



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

АГРОПАНОРАМА

№ 3 - июнь 2011

В номере:

*Определение пропускной способности
дробилки с рифленой рабочей
поверхностью вальцов*

*Перспективы создания самоходного
картофелеуборочного комбайна
в Республике Беларусь*

*Повышение эффективности очистки семян
злаковых культур от трудноотделимых
примесей на основе создания новых
конструкций машин*

*Напряженно-деформированное состояние
почвы под воздействием ходовых
систем почвообрабатывающих
агрегатов*





Международная специализированная выставка «Белагро-2011». Это крупнейший форум аграриев, отражающий не только реализацию государственной аграрной политики нашей страны, но и позволяющий изучить зарубежный опыт по перспективным технологиям производства, сельскохозяйственным машинам и другим техническим средствам.

В нынешнем году участниками выставки стали более 350 организаций, фирм и компаний из 15 стран мира, среди которых: Австрия, Германия,

Дания, Италия, Южная Корея, Нидерланды, Франция, Чехия, Польша, Россия, Украина и, конечно же, Беларусь, на долю которой приходилось около 70 процентов всех экспозиций.

Как и в предыдущие годы, «Белагро» проводилась на территории ОАО «Гастелловское» Минского района. Здесь демонстрировались достижения современной селекции сельскохозяйственных культур, племенного животноводства и был организован показ работы сельскохозяйственной техники в поле.

На выставке была широко представлена продукция ведущих предприятий Министерства промышленности и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, в том числе Минского тракторного завода, республиканских производственных объединений «Гомсельмаш», «Белавтомаз», «Амкодор», «Белагромаш», «Белагросервис».

Современные достижения аграрной науки продемонстрировали научно-практические центры НАН Беларуси и высшие учебные заведения аграрного профиля нашей страны.

Белорусский государственный аграрный технический университет имеет статус постоянного участника выставки. В этом году на стенде БГАТУ были представлены патенты на изобретения сотрудников, аспирантов и студентов университета, монографии, учебные пособия, макеты последних научных разработок, образцы деталей, приборов и машин, созданных в университете. Наибольший интерес посетителей экспозиции БГАТУ был проявлен к таким экспонатам, как «Технология импульсного закалочного охлаждения жидкостью сменных деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин», «Автоматизированная микропроцессорная система очистки воздуха от микрофлоры», «Пористые волокновые материалы и фильтрующие элементы на их основе», «Радиоволновой влагомер зерна», «Технология приготовления консервированных продуктов детского питания из овощного и мясорастительного местного сырья».

За активное участие, высокий уровень организации и проведения Белорусской агропромышленной недели университет награжден дипломом 1-ой степени Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, а также дипломом и медалью Республиканского объединения «Белагросервис» за внедрение в сельскохозяйственное производство новой техники, оборудования, современных технологий ремонта.

АГРОПАНОРАМА 3 (85) июнь 2011

Издается с апреля 1997 г.

Научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса.

Зарегистрирован Минстертсвом информации Республики Беларусь 21 апреля 2010 года.

Регистрационный номер 1324.

Учредитель

Белорусский государственный аграрный технический университет

Главный редактор

Николай Владимирович Казаровец

Заместитель главного редактора
М. А. Прищепов

Члены редколлегии:

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

В.Г. Леван – ответственный секретарь;
Н.И. Цындрин – редактор.

Компьютерная верстка
В.С. Медведев

Адрес редакции:

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

Прием статей и работа с авторами:

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

БГАТУ, Издание университетское.

Формат издания 60 x 84 1/8.

Подписано в печать с готового оригинала-макета 22.06.2011 г. Зак. № 630 от 22.06.2011 г.

Дата выхода в свет 29.06.2011 г.

Печать офсетная. Тираж 500 экз.

Статьи рецензируются.

Отпечатано в ИПЦ БГАТУ по адресу: г. Минск, пр-т. Независимости, 99, к.2

ЛП № 02330/0552743 от 2.02.2010 г.

Выходит один раз в два месяца.

Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

Цена журнала на 2-ое полугодие 2011 года:

для индивидуальных подписчиков - 35580 рублей;

ведомственная - 69999 рублей;

Цена журнала - 8710 рублей.

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.Н. Шило, В.Н. Савиных, Н.А. Воробьев, А.В. Гуд**
Определение пропускной способности дробилки с рифленной рабочей поверхностью вальцов.....2
- Н.Н. Романюк, П.В. Клавсуть**
Перспективы создания самоходного картофелеуборочного комбайна в Республике Беларусь.....6

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства. Зоотехния

- А.Н. Орда, В.Н. Дашков, А.С. Воробей**
Влияние технологии возделывания на прилипаемость почвы к картофелю.....10
- С.В. Основин, Л.Г. Основина, Е.Г. Бусько**
Способ приготовления стебельных кормов.....14

Технологии переработки продукции АПК

- А.В. Иванов, А.И. Ермаков, В.М. Поздняков**
Повышение эффективности очистки семян злаковых культур от трудноотделимых примесей на основе создания новых конструкций машин.....20
- М.А. Прищепов, Л.П. Сможевская, Н.М. Стасилевич, Л.А. Расолько, А.А. Почебут**
Использование местного растительного сырья и энергосберегающих технологий в производстве консервированной продукции.....24
- И.И. Паромчик, М.П. Шабета, Е.А. Войцеховская, М.А. Челомбитько, А.И. Серпейко**
Экспандированные пищевые продукты на основе зернового и пряно-ароматического сырья.....28

Энергетика. Транспорт

- А.Н. Орда, В.А. Шкляревич**
Напряженно-деформированное состояние почвы под воздействием ходовых систем почвообрабатывающих агрегатов.....32

Ресурсосбережение. Экология

- О.А. Карабань**
Оценка объемов производства и качества молока в хозяйствах Минской области.....35

Технический сервис в АПК. Экономика

- Е.С. Пашкова**
Развитие и эффективность производства консервированного детского питания в Беларуси.....40
- Л.В. Мисун, А.Н. Леонов, А.Н. Макап**
Производственный травматизм в агропромышленном комплексе Республики Беларусь и эффективная система обучения охране труда.....43

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДРОБИЛКИ С РИФЛЕНОЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ВАЛЬЦОВ

И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор, В.Н. Савиных, канд. техн. наук, Н.А. Воробьёв, канд. техн. наук, доцент, А.В. Гуд, аспирант (БГАТУ)

Аннотация

В статье приведены результаты аналитических исследований по определению пропускной способности вальцовой дробилки с рифлеными рабочими органами.

The results of analytic research on defining the capacity of a roll crusher with crimpers are given in the article.

Введение

Дробление зерна вальцовыми дробилками является весьма сложным механическим процессом, и его описание на основании теоретических предпосылок, даже с некоторыми допущениями, имеет важное прикладное значение, позволяющее проследить общие закономерности дробления зерна вальцовыми машинами.

Основная часть

В настоящем исследовании поставлена задача, определить влияние основных конструктивных и технологических факторов на пропускную способность вальцовых измельчителей с рифлёной поверхностью рабочих органов. Основным принципом дробления вальцовыми рабочими органами является скалывание, что требует придания вальцам различных окружных скоростей [1, 2, 3]. Отсюда количественная и качественная эффективность работы определяется как абсолютными, так и относительными окружными скоростями вальцов. Разность окружных скоростей вальцов определяет число воздействий рифлей на зерновку, проходящую через рабочую зону вальцов.

Рабочая зона, согласно рис. 1, определяется размером зерновки и диаметром вальцов. Зона воздействия рифлей на зерновку задается дугой L_{AB_1} , которая определяется зависимостью

$$L_{AB_1} = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi}{360},$$

где D – диаметр вальца, м;

φ – угол захвата зерна, град.

Исходя из предположения, что частицы зерна, скалываемые рифлями быстро вращающегося вальца, выбрасываются со скоростью V_0 , а подача зерна производится со скоростью медленно вращающегося

вальца V_M , то время нахождения зерновки t в зоне L_{AB_1} определяется выражением

$$t = \frac{L_{AB_1}}{V_M} = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi}{360 V_M}.$$

За это время в зоне L_{AB_1} произойдет N число воздействий рифлей быстровращающегося вальца на зерновку

$$N = \frac{V_0 \cdot t}{c} = \frac{(V_0 - V_M) \cdot t}{c},$$

где N – число воздействий рифлей на зерновку;

V_0 – разность скоростей, м/с;

c – шаг рифлей, м,

или

$$N = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi}{360} \cdot \frac{(V_0 - V_M)}{V_M} \cdot \frac{1}{c}.$$

Обозначив отношение V_0 к V_M через i , получим

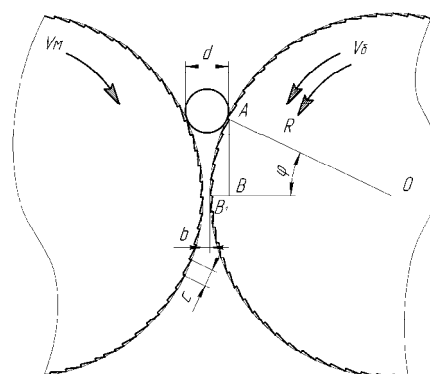


Рисунок 1. Исходные условия для определения времени прохождения зерновки через рабочую зону

$$N = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi \cdot (i-1)}{360 \cdot c}$$

Угол захвата φ , согласно рис. 1, зависит от размера зерновки, зазора между вальцами, их диаметра и определяется следующим выражением:

$$\varphi = \arccos\left(1 - \frac{d-b}{D}\right), \quad (1)$$

где d – средний диаметр зерновки, м;

b – зазор между вальцами, м.

С учетом зависимости (1), общее число воздействий рифлей на зерновку определяется выражением:

$$N = \frac{\pi \cdot D \cdot \arccos\left(1 - \frac{d-b}{D}\right) \cdot (i-1)}{360 \cdot c}$$

Таким образом, число воздействий рифлей на зерновку увеличивается с увеличением диаметра вальцов, отношения скоростей, размеров зерновки, уменьшением шага рифлей, и также увеличивается с уменьшением зазора между вальцами. На рис. 2 представлена зависимость изменения числа воздействий

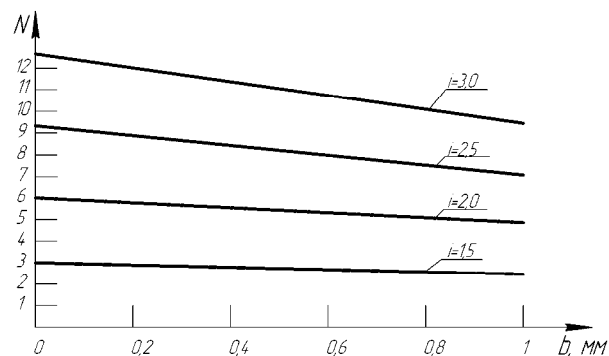


Рисунок 2. Зависимость числа воздействий рифлей на зерновку от зазора между вальцами при различных значениях отношения скоростей.

рифлей на зерновку ячменя при среднем диаметре зерновки $d=2,4$ мм, диаметре вальцов $D=200$ мм и шаге рифлей $c=2,5$ мм от зазора между вальцами при разных значениях отношения скоростей. Зависимость показывает, что численное значение отношения скоростей оказывает значительное влияние на число воздействий рифлей на зерновку. Увеличение зазора при $i < 2$ не оказывает большого влияния на число воздействий рифлей на зерновку.

Технологический эффект измельчения зерна вальцами зависит не только от числа воздействий рифлей быстро вращающегося вальца, но и характера воздействия, чем выше скорость внедрения рифли в зерно, тем выше эффективность воздействия, которую можно охарактеризовать величиной приращения кинетической энергии: $m \cdot V_0^2 / 2$.

В табл. 1 приведены общие данные, отражающие работу вальцов с изменением основных параметров.

Как видно из табл.1, увеличение скорости повышает уровень кинетической энергии ($m \cdot V_0^2 / 2$) при одном и том же отношении скоростей и числе воздействий рифлей, при этом должен повышаться технологический эффект увеличения производительности. Аналогичным образом должно сказаться увеличение шага рифлей.

Увеличение отношения скоростей при постоянной скорости медленно вращающегося вальца дает увеличение числа воздействий рифлей, и технологический эффект должен выразиться в улучшении качества измельчения. Пропускная способность машины может снизиться из-за снижения окружной скорости медленно вращающегося вальца.

Проведем расчет пропускной способности рабочих органов вальцовых измельчителей с допущением, что площадь впадин межрифленного пространства заполнена полностью. Общая пропускная способность состоит из пропускной способности межрифле-

Таблица 1. Численные значения параметров

Параметр	Численное значение								
	Отношение скоростей $i=1:1,5$								
V_6 , м/с	8			12			16		
V_M , м/с	5,33			8			10,66		
V_0 , м/с	2,67			4			5,34		
t , с	0,0029			0,0019			0,0014		
$(mV^2)/2$	7,1м/2			16м/2			28,5м/2		
c , мм	1,25	1,66	2,5	1,25	1,66	2,5	1,25	1,66	2,5
N	6,2	4,65	3,1	6,2	4,65	3,1	6,2	4,65	3,1
	Отношение скоростей $i=1:2$								
V_6 , м/с	8			12			16		
V_M , м/с	4			6			8		
V_0 , м/с	4			6			8		
t , с	0,0038			0,0025			0,0019		
$(mV^2)/2$	16м/2			36м/2			64м/2		
c , мм	1,25	1,66	2,5	1,25	1,66	2,5	1,25	1,66	2,5
N	12,4	9,3	6,2	12,4	9,3	6,2	12,4	9,3	6,2

Продолжение таблицы 1.

