосредственно студентами. Изображения изучаемых объектов, полученные в микроскопе, демонстрируются с использованием DVD-плеера или телевизора, что позволяет студентам лучше воспринимать учебный материал. Кроме того, при изучении систематики растений используется «электронный гербарий», значительно сокращающий время поиска необходимых данных. Он же используется во время летней учебной практики, когда студенты самостоятельно собирают гербарий и определяют видовой состав растений.

На лабораторных занятиях по физиологии растений студенты изучают различные микропрепараты, являющиеся своеобразными моделями, на которых с помощью компьютерного микроскопа можно увидеть ход физиологических процессов. Примером может служить препарат из клеток эпидермиса листьев растений для изучения процесса плазмолиза. Студенты делают видеозапись этого процесса и в ходе ее просмотра выявляют характерные особенности протекания процесса. Такой подход к проведению занятий способствует лучшему усвоению учебного материала. Результаты всех проведенных работ постоянно заносятся в электронный архив, доступный для пользования студентам.

Заключение

Компьютерные микроскопы обладают большим спектром функциональных возможностей, что открывает широкие перспективы их использования в научной и учебной деятельности различных вузов. Они относятся к тем видам оборудования, оснащение которым вузов позволяет сформировать материально-техническую базу, необходимую для обеспечения тесной взаимосвязи учебного и научного процессов, что является одним из важнейших условий успешного развития высшей школы на современном этапе научно-технического прогресса.

Применение компьютерной микроскопии является особенно перспективным в аграрных вузах, что обусловлено возможностью эффективного использования компьютерных микроскопов при проведении научных исследований и подготовке специалистов для самых различных отраслей непрерывно развивающегося агропромышленного производства страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пантелеев, В.Г. Компьютерная микроскопия / В.Г. Пантелеев, О.В. Егорова, Е.И. Клыкова. – Москва: Техносфера, 2005. – 304 с.
2. Медовый, В.С. Состав оборудования и системная платформа комплексов автоматизированной микроскопии / В.С. Медовый, А.А. Парпара, Б.З. Соколинский, В.Л. Демьянов // Медицинская техника, 2007. – №2. – С. 29-36.
3. Быкова, К.С. Диагностика и терапия лекарственного анафилактического шока у собак: автореф. ... дис. канд. вет. наук: 06.02.01 / К.С. Быкова; Донской гос. аграр. ун-т. – П. Персиановский, 2012. – 22 с.
4. Стародубова, О.А. Морфологическая оценка новообразований молочной железы собак при лечении фракций АСД-2: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.01 / О.А. Стародубова; Дальневосточный гос. аграр. ун-т. – Благовещенск, 2012. – 22 с.

5. Калошина, М.Н. Продуктивные особенности импортного голштинского скота в условиях Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / М.Н. Калошина; Кубанский гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2012. – 24 с.

6. Добрук, В. М. Продуктивные и клинико-физиологические показатели сухостойных коров в связи с условиями содержания / В.М. Добрук, Ю.А. Горбунов, Н.Г. Минина // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – Горки, 2010. – Вып. 13. ч. 1. – С. 269-276.

7. Воскресенская, О.Л. Физиология растений: учеб. пособ. / О.Л. Воскресенская, Н.П. Грошева, Е.А. Скочилова. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т., 2008. – 148 с.

8. Буданцев, А.Ю. Телевизионно-компьютерная микроскопия / А.Ю. Буданцев // Журнал 625, 1998. – № 8. – С. 40-49.

9. Жильцова, О.А., Исследование коррозии железа в кислых средах с использованием цифрового микроскопа / О.А. Жильцова // Юный химик, 2006. – № 2. – С. 46-50.

10. Сакара, А.А. Методика построения кинетических диаграмм усталостного разрушения сталей краповых конструкций в коррозионных средах / А.А. Сакара // Вест. Одесс. нац. морского ун-та, 2008. – № 25. – С. 124-133.