Параметр	Численное значение								
	Отношение скоростей $i=1:2,5$								
V_6 , м/с	8			12			16		
V_m , м/с	3,2			4,8			6,4		
V_0 , м/с	4,8			7,2			9,6		
t , с	0,0048			0,0032			0,0024		
$(mV^2)/2$	23м/2			51,8м/2			92,1м/2		
c , мм	1,25	1,66	2,5	1,25	1,66	2,5	1,25	1,66	2,5
N	18,6	13,9	9,3	18,6	13,9	9,3	18,6	13,9	9,3
	Отношение скоростей $i=1:3,0$								
V_6 , м/с	8			12			12		
V_m , м/с	2,66			4			5,33		
V_0 , м/с	5,34			8			10,67		
t , с	0,0058			0,0038			0,0029		
$(mV^2)/2$	28,5м/2			64м/2			113,8м/2		
c , мм	1,25	1,66	2,5	1,25	1,66	2,5	1,25	1,66	2,5
N	24,8	18,6	12,4	24,8	18,6	12,4	24,8	18,6	12,4

ного пространства медленно вращающегося Q_m и быстро вращающегося Q_6 вальца, пропускной способности межвальцового зазора Q_{cp} :

$$Q = Q_m + Q_6 + Q_{cp} \quad (2)$$

Пропускная способность медленно вращающегося вальца может быть представлена выражением

$$Q_m = \frac{S_{en} \cdot L}{c} \cdot V_m, \quad (3)$$

аналогично, для быстро вращающегося вальца

$$Q_6 = \frac{S_{en} \cdot L}{c} \cdot V_6, \quad (4)$$

где S_{en} – площадь впадин межрифленого пространства, м²,

L – длина вальца, м,

c – шаг рифлей, м.

Пропускная способность межвальцового зазора равна

$$Q_c = \frac{L \cdot b(V_m + V_6)}{2}. \quad (5)$$

Подставив выражения (3), (4) и (5) в выражение (2) и проведя преобразования, получим

$$Q = 0,5 \cdot V_6 \cdot L \cdot \left(1 + \frac{1}{i}\right) \cdot \left(\frac{2 \cdot S_{en}}{c} + b\right). \quad (6)$$

Выразим площадь впадин, согласно рис. 3, через геометрические параметры рифлей, сделав допущение, что угол $ABE = \alpha$, угол $AEB = 90^\circ$, $FE=h$ и $AB=C$.

Тогда площадь впадины между рифлями, в первом приближении, можно выразить зависимостью

$$S_{en} = \frac{1}{2} \cdot c \cdot h,$$

из прямоугольного треугольника ABE найдём, что

$$h = c \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha,$$

тогда

$$S_{en} = \frac{c^2}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha. \quad (7)$$

Подставив выражение (7) в выражение (6), получим

$$Q = 0,5 \cdot L \cdot V_6 \left(1 + \frac{1}{i}\right) \cdot (c \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + b), \text{ м}^3/\text{с}$$

или

$$Q = 1800 \cdot L \cdot V_6 \left(1 + \frac{1}{i}\right) \cdot (c \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + b), \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (8)$$

Выражение (8) позволяет провести анализ влияния основных конструктивных и технологических факторов на пропускную способность вальцовых измельчителей с принятыми режимными параметрами и геометрическими параметрами рифлей.

На рис. 4 представлены графики зависимости пропускной способности вальцового измельчителя при диаметре вальцов 200 мм и среднем размере зерновки $d=2,4$ мм от окружной скорости быстро вращающегося вальца, отношения скоростей, угла α и межвальцового зазора.

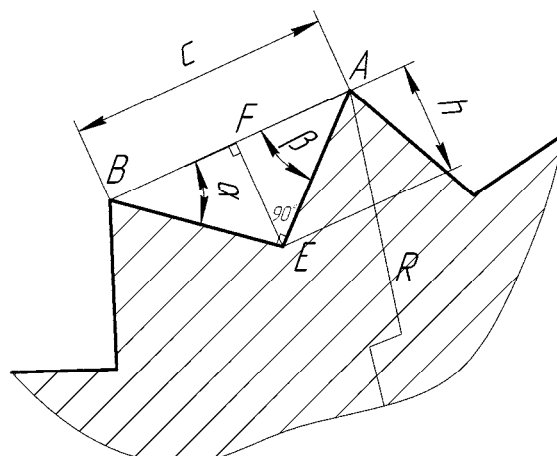


Рисунок 3. Расчетная схема для определения площади впадин между рифлями

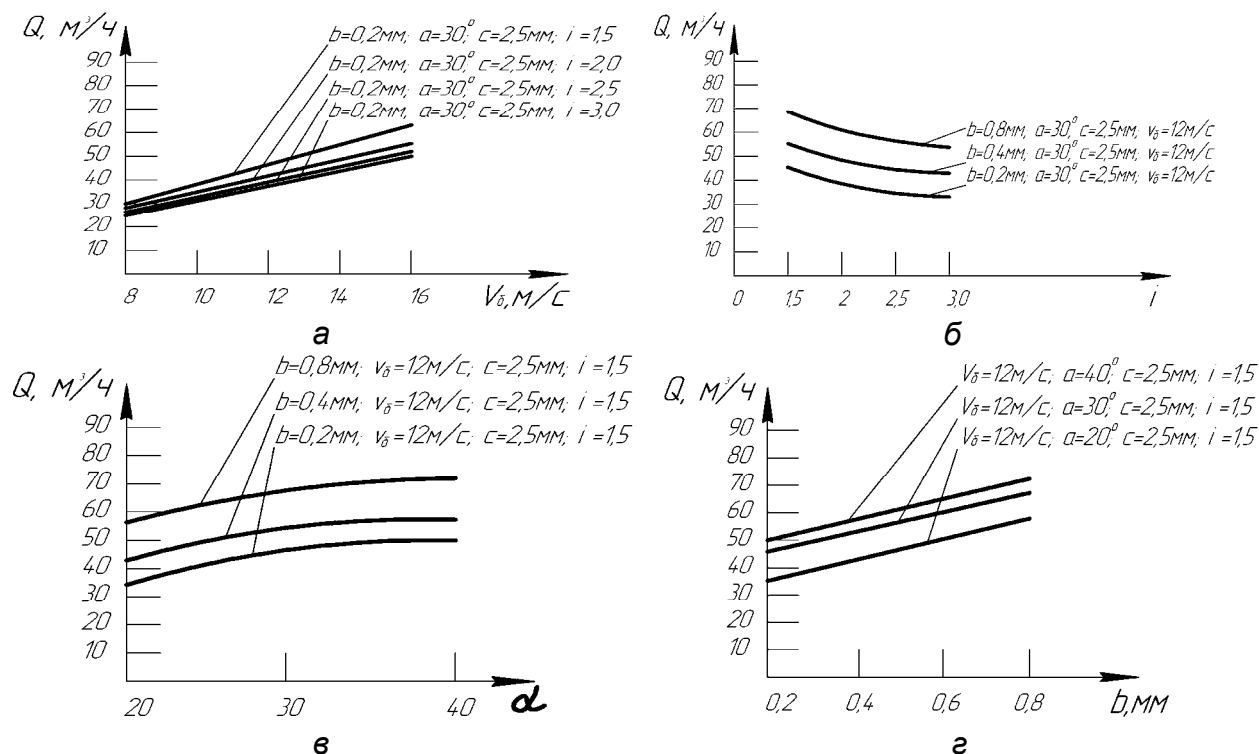


Рисунок 4. Зависимость пропускной способности вальцового измельчителя: а – от окружной скорости быстро вращающегося вальца; б – отношения скоростей; в – угла α рифли; г – межвальцового зазора

Как видно из рис. 4, пропускная способность линейно растёт с увеличением окружной скорости быстро вращающегося вальца, с увеличением отношения скоростей она снижается, причем наиболее интенсивно от $i=1,5$ до $i=2,0$. В интервале при $i=2,5$ до $i=3,0$ изменения пропускной способности незначительны, пропускная способность линейно возрастает с увеличением межвальцового зазора.

Увеличение угла α рифлей с 20° до 30° существенно влияет на пропускную способность и обеспечивает ее прирост на 25-30%, с увеличением угла α с 30° до 40° прирост пропускной способности составляет менее 10 %.

Объяснение явлений, связанных с измельчением зерна вальцами с рифленой рабочей поверхностью, представляет значительную сложность в связи с отсутствием достаточной исследованности их физико-механических свойств. Вместе с тем, полученные зависимости позволяют выявить ряд явлений, происходящих в рабочей зоне вальцового измельчителя, а также провести выбор основных технологических и конструктивных параметров рабочих органов.

Заключение

Отношение окружных скоростей является важнейшим параметром, определяющим технологическую эффективность вальцового измельчителя. Как видно из проведенных исследований, для измельчающих систем целесообразно применять отношение окружных скоростей, равное 2,0.

Повышение окружной скорости быстро вращающегося вальца приводит к увеличению пропускной способности вальцового измельчителя.

Увеличение угла α с 20° до 30° приводит к росту пропускной способности на 25÷30%, при дальнейшем увеличении угла α до 40° - прирост составляет менее 10%.

Установленные закономерности показывают влияние основных параметров и режимов работы рабочих органов на производительность измельчителя. Полученные зависимости позволяют рассчитывать пропускную способность вальцового измельчителя для различных параметров и режимов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов, А.Я. Технологическое оборудование элеваторов, мельниц, крупных и комбикормовых заводов / А.Я. Соколов. – Москва: Загиздиздат, 1984. – 384 с.
2. Иванов, А.В. Межвальцовый зазор – основной параметр процесса измельчения / А.В. Иванов, Н.В. Иванова, Ж.В. Кошак // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия: научно-метод. журнал. – 2008. – № 1. – С. 82-86.
3. Воробьев, Н. А. Вальцовые рабочие органы машин для переработки зерна/Н.А. Воробьев// Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. научно-практич. конф., 17-19 октября 2007 г. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 71-75.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ САМОХОДНОГО КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н.Н. Романюк, канд. техн. наук, доцент, П.В. Клавсуть, ст. преподаватель (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы эффективного использования самоходных картофелеуборочных машин. Предложено оригинальное устройство стабилизации глубины подкапывания и приведены результаты его полевых исследований на самоходном комбайне.

The efficient usage of self-propelled potato harvesters is described. An original device to stabilize the digging depth is proposed. The research results of its field usage on the self-propelled harvesters are given.

Введение

В Республике Беларусь взято направление на дальнейшую модернизацию картофелеводческой отрасли. К 2015 году агропромышленный комплекс республики должен увеличить производство картофеля в общественном секторе практически в 2 раза и обеспечить ежегодный экспорт клубней высоких потребительских свойств до 1 млн. тонн при полном удовлетворении внутренних потребностей в картофеле и продуктах его переработки. Для реализации поставленных задач посевные площади под картофель будут увеличены более чем на 25%, взято направление на специализацию и крупнотоварное производство с площадью посадок 300...500 га при средней урожайности картофеля до 350 ц/га. Перед сельхозмашиностроением республики поставлена задача обеспечения картофелеводческой отрасли отечественной высокоэффективной техникой для возделывания и уборки, в т.ч. и высокопроизводительными самоходными картофелеуборочными машинами, возможный объем выпуска которых составит 200 единиц и часть из них будет направлена на экспорт [1, 2, 3].

Основная часть

В зарубежных странах в целесообразности применения самоходных картофелеуборочных машин убедились давно. Так, уже в 1970-1980 годах в Европе из 50 типов картофелеуборочных машин – 10 выпускались в самоходном варианте. В последние годы существования СССР серийно производился самоходный четырехрядный комбайн КСК-4-1 [4] в варианте копателя - погрузчика и прошли широкую хозяйственную проверку комбайны КСК-4 с переборочным столом, а также усовершенствованные варианты КСК-4-1: комбайны КСК-4/1 «Мещера» и КСК-4А-1 с дисковыми подкапывающими органами, бункером-накопителем и улучшенными художественно-конструкторскими параметрами. В основу технологической линии этих машин был положен

принцип сужения потока технологической массы в середине машины, апробированный ранее в БИМСХ (БГАТУ) на четырехрядной полуприцепной машине. Это позволило применить симметричную компоновку машины – расположить подкапывающие органы перед мостом управляемых колес, а задние ведущие колеса направить по убранному полю.

На современном этапе ведущие производители картофелеуборочных машин имеют в производственной программе самоходные варианты машин. Например, у фирмы «Grimme» 30% типов машин – самоходные [5].

На ПО «Гомсельмаш» создана рабочая группа и ведутся работы по проработке вопроса эффективности применения такой машины на полях республики. В хозяйствах Брестской и Гомельской областей производственники получают опыт использования самоходных картофелеуборочных машин в процессе эксплуатации 3 комбайнов бельгийской фирмы «Dewulf» [6]. В научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства адаптируется к условиям республики самоходный комбайн ККС-2 [7].