11. Пустовойт, В.Н. Кинетика и механизм роста трещин в стали со структурой ферритно-мартенситного композита / В.Н. Пустовойт, С.А. Гришин, М.В. Зайцев // Вест. ДГТУ, 2011. – Т. 11. – № 6. – С. 857-861.

12. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2010. – 320 с.

13. Итоговый отчет Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Пермский государственный университет» по результатам реализации инновационной образовательной программы «Формирование информационно-коммуникационной компетентности выпускников классического университета в соответствии с потребностями информационного общества» за 2006-2007 гг. / Пермский гос. ун-т [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-18332.html>. – Дата доступа: 13.02.2012.

14. Щукин, В.Б. Повышение качества образовательного процесса на основе применения информационных технологий при преподавании биологических дисциплин в ВУЗе / В.Б. Щукин, О.Г. Павлова, Н.В. Ильясова // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: сб. матер. Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2009. – С. 205-207.

**ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В
ЖУРНАЛЕ «АГРОПАНОРАМА» В 2013 ГОДУ**

№1/2013

И.М. Швед, А.В. Китун, Н.Н. Дедок, В.М. Колончук, В.И. Передня, С.В. Стасюкевич	Уравнение движения частицы вдоль радиуса мешалки
В.Н. Дашков, Е.В. Жеребятъев	Метод концентрации напряжений в проектировании сельскохозяйственной техники
Е.В. Галушко, О.Я. Василюк, И.Ф. Гридошко	Результаты внедрения ресурсосберегающей технологии производства свинины на предприятиях Минской области
В.С. Ветров, А.И. Николаенков, В.Ф. Вербицкий, Т.В. Ховзун, Ю.В. Лобанов	Отечественный препарат для обеззараживания хранилищ плодоовощной продукции
В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова, Н.А. Воробьев	Теоретическое обоснование мощности электропривода вальцовый плющилки-измельчителя
Г.И. Янукович, В.М. Збродыга, Н.Г. Королевич	Работа трансформатора со схемами соединения обмоток «звезда-звезда-разомкнутый треугольник с нулем» и $Y/Y_n\Delta$ при нелинейной нагрузке
А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А. Цубанов	Влияние КПД конвективных зерносушилок на экономию топлива
А.А. Бевзелюк	Совершенствование оценок эффективности инвестиций
О.В. Ловкис	Зарубежный опыт организации и ведения предпринимательской деятельности в овощеводстве
Л.Ф. Догиль, Г.И. Демидчик	Методика определения стратегий риск-менеджмента птицеводческих предприятий

№2/2013

В.Н. Дашков, Ю.Т. Антонишин, А.В. Кудина, В.А. Сокол	Пайка при ремонте и изготовлении деталей из алюминиевых сплавов
А.И. Бобровник, Д.А. Жданко, М.Ф. Аль-Кинани	Повышение топливной экономичности агрегатов с приводом от вала отбора мощности трактора «Беларус»
И.Н. Шилю, Н.Н. Романюк, Б.М. Астрахан, П.В. Клавсутъ	Повышение качества уборки картофеля совершенствованием сепарирующего элеватора комбайна
В.Н. Босак, В.В. Скорина, Т.В. Колоскова	Кормовая продуктивность сои в зависимости от применения удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве
С.И. Коврик, И.П. Козловская	Получение концентрированных удобрений, содержащих биологически активные гуминовые вещества и два микроэлемента – медь и цинк
В.С. Корко	Электротехнологические основы производства активированных водных растворов
В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова	К вопросу повышения производительности и снижения удельных энергозатрат вальцовый плющилки зерна
И.С. Мельниченко, С.А. Хорева, С.Л. Максимова	Отходы целлюлозно-бумажной промышленности – сырье для производства биоудобрений
Т.В. Кулаковская	Эколого-экономические и технические аспекты производства и использования биомассы на сельскохозяйственных землях в энергетических целях
Л.Е. Сошников	Моделирование динамических рядов индексов цен производителей товаров льняной промышленности Республики Беларусь
А.В. Самута	Зарубежный опыт обеспечения конкурентоспособности предприятий молочного подкомплекса
В.М. Синельников	Пути улучшения производственной структуры сельскохозяйственных организаций в зависимости от количества и качества земельных ресурсов
Г.В. Веренич, И.И. Якушев	Непрерывное профессиональное образование персонала в корпоративных структурах агропромышленного комплекса Республики Беларусь

№3/2013

Ю.И. Томкунас, А.В. Новиков, А.О. Помазанский	Влияние почвенно-климатических условий на износ шин
Ю.М. Урамовский, Ю.С. Биза, В.Н. Еднач, Д.И. Комлач	К вопросу определения рабочих параметров роликовых сортировальных поверхностей
И.С. Крук, Ю.С. Биза, А.В. Мучинский, Ф.И. Назаров	Математическое моделирование падения капли пестицида при химической защите посевов
А.И. Бобровник, М.Ф. Аль-Кинани	Кинематика двухпоточного независимого вала отбора мощности трактора
В.В. Смильский	К вопросу о механических свойствах почв
В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Л.Г. Шейко, О.Ф. Смолякова	В защиту традиционного плуга
В.А. Люндышев	Селен в рационах молодняка крупного рогатого скота
Г.М. Сафроновская, И.А. Царук	Оценка агрономической и экономической эффективности удобрений при различной урожайности картофеля
Н.В. Казаровец, М.А. Прищепов, Е.С. Пашкова, Л.А. Расолько	Нанобиотехнологии и генетически модифицированные организмы: перспективы и проблемы использования в перерабатывающей промышленности
А.В. Кудина, В.В. Кураш, В.В. Хроленок, И.В. Редин	Получение износостойких металлопокрытий электродуговой наплавкой плавящимся электродом при воздействии на него ультразвуком
М.Г. Швец	Организация взаимоотношений между производителями сельскохозяйственной продукции и механизированными отрядами агросервисных организаций