Все эти машины выпускаются в двухрядном и четырехрядном варианте. Их применение обусловлено не только высокой производительностью, но и возможностью применения на их платформе высокотехнологичных решений, позволяющих улучшить условия работы персонала и добиться высокого качества уборки при минимальных затратах. На этих машинах удается реализовать следующие технические решения [8]:

- улучшение условий и безопасности работы обеспечивается применением кабин высокой комфортабельности, оснащенных климат-контролем, бортовыми компьютерами с функциями контроля и управления, системами видеонаблюдения за процессом;

- возможность работы в различных условиях достигается широким набором сменных элементов, возможностью перенастраивания технологических схем, возможностью применения полугусеничных

ходовых систем с меньшей нагрузкой на почву, наличием систем разгрузки передних, более узких колес;

– в ряде машин есть возможность совмещения операций уборки ботвы и картофеля, ботвоизмельчающее оборудование сменное и может быть демонтировано.

Как правило, эти машины универсальны и могут перенастраиваться, например, для уборки свеклы, моркови.

В последние годы в европейских самоходных картофелеуборочных машинах проявилась тенденция более широкого применения систем автоматического регулирования технологического процесса.

Вопрос снижения повреждаемости клубней при их сходе с выгрузного транспортера в транспорт достаточно эффективно решается на практике путем автоматического поддержания минимальной высоты перепада независимо от степени заполнения транспортной емкости [8].

Оптимальной нагрузке технологической линии способствует применение гидростатического привода ходовой части с бесступенчатой регулировкой поступательной скорости движения машины. Известно применение систем автоматического регулирования глубины подкапывания с разгрузкой давления на копирующие катки при опорном копировании рельефа поля или для безопорного копирования [9].

Особенно эффективно использование самоходных машин в комплексе с высокотехнологичными электронными сепараторами примесей в линиях послеуборочной обработки картофеля [8].

Широкая хозяйственная проверка и работы по совершенствованию картофелеуборочных комбайнов семейства КСК, которые проводились в БГАТУ, подтвердили высокие потенциальные возможности этих машин.

Была проверена возможность дальнейшего увеличения ширины захвата, разработан и изготовлен макетный полунавесной образец на трактор Т-150К, фронтально расположенный перед трактором картофелеуборочный модуль с передними управляемыми колесами перед подкапывающими органами. В связи с трудностью управления подобным агрегатом эта работа не получила дальнейшего развития.

Работа с комбайнами семейства КСК, наоборот, подтвердила правильность компоновочных решений и высокие потенциальные возможности этой машины: в условиях рядовой эксплуатации удавалось убирать до 102 га площадей. Были выявлены недостатки, которые следует учесть при разработке новых машин. Не была решена проблема стабильности глубины подкапывания лемехами картофельных грядок. На 32...58% убираемых площадей отклонения глубины подкапывания от заданной могли достигать до 0,08 м, что значительно превышало агротехнический допуск 0,02 м [3].

Колебания глубины подкапывания приводили к повреждению лемехами клубней, способствовали захвату подкапывающими органами глубоко расположенных, трудно разрушаемых почвенных комков и

камней, которые явились причиной дополнительной подачи почвы на сепарирующие органы. В результате около 14...50% клубней повреждалось, производительность машин уменьшалась до 20%, до 6% снижалась чистота клубней в таре, возросли транспортные расходы и затраты на послеуборочную обработку картофеля, в связи со значительным вывозом плодородной почвы в виде комков снизилось плодородие картофельного поля.

Эти недостатки были устранены применением разработанной в БГАТУ оригинальной системы стабилизации глубины подкапывания [10, 11, 12].

На рис. 1 представлена схема автоматической системы стабилизации глубины хода, разработанная применительно к комбайну КСК-4, на рис. 2 – комбайн-погрузчик КСК-4-1 с системой стабилизации глубины подкапывания.

Система стабилизации (рис. 1) состоит из двух одинаковых гидромеханических следящих устройств 1, монтируемых на подкапывающих секциях 2, связанных, в свою очередь, с гидроцилиндрами 3. Каждое устройство 1 включает копиры 4, кинематически связанные с золотниками гидрораспределителей 5, входные каналы которых, в соответствии с приведенной гидравлической схемой, через делитель потока 6 соединены с распределителем 7 основной гидросистемы 8 комбайна, а выходные – через запорные устройства 9 с соответствующими гидроцилиндрами 3. Для перевода секций в транспортное положение путем реверсирования потока масла на входе распределителей 5 в гидросистему включены обратные клапаны 10.

При работе комбайна копир каждого гидроследящего устройства постоянно контактирует с рельефом грядки. Нарушение заданной глубины хода лемехов вызывает смещение золотника распределителя 5 из нейтрального положения, и масло, поступая в одну из полостей запорного устройства, обеспечивает перемещение секции с лемехами в направлении нарушения заданной глубины подкапывания.

Опыты с участием Западной МИС подтвердили эффективность применения подобных устройств на картофелеуборочных машинах. Статистический анализ полученных данных показал, что применение устройства стабилизации повышает равномерность глубины подкапывания в 2,6...3,4 раза, улучшает агротехнические показатели работы технологической линии.

Расчеты показателей экономической эффективности применения разработанной системы методом наложения на модельное хозяйство с учетом сопряженных с уборкой технологических операций (транспортирования картофельного вороха от комбайна к сортировальному пункту, сортирования картофеля, отвозки отсепарированной на сортировальном пункте почвы в поле) показали, что применение системы снижает затраты труда на 13,2 %, прямые затраты – на 17,7 %, приведенные затраты – на 17,6 %, капитальные вложения – на 16,0 %.

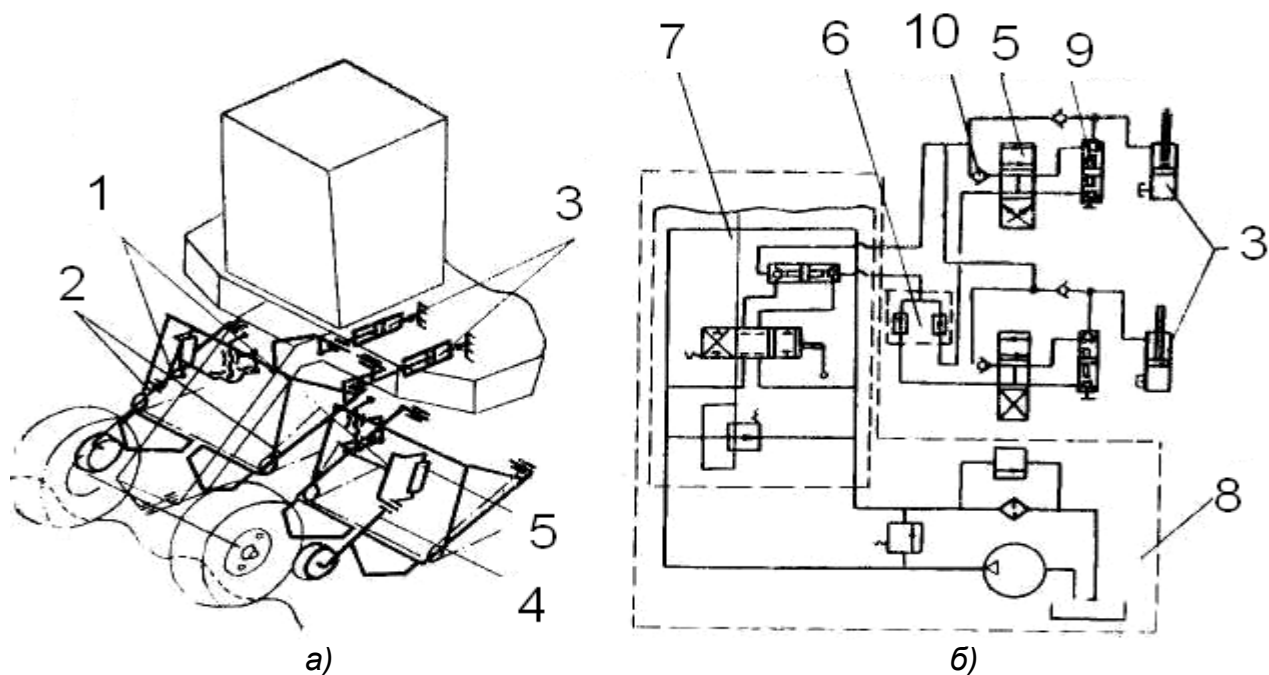


Рисунок 1. Система стабилизации на самоходном комбайне КСК-4:
а – принципиальная схема; б – гидравлическая схема



а)



б)

Рисунок 2. Комбайн-погрузчик КСК-4-1 с системой стабилизации глубины подкапывания:
а) общий вид комбайна; б) гидромеханические следящие устройства

Результаты проведенных исследований были приняты НПО ВИСХОМ (г. Москва) для дальнейшего совершенствования картофелеуборочных машин.

Все эти исследования целесообразно также учесть при разработке новой картофелеуборочной техники в Республике Беларусь.

Заключение

Самоходные картофелеуборочные комбайны могут эффективно использоваться в условиях крупнотоварных хозяйств с высоким уровнем организации производства. Проведенные исследования доказывают, что эффективность их применения повышается за

счет использования систем стабилизации глубины подкапывания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беларусь продолжит модернизацию предприятий картофелеводческой отрасли [Электронный ресурс]. – 2011. – режим доступа: <http://www.president.gov.by>. Дата доступа: 26.01.2011.

2. Состояние и перспективы развития картофелеводства в Республике Беларусь/РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим дос-

тупа: <http://aw.belal.by/Galleries/potato/present/001.pdf>. – Дата доступа: 25.01.2011.

3. Шило, И.Н. К вопросу создания самоходного картофелеуборочного комбайна в Республике Беларусь / И.Н.Шило, Н.Н.Романюк, П.В.Клавсуть // Доклады Междунар. науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса», 24-26 ноября 2010 г.: в 2ч. / Казаровец Н.В. [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2010. – Ч.2. – С.21–24.

4. Петров, Г.Д. Самоходные картофелеуборочные комбайны КСК-4 / Г. Д. Петров, Е.Б. Карев. – М.: Агропромиздат, 1986. – 111с.

5. Картофелеуборочная техника. Уборка [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.grimme.de/ru>. – Дата доступа: 26.01.2011.

6. В Беларуси появились первые самоходные картофелеуборочные комбайны – машины производства фирмы «Dewulf» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.aphgroup.ru/?cat=actueel&item=98&taal=ru. – Дата доступа: 26.01.2011.

7. Комбайн картофелеуборочный самоходный ККС-2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belagromech.basnet.by/research/catalogue/roots/kks-2.html>. – Дата доступа: 26.01.2011.

8. Колчин, Н.Н. Особенности конструкции зарубежных машин для уборки и обработки картофеля / Н.Н.Колчин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. [Электронный ресурс]. – 2005. – № 7. – Режим доступа – <http://www.avtomash.ru/gur/2005/20050749.htm>. – Дата доступа: 26.01.2011.

9. Grimme. Сельскохозяйственная техника. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.evrohimservis.ru>. – Дата доступа: 26.01.2011.

10. Самоходный картофелеуборочный комбайн: а. с. 1428249 СССР, А1, МПК А01D 17/00 / Л.А. Вергейчик, П.В. Клавсуть [и др.] // Открытия, изобретения и товарные знаки СССР. – 1988. – № 37.

11. Устройство для стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины: а. с. 1563608 СССР, А1, МПК А01D 63/00 / П.В. Клавсуть [и др.] // Открытия, изобретения и товарные знаки СССР. – 1990. – № 18.

12. Устройство стабилизации глубины хода подкапывающих органов корнеклубнеуборочной машины: патент 13776 С2 Респ. Беларусь, МПК А01B63/111 / П.В. Клавсуть, Б.М. Астрахан, К.В. Сашко, Н.Н. Романюк, А.Л. Вольский, Л.С. Жаркова; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № а20081005; заявл. 29.07.2008; опубл. 30.12.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 6. – С.46–47.

Малогабаритная система очистки рабочих жидкостей гидравлических систем

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



Основные технические данные

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

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

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ПРИЛИПАЕМОСТЬ ПОЧВЫ К КАРТОФЕЛЮ

А.Н. Орда, докт. техн. наук, профессор, В.Н. Дашков, докт. техн. наук, профессор (БГАТУ);
А.С. Воробей, мл. науч. сотр. (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

Рассмотрены вопросы влияния свойств почвы и технологии возделывания на прилипаемость почвы к клубням картофеля. Уплотненная почва при последующей обработке обладает неудовлетворительным фракционным составом, в котором преобладают мелкие частицы. Показано, что в качестве критерия прилипаемости почвы к клубням картофеля могут служить параметры уравнения Розина-Раммлера.

The article is devoted to the influence of both land properties and cultivation technologies on soil adherence to the potatoes. Compacted soil during further cultivation has the inadequate frictional structure with prevalent small parts in it. In the article the author shows that Rozin-Rammler's equation parameters may serve as criteria of soil adherence to the potatoes.

Введение

Современные машины по возделыванию картофеля производят на почву высокое уплотняющее воздействие. При последующей обработке картофеля крошение почвы сопровождается образованием мелких частиц, которые обладают высокой способностью прилипаемости к клубням картофеля. Оптимальная структура почвы состоит из комков, размером 0,25-10 мм. Такая почва не прилипает к клубням картофеля. В статье рассмотрены вопросы влияния технологии возделывания картофеля на прилипаемость почвы к клубням картофеля.

Основная часть

Ходовые системы тракторов, агрегатируемых с машинами по возделыванию картофеля, создают давление на почву 100-150 кПа.

Воздействие ходовых систем ведет к повышению плотности почвы на глубине до 0,5м. Из-за этого не только ухудшаются условия роста картофеля, но и создаются условия для увеличения прилипаемости почвы к клубням.

Анализ процесса поглощения энергии при уплотнении почвы позволил установить экспоненциальный закон распределения напряжений по глубине:

$$\sigma_x = \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x}, \quad (1)$$

где σ_0 – напряжение в контакте почвы с колесом, Па;

σ_x – напряжение на глубине x , Па;

β – коэффициент распределения напряжений, м^{-1} .

Приращение плотности почвы на участке dx пропорционально градиенту напряжения:

$$d\rho_x = k_1 \cdot \psi_x dx,$$

где k_1 – коэффициент уплотнения, $\text{кг/Н}\cdot\text{м}$;

ψ_x – градиент напряжения, Па/м .

Градиент напряжения пропорционален действующему напряжению:

$$\psi_x = -\beta \cdot \sigma_x.$$

Тогда, приращение плотности

$$d\rho_x = -k_1 \cdot \beta \cdot \sigma_x dx.$$

Подставив зависимость (1) распределения напряжений по глубине в последнее уравнение, получим

$$d\rho_x = -k_1 \cdot \beta \cdot \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x} dx. \quad (2)$$

Общий интеграл дифференциального уравнения (2)

$$\rho_x = k_1 \cdot \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x} + C.$$

Постоянную интегрирования C находим из условия, что при $x = 0$, $\rho = \rho_0$ (ρ_0 – плотность почвы у основания деформатора по окончании процесса деформирования)

$$C = \rho_0 - k_1 \cdot \sigma_0.$$

Частное решение дифференциального уравнения (2) представляет собой закон распределения плотности по глубине деформированного полупространства

$$\rho_x = \rho_0 - k_1 \cdot \sigma_0 \cdot (1 - e^{-\beta \cdot x}). \quad (3)$$

Зависимость между плотностью почвы в контакте с деформатором и контактным напряжением в случае деформации бесконечного полупространства почвы имеет вид [1]

$$\rho_0 = \rho_n + k_1 \cdot \sigma_0. \quad (4)$$

Установим, как соотносятся между собой коэффициент k_l с коэффициентами распределения напряжений β и объемного смятия почвы k .

Анализ показал, что

$$k_l = \frac{\rho_{II} \cdot \beta}{k}.$$

При этом зависимость (4) плотности верхнего слоя почвы от напряжения примет вид

$$\rho_0 = \rho_{II} \left(1 + \frac{\beta}{k} \sigma_0 \right). \quad (5)$$

Зависимость распределения плотности почвы по глубине с учетом полученного значения коэффициента уплотнения k_l и формулы (5) примет вид

$$\rho_x = \rho_{II} \left(1 + \frac{\beta}{k} \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x} \right). \quad (6)$$

Анализ зависимости (6) показал, что на глубине 0,1-0,3 м плотность почвы равна 1300-1400 кг/м³, а оптимальная плотность составляет 1000-1200 кг/м³.

На прилипаемость почвы к картофелю большое влияние оказывает пластичность, т.е. способность почвы изменять свою форму под влиянием внешней силы и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Пластичность проявляется при увлажнении почвы и тесно связана с ее механическим составом (глинистые почвы пластичны, песчаные почвы не пластичны). При содержании в почве натрия ее пластичность усиливается, а при насыщении кальцием – снижается. Высокое содержание гумуса уменьшает пластичность почвы [2].

Диапазон влажности, при которой почва будет пластичной, характеризуется числом пластичности [2]:

$$J_p = w_L - w_p, \quad (7)$$

где w_L – граница влажности, при которой почва переходит в текучее состояние (верхний предел пластичности);

w_p – граница раскатывания, соответствует влажности, при которой почва теряет свою пластичность (нижний предел пластичности). Она приблизительно равна влажности жгута (толщиной 3 мм), сделанного из почвы и раскатываемого на бумаге до потери им пластичности.

Прилипаемость почвы к картофелю определяется ее липкостью, т.е. способностью ее частиц в сыром состоянии склеиваться и прилипать к поверхностям клубня. Склеивание твердых частиц почвы между собой и прилипание их к картофелю происходит посредством пленок воды и естественных цементов почвы (гумус, минеральные коллоиды и т.п.).

Липкость можно определить по формуле

$$\tau = \frac{F}{S}, \quad (8)$$

где τ – липкость почвы;

F – усилие, затраченное на отрыв тела, прилипшего к почве (Н);

S – площадь прилипания (м²).

Липкость характерна для суглинистых, глинистых и торфяных почв, находящихся в увлажненном состоянии. Размокание и пластичность почвы приводят к потере ее прочности и увеличению липкости. Результаты определения липкости (рис.1) показывают, что характерными показателями являются влаж-

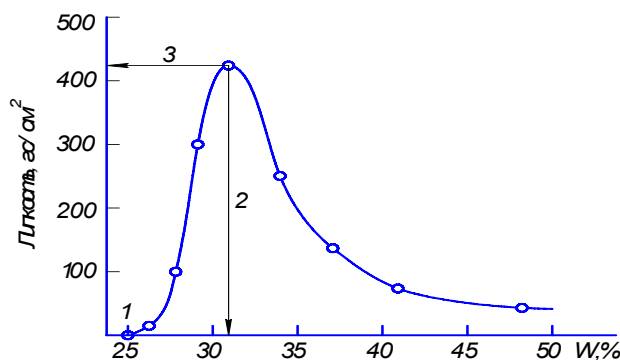


Рисунок 1. График зависимости липкости глинистой почвы от влажности [3]:

1 – влажность начального прилипания;

2 – влажность максимального прилипания;

3 – максимальная липкость грунта

ность начального прилипания, влажность максимального прилипания и максимальное значение липкости. На степень липкости почвы помимо влажности влияют гранулометрический и отчасти химико-минералогический состав почв, а также сила, с которой производится первоначальное придавливание предмета к почве [3].

Значение липкости и характерные значения влажности определяются как составом, свойствами и состоянием почвы и соприкасающегося предмета, так и величиной и временем действия нагрузки, прижимающей этот предмет к почве. Применительно к торфяным почвам известно, что с увеличением дисперсности торфа максимальные значения липкости смещаются в сторону меньших влажностей. Рост абсолютного значения липкости обуславливается увеличением числа контактов и сил молекулярного взаимодействия. Прилипание обнаруживается у торфа, имеющего пластичный тип консистенции. В этом случае велика роль капиллярных сил на границе взаимодействующих тел [4].

С ростом процентного содержания мелких частиц увеличивается прилипаемость почвы к клубням картофеля. Для исследования процесса крошения почвы в процессе обработки применим энергетический подход, согласно которому удельная поглощаемая энергия (Дж/м³) равна [5]

$$\psi = \frac{1}{2} \beta \rho l v^2 e^{-\beta l}, \quad (9)$$

где β – коэффициент поглощения энергии, М^{-1} ;
 ρ – плотность почвы в рассматриваемом объеме, $\text{кг}/\text{М}^3$;
 l – толщина обрабатываемого пласта почвы, м;
 v – скорость передвижения рабочего органа, м/с.

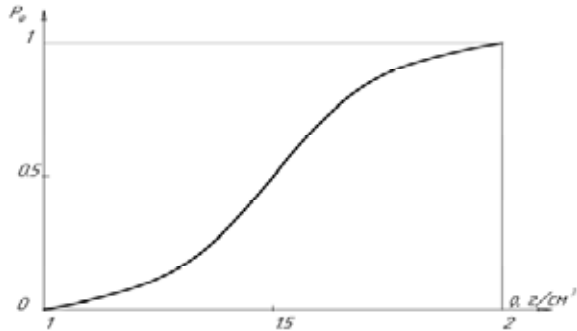


Рисунок 2. Зависимость критического значения поглощенной энергии от плотности почвы

Анализ показал, что зависимость критической поглощенной энергии P_{ψ} от плотности почвы ρ имеет вид [6]

$$P_{\psi} = 1 - \frac{1}{\exp\left(0,78 \frac{a^2}{\psi_{cp}^2} \rho^2\right)}. \quad (10)$$

Перед тем, как построить график зависимости критического значения поглощенной энергии P_{ψ} от плотности почвы ρ , найдем пределы изменения плотности почвы ρ . В работе [6] рассмотрено, какие плотности теоретически могут быть в различных почвах. При этом рассматривались модели идеальной почвы, частицы которой состоят из шаров одного размера. При кубической упаковке шаров объем, занимаемый самими шарами, составляет 52,4 %, а объем воздушных пор – 47,6 % от общего объема системы [6]. С учетом того, что почва состоит из макроагрегатов, пористость ее достигает до 60%, а минимальная плотность колеблется от 0,9 до 1,1 $\text{г}/\text{см}^3$ в зависимости от механического состава.

При гексагональной упаковке шаров на долю шаров приходится 74 %, а на долю пор – 26 % от общего объема. В этом случае почва, состоящая из первичных механических элементов, в пределе может иметь плотность $\rho = 2,0 \text{ г}/\text{см}^3$. Таким образом, плотность почвы колеблется от 1 $\text{г}/\text{см}^3$ до 2 $\text{г}/\text{см}^3$.

На основании исследований [7], можно заключить о пропорциональности средней величины поглощенной энергии ψ_{cp} и сред-

ней плотности почвы ρ_{cp} :

$$\psi_{cp} = a_1 \rho_{cp}, \quad (11)$$

где a_1 – коэффициент пропорциональности.

Подставив зависимость (11) в зависимость (10), после преобразования получим

$$P_{\psi} = 1 - \frac{1}{\exp\left[b\left(\frac{\rho}{\rho_{cp}}\right)^2\right]}, \quad (12)$$

где b – коэффициент, зависящий от свойств почвы и конструкции рабочего органа.

График изменения критического значения поглощенной энергии от плотности почвы, согласно зависимости (14), имеет вид, представленный на рис. 2.

Для учета многообразия размеров почвенных частиц воспользуемся методом ситового анализа взрыхленного торфа. При обработке результатов ситового анализа строятся графики суммарных массовых выходов частиц, размеры которых больше заданного. Линия, выражающая зависимость суммарного выхода от размеров частиц, называется суммарной характеристикой. Суммарная характеристика может быть построена "по плюсу" или "по минусу". В первом случае по оси ординат откладывается процентное содержание частиц, диаметр которых больше некоторого заданного диаметра d , а в другом – меньше.

На рис. 3 приведена кривая распределения, суммарная характеристика по плюсу и суммарная характеристика по минусу.

Для выравнивания кривых распределения по фракциям воспользуемся уравнением Розина и Раммлера (Розина-Раммлера).

Уравнения кривой распределения по Розину-Раммлеру имеет вид [8]:

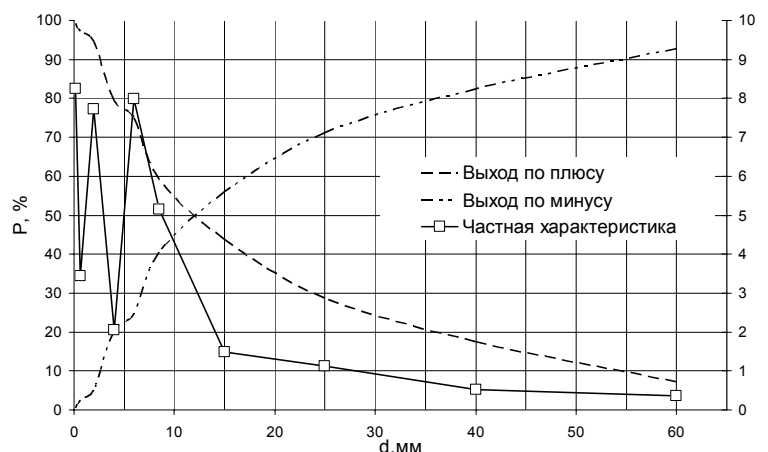


Рисунок 3. Кривая распределения ($w = 25,0\%$) и соответствующие ей выходы по плюсу и по минусу

$$P'(x) = 100nbx^{n-1}e^{-bx^n}, \quad (13)$$

где b и n – параметры уравнения.

Суммарная характеристика по минусу может быть найдена интегрированием уравнения (13):

$$P_1(x) = 100 - 100e^{-bd^n}. \quad (14)$$

Суммарная характеристика по плюсу

$$P_1(x) = 100e^{-bd^n}, \quad (15)$$

где $d=x$ – определяющий размер фракции.

Д. Биннета предложил заменить в формуле

(15) параметр b на отношение $\frac{1}{d_e^n}$. Тогда формула суммарной характеристики по Розину-

Раммлеру примет вид

$$R = 100e^{\left(\frac{d}{d_e}\right)^n}, \quad (16)$$

где n – показатель, характеризующий рассеяние частиц по крупности;

d – текущий размер частиц;

R – суммарный выход частиц крупнее размера x ;

d_e – размер частиц, крупнее которых оказывается 36,8% почвы, мм.