М.И. Латушко	Проблемные вопросы инноваций в АПК Беларуси
А.А. Попков, М.М. Радько	Резервы увеличения производства продукции отрасли молочного скотоводства в Республике Беларусь
№4/2013	
Г.С. Горин	Общая и тяговая динамика поддресоренного гусеничного трактора с задненавешенным орудием. Кинематика
Л.В. Кукреш, П.П. Казакевич	Малозатратная модернизация растениеводства в Беларуси
А.П. Шкляр, А.И. Бохан	Селекция как разновидность инновационного процесса
М.М. Радько	Повышение эффективности производства молока на основе совершенствования структуры рационов кормления коров
В.М. Поздняков, С.А. Зеленко	Разделение зерновой массы по удельной плотности на сепараторе вибропневматического принципа действия
Н.В. Казаровец, М.А. Прищепов, Л.А. Расолько, Е.С. Пашкова	Состояние и перспективы применения нанотехнологий в переработке пищевого сельскохозяйственного сырья
В.А. Пашинский, Н.Ф. Бондарь, О.В. Бондарчук	Влияние обработки пивоваренного ячменя переменным электрическим полем на экстрактивность солода
А.И. Федорчук, В.Г. Андруш	К вопросу прогнозирования производственно-обусловленной заболеваемости в сельскохозяйственных организациях
Е.А. Игнатович, Н.Н. Киреенко	Изучение предпочтений белорусских покупателей как основа управления рынком цветочной продукции в Республике Беларусь
С.А. Маток	Хозяйственный механизм развития агролизинга
О.А. Михальченко	Отечественный и зарубежный опыт аналитической диагностики вероятности банкротства субъектов хозяйствования
О.В. Лозинская	Земля – капитал в сельском хозяйстве
№5/2013	
Г.С. Горин	Общая и тяговая динамика поддресоренного гусеничного трактора с задненавешенным орудием. Динамика
А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.С. Воробей	Приспособляемость ходовых систем почвообрабатывающих агрегатов к почвенным условиям эксплуатации
Г.И. Гедроить, Ю.И. Томкунас, А.Д. Четчин	Допустимый уровень воздействия ходовых систем сельскохозяйственной техники на почву
Д.Ф. Кольга, В.С. Сыманович, Г.Г. Тычина, Д.В. Чернокал	Интенсификация процесса подготовки навоза к использованию на полях
Т.А. Непарко, А.В. Новиков, М.В. Прищепчик, Л.Г. Шейко	Повышение эффективности работы погрузочно-транспортных средств на уборке зерновых культур
В.Н. Дашков, Н.А. Воробьев, С.А. Дрозд	Совершенствование технических средств для измельчения фуражного зерна
А.В. Горный, М.М. Жишкевич	Естественное зарастание почвопород после добычи нерудных ископаемых и изменение их биологических свойств
А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А. Цубанов	К вопросу экономии топлива в конвективных зерносушилках с рециркуляцией сушильного агента
В.П. Иванов, А.П. Кастрюк	Обоснование доли деталей ремонтного фонда, годных для дальнейшего применения без восстановительных воздействий
Н.С. Яковчик, М.К. Жудро, Ю.Н. Жук	Концептуальные основы формирования единой системы переподготовки и повышения квалификации кадров АПК союзного государства «Россия – Беларусь»
№6/2013	
И.В. Лесковец	Влияние параметров гусеничного обвода на давление на грунт опорных траков
В.И. Харитонов	Экспериментальные исследования конструктивно-технологических параметров смесителя-аэратора навозно-компостных смесей
Д.В. Виноградов, С.М. Курчевский	Роль агромелиоративных приемов в улучшении основных агрофизических свойств супесчаной дерново-подзолистой почвы
В.А. Люндышев, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин	Использование селена в рационах молодняка крупного рогатого скота на откорме
А.С. Бруйло, П.С. Шешко	Влияние различных концентраций комплексного водорастворимого удобрения растворов на биометрические показатели роста деревьев яблони
О.Ю. Чигарев, Е.М. Прищепова	Некоторые подходы в вопросах деформирования зерна
Н.А. Прокопьев, Е.М. Валялкина	Возможности эффективного производства молока для изготовления экспортноориентированной продукции
А.М. Мазур	Разработка технологических режимов и параметров обогащения сухого картофельного пюре
А.И. Бобровник, В.Е. Тарасенко, Н.С. Лесов	К вопросу использования растительного топлива на основе рапсового масла
Ю.В. Чигарев, И.С. Крук, А. Бжостович, А.С. Воробей, Ф.И. Назаров	Определение плотности почвы между почвозацепами
И.В. Кулага	Рациональное использование отходов крахмального производства как источник получения добавленной стоимости картофелеперерабатывающих предприятий
Н.К. Толочко, А.А. Андрушевич, П.С. Чугаев, К.Л. Сергеев	Применение компьютерной микроскопии в научной и учебной деятельности аграрных вузов

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 заголовки 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 9x12 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.

Система управления производительностью зерносушилки по температурно-влажностным параметрам

Предназначена для непрерывного контроля температуры, влажности зерна в процессе сушки и управления режимом выгрузки из колонковой или шахтной зерносушилки.



Основные технические данные

Диапазон контролируемой влажности зерна	от 9 до 30 %
Погрешность измерения:	
- влажности (не более)	0,5 %
- температуры (не более)	0,5°C
Диапазон регулирования производительности	0...100 %
Мощность устройства управления электроприводом	до 3 кВт
Контроллер имеет унифицированный аналоговый выход 4...20 мк и интерфейс RS-485.	

Применение системы управления электроприводом позволяет оптимизировать технологический процесс сушки по влажности и температуре зерна, предотвращает перегрев зерна, обеспечивает экономию газа или жидкого топлива.