Преобразовав формулу (16) и прологарифмировав ее дважды, получим

$$\lg\left(\lg\frac{100}{P}\right) = n \lg d + c, \quad (17)$$

где c – опытный коэффициент.

Из уравнения видно, что в координатах $[\lg(\lg 100/P), \lg d]$ уравнение Розина-Раммлера спрямляется. Показатель n , характеризующий рассеяние почвенных агрегатов по крупности, определяется как тангенс угла наклона прямой, а d_e – размер агрегатов, соответствующий выходу 36,8%.

На рис. 4 приведены зависимости суммарного выхода по плюсу торфяной почвы от среднего диаметра фракции d для разных значений ее влажности. Значения n для влажности $w = 25,0\%$ – 1,04; для влажности $w = 48,0\%$ – 0,95. Значения d_e составляют 20,777 мм и 11,03 мм соответственно.

С помощью параметров n и d_e можно характеризовать фракционный состав почвы.

Из физики почвы известно [8], что оптимальной структурой обладает почва, размеры фракций которой составляют от 0,25 до 7 мм. Для фракционного анализа применяют колонки из сит с отверстиями 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0 мм. Проанализируем, чему равны параметры уравнения Розина-Раммлера для почвы оптимальной структуры. При этом допустим, что частные характеристики крупности подчи-

няются нормальному распределению. Допускаем, что дисперсия σ_u изменяется от 0,8 до 1,2.

Если принять, что математическое ожидание $m_u = m_{cp} = 7/2 = 3,5$ мм, то получим следующий процентный выход фракций в интервалах, соответствующих размерам сит (табл. 1).

Таблица 1. Процентный выход фракций

Интервал, мм	0-0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-3	3-5	5-7
Выход фракции, %	$\sigma_u = 0,8$	0,002	0,006	0,08	2,95	23,56	70,36
	$\sigma_u = 1$	0,03	0,08	0,49	6,06	24,17	62,47
	$\sigma_u = 1,2$	0,16	0,28	1,24	8,7	23,28	55,59

Расчеты по определению параметров уравнения Розина-Раммлера для почвы оптимальной структуры показали, что параметры уравнения Розина-Раммлера для почвы оптимальной структуры имеют следующие значения: $n = 2-4$; $d_e = 5-6$ мм. При исследовании процесса крошения почвы окучивающим корпусом получено, что размер частиц $d_e = 12,0 - 23,0$ мм, а показатель, характеризующий рассеяние почвенных агрегатов по крупности $n = 0,76-0,81$ [9].

Таким образом, технология возделывания картофеля не обеспечивает сохранение оптимальной структуры почвы. Параметры уравнения Розина-Раммлера почвы в процессе обработки значительно отличаются от параметров почвы оптимальной структуры.

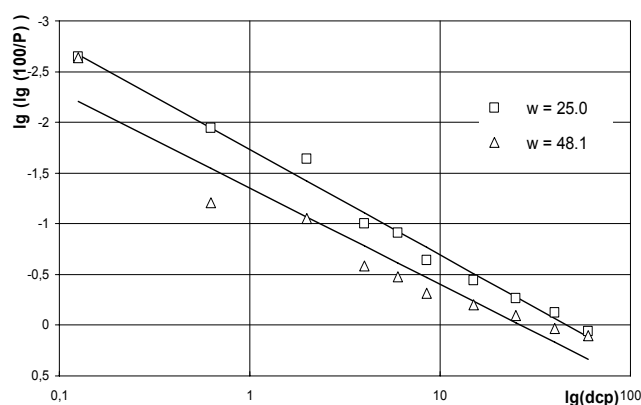


Рисунок 4. Зависимость суммарного выхода по плюсу P от среднего диаметра фракций d в логарифмических координатах

Заключение

На прилипаемость почвы к картофелю оказывает влияние давление ходовых систем и физико-механические свойства почвы. Уплотненная почва при последующей обработке обладает неудовлетворительным фракционным составом, в котором преобладают

мелкие частицы. Повышение дисперсности почвы ведет к повышению прилипаемости к клубням картофеля.

В качестве критериев оценки прилипаемости почвы к картофелю предлагается использовать параметры уравнения Розина-Раммлера. Для почвы оптимального фракционного состава параметры уравнения Розина-Раммлера имеют следующие значения: показатель однородности частиц $n=2-4$, показатель крупности $d_e = 5-6$ мм. Для современных технологий почвообработки при возделывании картофеля фракционный состав почвы характеризуется следующими значениями параметров уравнения Розина-Раммлера: $n = 0,7-0,8$; $d_e = 12-23$ мм. При уменьшении показателя однородности n увеличивается процентное содержание мелких частиц, а следовательно и прилипаемость почвы к картофелю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орда, А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.03/А.Н.Орда; БИМСХ. – Минск, 1997. – 269с., ил.

2. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв/ А.Ф. Вадюнина, З.А.Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416с.

3.Бабков, В.Ф. Основы грунтоведения и механики грунтов/ В.Ф. Бабков, В.М. Безрук. – Москва. – 1976. – С. 327.

4.Лиштван, И.И. Физические свойства торфа и торфяных залежей/ И.И. Лиштван, Е.Т. Базин, В.И. Косов. – Минск: Наука и техника, 1985. – 239 с., ил.

5. Кацыгин, В.В. Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных сельскохозяйственных машин и орудий/ В.В. Кацыгин// Вопросы сельскохозяйственной техники. – Минск: Ураджай, 1964. – Т. 13. – С. 5-147.

6. Ревут, И.Б.Физика почв/ И.Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – 387с., ил.

7. Орда, А.Н. Оценка воздействия на почву ходовых систем и рабочих органов почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов/ А.Н.Орда, Н.А. Гирейко, А.Б. Селеши. // Агропанорама, 2006. – №2. – С. 6-9.

8. Кислов, Н.В. Аэродинамика измельченного торфа/ Н.В. Кислов. – Минск.: Наука и техника, 1987. – 175 с.

9. Дмитриев, А.М. К вопросу крошения почвы рабочими органами/ А.М. Дмитриев, Н.И. Бохан// Науч. труды ЦНИИМЭСХ. – Т.7. – Минск, 1969. – С. 24-30.

УДК 636. 085. 51

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 24.02.2011

СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ

С.В. Основин, канд. с.-х. наук, доцент, Л.Г. Основина, канд. техн. наук, доцент, Е.Г. Бусько, докт. биол. наук, профессор (БГАТУ)

Аннотация

Предлагается способ приготовления стебельных кормов с пригрузкой зеленой массы статической нагрузкой.

The technology of preparing the ensilage fodder with the use of tightening weight onto the caulescent substance by static load is suggested.

Введение

Одним из направлений развития кормовой базы в современных условиях является совершенствование процессов кормоприготовления, что позволяет повысить качество и снизить затраты на их производство. Это относится к циклу работ по заготовке кормов (уборка трав, погрузочно-разгрузочные работы, хранение и использование).

Поэтому для повышения качества стебельных кормов необходимо использовать рациональные технологии их заготовки.

Использование различных материалов в процессе деформирования показывает сложность наблюдаемых явлений и разнообразие обнаруживаемых

свойств. Изучение свойств стебельной массы требует изучения их индивидуальных особенностей.

Соппротивление стебельной массы деформированиям зависит от степени измельчения, скорости деформирования, температуры массы в процессе ее деформации и других физико-химических характеристик.

Для получения качественных стебельных кормов необходимо учитывать физико-механические и некоторые биологические свойства стебельных кормов:

– характеризующие свойства стебельной массы: сроки уборки, влажность, скорость движения воздуха, время заготовки, температуру воздуха и материалов, степень измельчения и форму частиц;

– характеризующие деформирование стебельной массы: реологические и биохимические характери-

стики стеблевой массы, величину и способ приложения сил (метод воздействия на стеблевую массу).

Разнообразие природно-климатических зон и сырья для приготовления кормов требует разработки и применения адаптивных гибких технологий консервирования и хранения кормовых средств, обеспечивающих высокую эффективность использования их в кормлении животных.

Основная часть

Силос в структуре заготавливаемых кормов имеет первостепенное значение – доля его по питательности составляет около 40% общего количества объемистых кормов. И на перспективу силос останется основным сочным кормом для скота в зимний период.

Совершенствование технологий приготовления высококачественного силоса будет осуществляться в направлении повышения сухого вещества в исходном растительном материале до 30-39%, применения микробиологических заквасок, ферментных препаратов.

Многолетние травы в основном использовали для заготовки сена. Высокие потери питательных веществ, особенно при сушке бобовых трав, заставили обратить внимание на способ приготовления сенажа, который позволял консервировать травы независимо от их естественной силосуемости. Способ этот известен давно. В 20-30-х годах его разработали Ф. Сомари, А.М. Михин, А.А. Зубрилин [1].

Исследованиями И.С. Колтушкина установлена зависимость пористости от относительной влажности материала [2].

Структурные свойства стеблевого материала изучали И.В. Грачев, А. В. Кузьмицкий [3, 4].

Первые попытки приготовления сенажа с влажностью около 40% показали, что, хотя и удастся сохранить корм, потери питательных веществ так высоки, что заготовка сенажа теряет смысл. Кроме того, при низких показателях влажности проявленная трава сильно разогрелась. В связи с этим необходимо было определять параметры, которые обеспечили бы получение корма высокого качества с минимальными потерями.

Поэтому для получения доброкачественных кормов необходимы прогрессивные технологии их приготовления. Но для их внедрения нужны машины, хранилища и консерванты.

Основные условия повышения доброкачественности кормов:

- внедрение новых технологий приготовления кормов и соблюдения технологического регламента;
- строительство специальных хранилищ;
- механизация.

Экспериментальные исследования показали, что характер деформирования стеблевой массы измельченных трав и торфяных грунтов аналогичен. Исследования явлений ползучести связных грунтов и других материалов проводились К Терцаги, Н.Н. Масловым,

М.Н. Гольдштейном., Г.И. Покровским, В.А. Флориным. и другими. Однако единого мнения по данному вопросу в литературе нет [5, 6, 7]. Поэтому в теории ползучести применяют метод отображения свойств тела при помощи механических моделей, состоящих из упругих, вязких и пластических элементов. Комбинируя эти элементы, получают различные модели идеализированных сложных сред и соответствующие им те или иные реологические уравнения.

Исследования реологических свойств стеблевой массы не проводились. Однако достаточно хорошо изучены упруго-кинетические процессы в торфе [8, 9]. М.П. Воларович, Н.И. Малинин [10, 11] установили, что инвариантность таких характеристик торфа, как вязкость, модуль условно-мгновенных деформаций, предельного напряжения сдвига и других показателей не соблюдается в силу значительного изменения их в процессе уплотнения или разуплотнения торфа. Поэтому общую деформацию торфа можно разделить на условно-мгновенную и эластичную, или деформацию упругого последствия, развивающуюся во времени. Для напряжения сдвига меньше некоторого критического значения $\tau < \theta_s$, зависимость деформаций от времени может быть представлена уравнением Фукада-Рейбиндера:

$$\gamma = \gamma_0 [1 + k \cdot \lg(c + t)], \text{ для } \tau = \text{const}, \quad (1)$$

где k и c – постоянные величины;

γ_0 – функция приложенного напряжения.

Исходя из того, что условно-мгновенный модуль при $\tau = \theta_s$ уменьшается незначительно, а зависимость между напряжением и деформацией нелинейная, Н.И. Малинин предложил для торфа, содержащего волокнистый каркас, использовать уравнение Савареги, Танигута и Фурути, полученное для резин с сажевым наполнителем:

$$\sigma = \sigma_m \left[1 - \exp \left(-\varepsilon \frac{E_0}{\sigma_m} \right) \right], \quad (2)$$

где σ_m – предел прочности;

ε – деформация;

$E_0 = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$ – модуль упругости.

Данные выводы и предпосылки справедливы для случая растяжения или сдвига без учета уплотнения и упрочнения системы в процессе деформирования. П.А. Рейбиндером [12] для пластинок слюды получено уравнение, аналогичное уравнению (1):

$$\varepsilon = \varepsilon_0 (1 + k \cdot \lg t), \quad (3)$$

где ε – относительное удлинение.

С.С. Корчунов, изучая деформирование торфа под круглыми штампами, установил, что деформации во времени можно описать в зависимости от некоторой величины условной стабилизированной деформации h_∞ :

$$h = h_{\infty} \frac{t}{t + \beta}, \quad (4)$$

где t – время;

β – коэффициент, характеризующий скорость деформирования.

Для описания процесса уплотнения торфа Г.И. Покровским [6] получено следующее уравнение:

$$l = \rho \cdot \ln(\gamma \cdot t + 1), \quad (5)$$

где ρ, γ – постоянные параметры, характеризующие свойства торфа.

Основываясь на лабораторных и полевых опытах с осадкой штампов на торфяных грунтах, П.А. Дрозд [13] рекомендовал в формулу (5) вводить дополнительный член β , определяющий мгновенную упругую деформацию:

$$l = \beta + \rho \cdot \ln(\gamma \cdot t + 1). \quad (6)$$

Однако при практических расчетах деформации торфа под круглым штампом он рекомендует использовать уравнение:

$$l = a \cdot t^n, \quad (7)$$

где a – эмпирический коэффициент, численно равный осадке штампа за период времени $t = 1$;

n – коэффициент, учитывающий интенсивность развития деформации во времени.

В.Н. Зайцем и П.К. Черником [14] получено уравнение для осадки штампов в торфяном грунте естественной структуры:

$$l = l_H \left\{ \left(1 + k \cdot \ln \frac{t_1}{t_H} \right) + \frac{k}{m} \left[\left(\frac{t}{t_1} \right)^m - 1 \right] \right\}, \quad (8)$$

где t_H – время приложения нагрузки;

l_H – деформация к моменту завершения процесса приложения нагрузки на штамп;

k, m – реологические параметры торфа.

Для времени t , меньшего чем t_H , значения деформации могут быть определены по первому слагаемому в формуле (8). Ее структура свидетельствует о том, что интенсивность процесса деформирования во времени неодинакова и на различных промежутках времени описывается различными функциями. Параметр k , характеризующий интенсивность деформаций на начальном этапе, можно принять постоянным, не зависящим от величины уплотняющей нагрузки. Параметр m , характеризует интенсивность на последующем после $t > t_H$ участие процесса деформирования.

Таким образом, на основании приведенного анализа можно сделать вывод, что процесс деформирования торфа и других мате-

риалов может быть описан логарифмической или экспоненциальной функциями.

Деформации стеблевой массы измельченных трав, как и грунтов, можно разделить (качественно и количественно) на восстанавливающиеся (обратимые) и остаточные (пластические). Обратимые деформации могут быть разделены на мгновенно восстанавливающиеся и восстанавливающиеся с последствием.

В зеленой массе, под нагрузкой, возникают указанные виды деформаций. Чтобы разделить полную деформацию массы на составляющие части, производят разгрузку и измеряют восстанавливающиеся деформации.

На рис. 1 показан характер процесса нарастания во времени деформации уплотнения и разуплотнения для двух образцов трав с различной влажностью и плотностью для различных значений уплотняющей нагрузки. Аналогичный характер процесса уплотнения наблюдался и в опытах с другими значениями влажности и уплотняющей нагрузки.

Возникновение их не связано с перемещениями элементов кристаллической решетки, слагающих материал частиц, а вызвано изменениями толщины водных пленок, обволакивающих частицы и имеющих различные формы связи. Для стеблевой массы трав это положение относится не к пленкам воды между отдельными структурными агрегатами (частичками травы), а к пленкам воды между элементарными частицами, из которых состоят эти структурные агрегаты и которые содержат на поверхности пленки воды различной толщины и разной формы связи с твердой частицей.

Для перемещения молекул воды от контактов между элементарными частицами в сторону пор под действием уплотняющей нагрузки и в обратном направлении, при разгрузке, требуется некоторое время. Этим и можно объяснить процесс восстановления деформаций во времени (рис. 1).

Объектом исследования является способ приго-

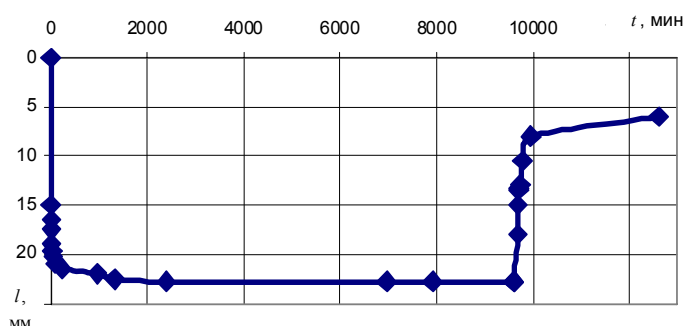


Рисунок 1. Деформация уплотнения и разуплотнения массы из измельчённых трав:

$$P = 0,015 \text{ МПа}; \rho_0 = 0,37 \text{ т/м}^3; W = 0,67$$

товления стебельных кормов.

Методы исследований включают анализ научно-исследовательских работ и патентный поиск по способам заготовки стебельных кормов.

В Республиканском научном дочернем унитарном предприятии «Институт мелиорации» на уровне изобретения разработан способ приготовления стебельных кормов [15].

Развитие отрасли скотоводства и ее эффективность зависят в основном от объемов и качества заготавливаемых стебельных кормов, так как в рационах животных в стойловый период до 80% сухого вещества должно обеспечиваться за счет стебельных кормов.

Для получения качественных стебельных кормов необходимо выполнять следующие условия:

- как можно быстрее заполнить хранилище, чтобы масса не успела сильно разогреться;

- как можно лучше уплотнить массу, чтобы кислород в оставшейся после уплотнения части воздуха в массе после герметизации мог бы использоваться в течение короткого промежутка времени при дыхании растительных клеток, в результате чего создались бы анаэробные условия;

- как можно лучше герметизировать уложенную массу, чтобы не допустить проникновения воздуха в хранилище в процессе брожения корма.

Несоблюдение любого из этих требований неизбежно ведет к большим потерям питательных веществ, как в процессе заполнения хранилищ, так и в процессе брожения и хранения корма.

Практически весь объем стебельных кормов в республике в настоящее время приготавливается в горизонтальных хранилищах (облицованных траншеях), построенных 30 и более лет тому назад. В результате длительного использования и агрессивности стебельных кормов к бетону, траншеи начали разрушаться, а их днища и нижняя часть стенок закаливаются и стали водонепроницаемы.

Переход в ближайшие годы в республике на новые технологии приготовления стебельных кормов, интенсивно разрабатываемые в последние 30 лет в зарубежных странах, является нереальной задачей из-за их высокой стоимости, необходимости использования комплекса специальных машин и новых материалов. Поэтому в обозримой перспективе особую актуальность для республики приобретает поиск простейших приемов, направленных на совершенствование применяемой в настоящее время технологии приготовления стебельных кормов в существующих горизонтальных хранилищах, и в первую очередь направленных на снижение воздухообмена в хранилищах в процессе брожения корма.

Масса из измельченных трав даже при значительных плотностях, которых можно достигнуть в

результате уплотнения при трамбовании тракторами, характеризуется высокой пористостью, а, соответственно, и высокой воздухопроводностью.

Известен способ заготовки стебельных кормов, включающий измельчение стебельной массы, укладку ее в хранилище, уплотнение и герметизацию. Недостатком способа, предусматривающего уплотнение укладываемой в хранилище массы, трамбованием тракторами (динамической нагрузкой) является тот факт, что, в силу упругих свойств, масса после каждого прохода трактора разуплотняется, и в нее всасывается воздух. В результате, в процессе заполнения хранилища происходит постоянное поступление в уплотненную массу кислорода, инициирование деятельности аэробных бактерий и торможение процесса молочнокислого брожения, который происходит в анаэробных условиях. При этом масса сильно разогревается.

Если масса разогрелась, то после окончания загрузки и герметизации хранилища высокая температура сохраняется в процессе брожения корма в течение длительного промежутка времени (2 месяца и более). Для разогрева массы требуется много энергии, которая выделяется в результате «сгорания» питательных веществ, что неизбежно ведет к снижению энергетической ценности корма и денатурации белка.

Известно, что при температуре массы выше 38°C на каждый градус превышения этого порога на 2% снижается перевариваемость протеина. Например, если температура в хранилище достигла 60°C, то перевариваемость протеина снижается на $(60-38) \times 2 = 44\%$.

Если масса разогрелась, то герметизировать хранилище с помощью полиэтиленовой пленки невозможно, так как воздух в хранилище проникает через грунт, прилегающий к стенкам траншеи, бетон плит и стыки между ними под действием температурных градиентов. Наблюдения показали, что разница между температурой массы в центре траншеи и в пристенных зонах достигает до 20°C, что свидетельствует об интенсивном воздухообмене в процессе брожения корма.

Известен способ заготовки зеленых кормов, включающий измельчение стебельной массы, укладку ее в хранилище, уплотнение и герметизацию, при этом уплотнение уложенной в хранилище массы осуществляется статической нагрузкой. При заполнении хранилища стебельной массой, осуществляется лишь разравнивание и смятие ее ограниченным числом проходов бульдозера при разравнивании массы. Дополнительная трамбовка массы в процессе заполнения хранилища исключается. После заполнения хранилища на всю высоту, с превышением над верхом траншеи на величину ожидаемой деформации от уплотнения, немедленно осуществляется нагружение уложенной в хранилище массы статической нагрузкой, равной 0,03-0,05 МПа (в

зависимости от влажности массы, вида трав, степени измельчения). Такая величина нагрузки эквивалентна слою грунта, толщиной 1,5-2,5м.

Недостатком указанного способа является большой объем работ по пригрузке грунтом (1,5-2,5м).

Поэтому Республиканским научным дочерним унитарным предприятием « Институт мелиорации » предлагается способ приготовления стебельной массы, состоящий в том, чтобы ускорить процесс уплотнения массы и обеспечить снижение в течение короткого промежутка времени после герметизации хранилища содержания воздуха в массе за счет уплотнения, при котором достигается инициирование молочно-кислого брожения.

Сущность предлагаемого способа заключается в измельчении стебельной массы 8, укладке ее в хранилище, уплотнении и герметизации хранилища полиэтиленовой пленкой 6, при этом уплотнение уложенной в хранилище массы после герметизации хранилища осуществляется путем откачки воздуха с помо-

щью вакуум-насоса через заложенную в нижнюю часть траншеи 5 перфорированную трубу 1, один конец которой выведен за пределы траншеи и за пределами траншеи не перфорирован (рис. 2.). На этом конце трубы расположен вентиль 2 и штуцер 3 для подключения к насосу. После откачки воздуха вентиль закрывают и отсоединяют вакуум-насос. При укладке влажной массы и большой ширине траншеи закладывают батарею перфорированных труб, подсоединенных к коллектору 4 (рис. 3). Уплотнение массы происходит под действием давления, равного разности между атмосферным давлением и давлением в массе, достигнутом в процессе откачки.

Поставленная цель достигается при условии полной герметизации хранилища. Однако на практике обеспечить полную герметизацию хранилища полиэтиленовой пленкой практически невозможно. Поэтому после заполнения и герметизации хранилища, перед откачкой воздуха осуществляют пригрузку уложенной массы статической нагрузкой, равной

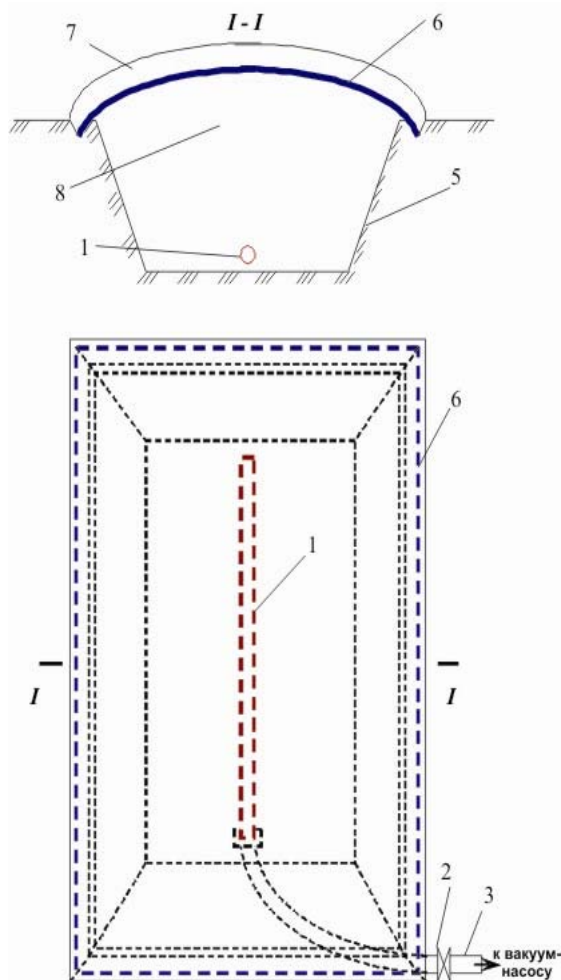


Рисунок 2. Способ приготовления стебельных кормов и устройство для его осуществления

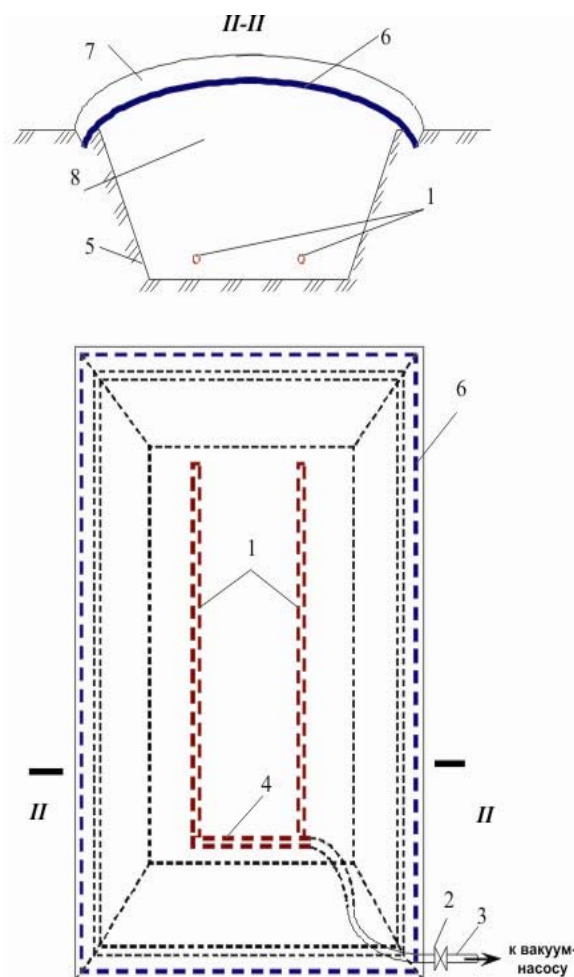


Рисунок 3. Способ приготовления стебельных кормов и устройство для его осуществления при большой ширине траншеи

0,003-0,005МПа, что эквивалентно слою минерального грунта, толщиной 20-30 см. Указанная нагрузка предотвращает разуплотнение массы в результате уменьшения величины уплотняющей нагрузки при увеличении давления в массе, достигнутого при откачке воздуха при неполной герметизации хранилища и тем самым снижает до безопасного порога влияние всасываемого в траншею воздуха.

Как показали данные экспериментов, пригрузкой слоев грунта, толщиной 20-30 см, практически исключает восстанавливающиеся (упругие) деформации и позволяет снизить количество воздуха, поступающего в хранилище в результате разуплотнения до безопасного порога, при котором не происходит снижение интенсивности процесса молочнокислого брожения.

Предлагаемый способ позволяет за счет сокращения сроков уплотнения массы после герметизации хранилища обеспечить иницирование процесса молочнокислого брожения и снизить потери питательных веществ в процессе брожения корма в сравнении с применяемыми технологиями силосования в горизонтальных хранилищах.

Заключение

1. Способ приготовления стебельных кормов, включающий измельчение зеленой массы, укладку ее в хранилище, уплотнение и герметизацию, отличающийся от известных тем, что уплотнение уложенной в хранилище массы осуществляют под действием давления, равного разности между атмосферным давлением и давлением, создаваемым путем откачки из уложенной в хранилище массы воздуха, после герметизации хранилища полиэтиленовой пленкой, через перфорированную трубу, заложенную в нижнюю часть траншеи при ее заполнении.

2. Перед откачкой воздуха из хранилища уложенную и герметизированную массу дополнительно пригружают статической нагрузкой, равной 0,003-0,005МПа.

3. При высокой влажности массы и большой ширине траншеи в измельченную массу закладывают батарею перфорированных труб, соединенных коллектором, который через запорный вентиль соединен с вакуум-насосом или вакуумной системой насосов.

4. Траншея на всю ее длину оснащена батареей, состоящей из перфорированных труб, соединенных между собой коллектором, который через запорный вентиль, соединен с вакуум-насосом или вакуумной системой насосов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубрилин, А.А. Как силосовать корма/ А.А. Зубрилин. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 56 с.

2. Колтушкин, И.С. Исследование стебельной массы растений как пористого материала в технологических процессах заготовки стебельных кормов: автореф. дисс...канд. техн. наук. – Горки, 1987. – 17 с.

3. Грачев, А.В. Способы и технические средства повышения эффективности обработки силосуемой массы химическими консервантами: автореф. дисс...канд. техн. наук. – М., 1987. – 19 с.

4. Механико-технологические основы консервирования стебельчатых кормов: монография / БГСХА; А.В. Кузьмицкий. – Горки, 1999. – 80 с.

5. Гольдштейн, М.Н. О прочности глинистых грунтов/ М.Н. Гольдштейн // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1961. – № 3. – С. 12-20.

6. Покровский, Г.И. Моделирование прочности грунтов/ Г.И. Покровский. – М.: Госстройиздат, 1939. – 154 с.

7. Флорин, В.А. Основы механики грунтов. – М.: Госстройиздат/ В.А. Флорин. – 1961. – Т. 2. – 543 с.

8. Гораздовский, Т.Е. Реологические исследования торфа/ Т.Е. Гораздовский// Торфяная промышленность. – 1949. – № 8. – С. 7-13.

9. Силин, В.А. Исследование упругой и остаточной деформации торфа/ В.А. Силин// Коллоидный журн. – 1951. – Т. 13, вып. 1. – С. 21-23.

10. Воларович, М.П. Исследование реологических свойств торфов политенной влажности/ М.П. Воларович, Н.И. Малинин// Коллоидный журн. – 1958. – Т. 20. – № 3. – С. 8-10.

11. Малинин, Н.И. Исследование реологических свойств торфа/ Н.И. Малинин// Тр. Моск. торф. ин-та. – 1959. – Вып. 10. – С. 14-15.

12. Ребиндер, П.А. Физико-химические исследования процессов деформации твердых тел. – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – 124 с.

13. Дрозд, П.А. Прочность торфяной залежи при статических нагрузках/ П.А. Дрозд, А.Н. Рубан // Осн. результаты науч.-исслед. работы ин-та за 1958 г. – Мн.: АСХН БССР, 1960. – 65 с.

14. Заяц, В.Н. Исследования характера восстановления деформаций торфа/ В.Н. Заяц, П.К. Черник / Мелиорация и использ. осушенных земель. – 1966. – № 14. – С. 3-6.

15. Способ приготовления силосованных кормов: патент 13437 Респ. Беларусь, МПК (2009) А 23К 3/00/ П.К. Герник, С.В. Основин, А.В. Безгунов; заявит. Респ. науч. дочер. унит. пред-е «Институт мелиорации». – № а 20070024; заявл. 30.08.2008; опубл. 30.06.2010 // Афіц. бюл. / Нац. цэнтр інтэл. уласн. – 2010. – №4 (75). – С. 50.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СЕМЯН ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ОТ ТРУДНООТДЕЛИМЫХ ПРИМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН

А.В. Иванов, докт. техн. наук, профессор, А.И. Ермаков, аспирант (МГУП); В.М. Поздняков, канд. техн. наук (БГАТУ)

Аннотация

В статье описан разработанный вибропневмосепаратор для очистки семян злаковых культур от спорыньи, с новыми конструктивными решениями, позволяющий значительно повысить степень очистки, и при этом сократить потери семян с примесями. Приведены полученные графические зависимости скорости расслоения, степени очистки и производительности вибропневмосепаратора от режимных параметров работы.

The developed vibropneumoseparator for cleaning the seeds of cereal crops from spur is described. It has new design solutions that can significantly increase the degree of purification and thus reduce the loss of seeds with contaminants. The obtained graphical dependences of the separation, purification efficiency and operational parameters' productivity are given.

Введение

Основной задачей агропромышленного комплекса государства является повышение урожайности зерновых культур и, как следствие, валового сбора зерна, что позволяет обеспечить продовольственную безопасность страны и высокий уровень жизни ее граждан. В Республике Беларусь данная задача не может быть решена без комплексного технического перевооружения предприятий по очистке, хранению и подготовке семян, т.к. семена являются основой будущего урожая, а посев высококачественных семян – самый эффективный способ увеличения урожайности сельскохозяйственных культур [1].

Основная часть

В Республике Беларусь сев преимущественно производят семенами «элиты» и «суперэлиты», к которым в соответствии с СТБ 1073-97 предъявляются жесткие требования, как по сортовой чистоте, так и по содержанию вредных примесей. Основной такой примесью являются рожки спорыньи: в элитных семенах ржи их содержание не должно превышать 0,03%, а тритикале – 0,01%. Данные требования связаны с тем, что наличие рожков спорыньи в семенном материале может приводить к гибели до 30% урожая.

Анализ литературных данных показал, что семена тритикале и ржи, выращенные элитопроизводящими хозяйствами нашей Республики в период с 2005 по 2010 гг., не соответствовали требованиям посевного стандарта и нуждались в очистке. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание рожков спорыньи в семенах данных культур не

опускалось ниже 0,05%, что почти в 2 раза выше допустимых норм для элитных семян ржи и в 5 раз – для тритикале. Следует отметить, что в отдельных партиях семян содержание рожков спорыньи превышало допустимые значения: в семенах ржи в 6 раз, а в тритикале в 20 раз [1].

Основной проблемой очистки семян тритикале и ржи от рожков спорыньи является то, что размеры рожков находятся в достаточно широких пределах и полностью перекрывают весь интервал варьирования размеров зерновок тритикале и ржи. Очистка семян на воздушно-ситовых сепараторах и триерах позволяет выделить лишь частично «крупную» и «мелкую» фракции спорыньи, а ее «средняя» фракция полностью остается в зерновой массе. Следует отметить, что в настоящее время на большинстве зерноочистительных комплексов Республики Беларусь очистку семян проводят на сепараторе Petkus K531 (Германия). Однако, как показала практика ведущих СПК нашей страны, зачастую, чтобы довести семена до высоких посевных кондиций, приходится пропускать их по два, а то и по три раза через машину, что ведет к дополнительным финансовым затратам и снижает качество посевного материала из-за травмирования семян.

На основании анализа физико-химических свойств зерновок тритикале, ржи и рожков спорыньи, очистка по различию плотностей признана наиболее перспективной. Разница в плотности рожков спорыньи и зерновок основной культуры составляет 9...14% [2].

Наиболее эффективным оборудованием для разделения сыпучей смеси по плотности являются машины, работающие по вибропневматическому прин-

ципу действия. Наиболее распространенным оборудованием данного типа являются пневмосортировальные столы. В частности, ими укомплектовываются универсальные зерноочистительные агрегаты ЗАВ (Россия). При правильной эксплуатации данные машины достаточно успешно очищают основную массу семян от трудноотделимых примесей, но количество промежуточных фракций может достигать 40%, что существенно снижает конечный выход семян.

На основании проведенного анализа отечественного и зарубежного зерноочистительного оборудования, можно сделать вывод о том, что в настоящее время не существует высокоэффективного, простого в использовании и надежного оборудования для очистки семян тритикале и ржи от спорыньи. Поэтому создание отечественной высокоэффективной машины для очистки семян от рожков спорыньи – необходимый этап в процессе совершенствования технологии по очистке, хранению и подготовке высококачественных семян.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы разработан лабораторный вибропневмосепаратор для очистки семян от рожков спорыньи. Примененные в нем новые конструктивные решения позволяют с более высокой эффективностью очищать семена и обеспечивают минимальные потери годного продукта с примесями [3]. Общий вид лабораторного вибропневмосепаратора и схема экспериментального стенда представлены на рис. 1.

Для определения оптимальных режимных параметров работы разработанного вибропневмосепаратора был спланирован и проведен многофакторный

эксперимент по плану 2^4 со звездой по очистке семян ржи от рожков спорыньи. Режимные параметры работы вибропневмосепаратора варьировались в следующих интервалах: угол наклона сетчатой деки к горизонту $\alpha=4,5\div5,5^\circ$; угол действия добавочной силы от электровибраторов $\beta=40\div50^\circ$; скорость воздуха в рабочей камере вибропневмосепаратора $v_B=0,75\div1,1$ м/с; угловая частота колебаний сетчатой деки $\omega=105\div157$ рад/с. Амплитуда колебаний машины и высота слоя продукта у приподнятого края деки поддерживались постоянными $A=2$ мм, $h=50$ мм. В ходе эксперимента средние плотности зерновок ржи и рожков спорыньи соответственно были равны $\rho_o=1215$ кг/м³, $\rho=1106$ кг/м³, влажность зерновой смеси равнялась 13,5%. В качестве выходных функций были выбраны следующие показатели, характеризующие эффективность работы вибропневмосепаратора: средняя скорость расслоения фракций, производительность и коэффициент очистки семян.

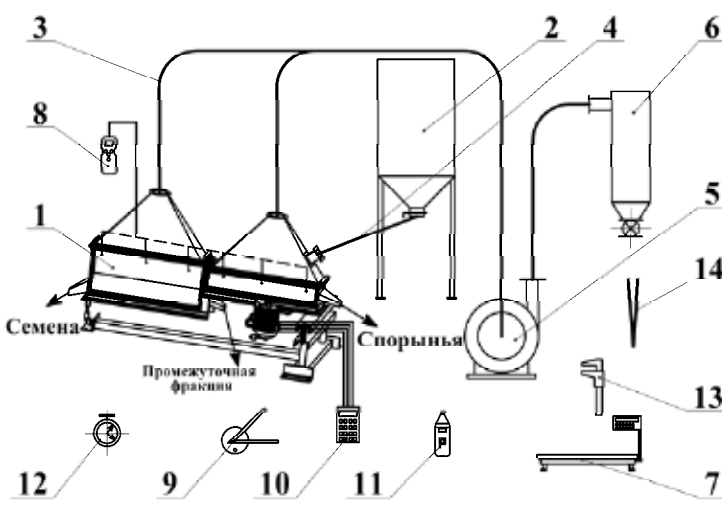
При проведении эксперимента семена ржи искусственно засорялись рожками спорыньи до концентрации 1%, что эмитировало некондиционную по содержанию вредных примесей зерновую смесь. Скорость расслоения (всплытия рожка спорыньи с поверхности деки) определялась по выражению:

$$u_y = \frac{h_y}{\tau_y}, \quad (1)$$

где h_y – высота слоя сыпучей смеси в месте



а



б

Рисунок 1. Схема экспериментального стенда:

а – общий вид лабораторного вибропневмосепаратора; б – схема экспериментального стенда:

1 – лабораторный вибропневмосепаратор; 2 – загрузочный бункер; 3 – воздуховод; 4 – материалопровод; 5 – вентилятор ВЦП-3; 6 – циклон БЦШ-3; 7 – весы электронные ВТНм-15; 8 – термоанемометр testo 425; 9 – угломер оптический ОУМ-3; 10 – частотный преобразователь тока Delta VFD-B; 11 – фототахометр АТТ-6000; 12 – секундомер; 13 – штангенциркуль; 14 – пинцет

всплывания частицы, мм; τ_y – время всплывания частицы, с.

После обработки результатов эксперимента построен ряд графических зависимостей, описывающих влияние режимных параметров работы лабораторного вибропневмосепаратора на выходные функции. На рис. 2 представлены графические зависимости средней скорости расслоения u_y от угла наклона сетчатой деки к горизонту α и угла действия добавочной силы от электровибраторов β .

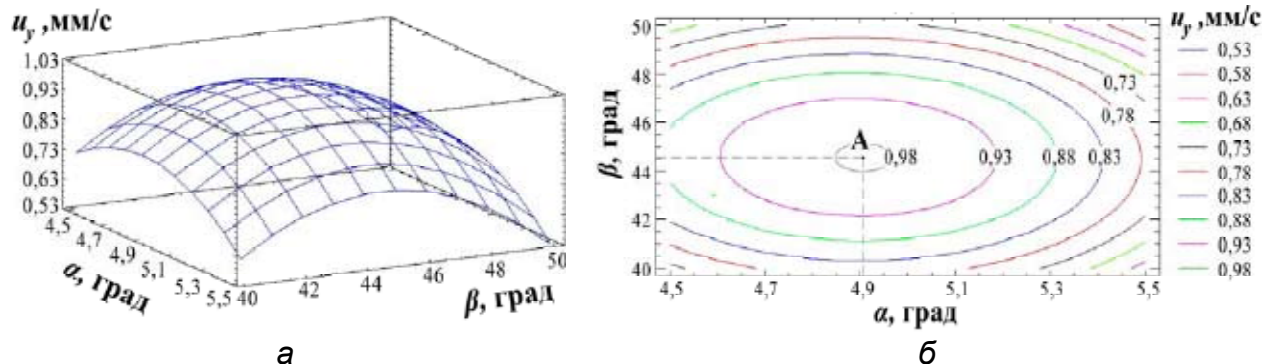


Рисунок 2. Графические зависимости средней скорости расслоения u_y от угла наклона сетчатой деки к горизонту α и угла действия добавочной силы от электровибраторов β : а – поверхность отклика; б – линии уровня

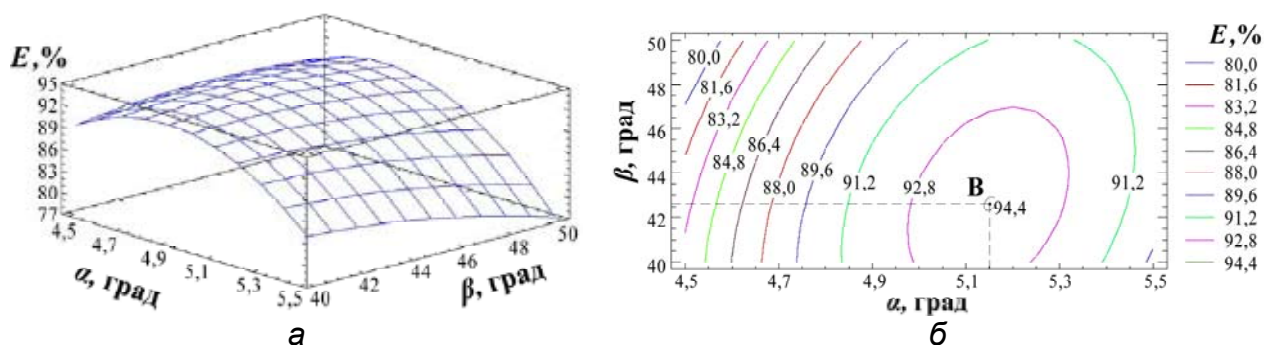


Рисунок 3. Графические зависимости коэффициента очистки E от угла наклона сетчатой деки к горизонту α и угла действия добавочной силы от электровибраторов β : а – поверхность отклика; б – линии уровня

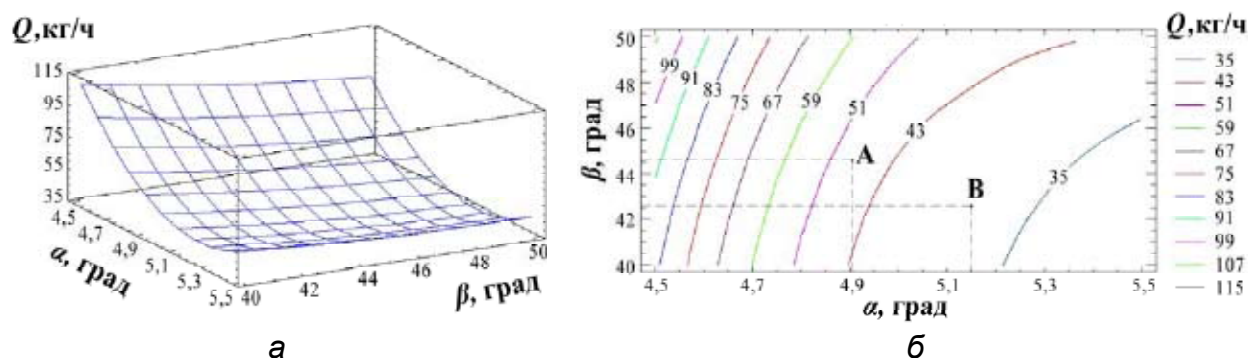


Рисунок 4. Графические зависимости производительности Q от угла наклона сетчатой деки к горизонту α и угла действия добавочной силы от электровибраторов β : а – поверхность отклика; б – линии уровня

действия добавочной силы от электровibrаторов β .

Сравнение графических зависимостей, представленных на рис. 2 и 3, показывает, что значению максимальной скорости расслоения не соответствует максимальный коэффициент очистки, т.е. при максимальной эффективности протекании процесса самосортирования общая эффективность работы машины снижается. При этом если нанести точки А и В на линии равных уровней производительности от угла наклона сетчатой деки к горизонту и угла действия добавочной силы от электровibrаторов, представленных на рис. 4,б, окажется что производительность лабораторного вибропневмосепаратора в них различается примерно на 30%. Это говорит о том, что процесс разделения полученных в ходе вибропневмосепарирования фракций, обеспечиваемый соотношением конструктивных параметров лабораторного вибропневмосепаратора, протекает не достаточно эффективно. И при оптимальном соотношении конструктивных параметров элементов вибропневмосепаратора, можно добиться 30%-го увеличения производительности при обеспечении максимального коэффициента очистки.

На основании результатов экспериментов по определению оптимальных режимных и конструктивных параметров лабораторного вибропневмосепаратора, разработана конструкция опытного промышленного вибропневмосепаратора для очистки семян (рис. 5).

Разработанный вибропневмосепаратор предна-

значен для отделения примесей, отличающихся от зерна меньшей плотностью (спорынья, головня) и сортирования семян на фракции, различающиеся плотностью. Максимальная производительность 4 т/ч. Наиболее целесообразно устанавливать данное оборудование в линиях для очистки семян после воздушно-ситовых сепараторов и триеров.

Последовательная очистка семян на двух деках обеспечивает доведение их по содержанию рожков спорыньи до элитных кондиций практически на всех режимах работы, что позволяет судить о высокой эффективности разработанного вибропневмосепаратора и об экономической целесообразности его использования.

Заключение

Разработанный вибропневмосепаратор обеспечивает коэффициент очистки семян от рожков спорыньи 94...95%, при этом максимальный коэффициент очистки достигается при угле наклона сетчатой деки $\alpha=5,1^\circ$ и угле действия добавочной силы от электровibrаторов $\beta=42,7^\circ$. Данный вибропневмосепаратор с успехом может использоваться на зерноочистительных комплексах для подготовки высококачественного семенного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, А.В. Технологические особенности очистки семян злаковых культур в Республике Беларусь / А.В. Иванов, А.И. Ермаков, В.М. Поздняков // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19-20 окт. 2010г.: в 2 т./ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П.П.Казакевич (гл. ред.), О.О.Дударев. – Минск, 2010. – Т.1. – С.191-196.
2. Поздняков, В.М. Перспективы развития специализированного зерноочистительного оборудования / В.М. Поздняков, А.В. Иванов, А.И. Ермаков // Вестник МГУП. – 2009. – № 2. – С. 85-90.
3. Вибропневмосепаратор для сыпучих продуктов: пат. №12903 Респ. Беларусь, МПК (2009) В 07 В 4/00/ А.В.Иванов, Н.В. Иванова, В.М. Поздняков, А.И. Ермаков; заявитель Могилёвский гос. ун-т продовольствия. – № а20080337; заявл. 24.03.08.; опубл. 30.10.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – №1. – С. 73.



Рисунок 5. Общий вид опытного промышленного вибропневмосепаратора для очистки семян

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНСЕРВИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

М.А. Прищепов, докт. техн. наук, доцент, Л.П. Сможевская, научн. сотр., Н.М. Стасилевич, научн. сотр., Л.А. Расолько, канд. биол. наук, доцент, А.А. Почебут, студентка (БГАТУ)

Аннотация

В структуре питания населения большинства стран, в том числе и Беларуси, распространился так называемый «западный» тип питания, когда потребитель стремится свести к минимуму приготовление пищи в домашних условиях, употребляя все больше продуктов, изготовленных на предприятиях перерабатывающей промышленности. К их числу относятся нестерилизованные плодовоовощные салаты.

In most countries as well as in Belarus a so-called "Western" food style has spread in the structure of men's nutrition. A consumer tries to minimize the cooking process at home eating much more products manufactured by processing industries. Unsterilized vegetable salads are regarded to such ones.

Введение

Исследования продовольственного рынка показывают, что готовая к употреблению нестерилизованная продукция пользуется повышенным спросом не только в розничной торговле, но и на предприятиях общественного питания, в рыбоперерабатывающей и мясоперерабатывающей отраслях, поэтому разработка новых многокомпонентных рецептов салатов из местного растительного сырья и энергосберегающие технологии их производства сегодня весьма актуальны.

Производство нестерилизованной продукции имеет ряд особенностей:

- овощи и плоды, очищенные от кожуры, сразу становятся хорошей средой для развития микроорганизмов, в том числе опасных для жизни и здоровья человека. Поэтому до недавнего времени процесс стерилизации был обязательным технологическим этапом производства консервированных продуктов из овощей и плодов;

- плодовоовощной продукт, готовый к употреблению, но не прошедший тепловую обработку, может храниться до употребления от 30 минут до 2 часов, в зависимости от вида использованного сырья, после чего он теряет свою безопасность;

- для обеспечения безопасности продукт необходимо специальным образом обработать и добавить в него натуральные вещества, обладающие консервирующим действием, в количестве, которое, обеспечив сохранность продукта, не оказывало бы вредное воздействие на организм человека;

- производство таких продуктов должно быть обеспечено соответствующим лабораторным контролем (микробиологическим и токсикологическим).

Уверенность в безопасности и хорошем качестве продуктов питания является основным ориентиром

при их реализации. Это особенно актуально для нестерилизованных овощных салатов, и этот фактор необходимо учитывать при отработке технологической схемы и технологических параметров изготовления новых видов продуктов. Ценовой фактор и рентабельность производства нестерилизованной овощной продукции также следует принимать во внимание. Анализ затрат на производство продукции перерабатывающего предприятия показывает, что наибольшими являются затраты на сырье и материалы, а также энергоресурсы, что составляет более половины всех расходов. Снижение затрат при производстве нестерилизованных салатов возможно при использовании энергосберегающей технологии.

Учитывая, что в 2011 году в Республике Беларусь необходимо снизить энергоёмкость ВВП на 6-7% и обеспечить долю местных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива республики не менее 22,2%, актуальным направлением должно быть внедрение прогрессивных энергосберегающих технологий. Кроме того, использование овощного сырья, пригодного по технологическим требованиям для переработки в продукты питания, также будет способствовать снижению затрат на производство конечной продукции.

Основная часть

Меры по обеспечению сохранности пищевых ресурсов постоянно совершенствуются. В отношении плодовоовощной продукции, в их число входят:

- своевременность уборки сельскохозяйственного сырья и снижение возможности его повреждения при уборке и транспортировании;

- хранение до момента переработки в благоприятных условиях; максимально возможное снижение микробиальной обсемененности сырья перед переработкой за счет тщательной мойки, очистки, доочистки и пр.;

– использование различных способов консервирования, основанных на снижении или полном прекращении жизнедеятельности микроорганизмов.

На жизнедеятельность микроорганизмов влияют различные факторы. Некоторые из них способствуют росту микроорганизмов, другие – ограничивают или предотвращают их рост. В числе этих значимых факторов – температура, pH среды и активность воды.

Процессы роста микроорганизмов чувствительны к величине активности воды. Есть оптимальные значения активности воды, когда активизируется жизнедеятельность микроорганизмов, и есть нижний предел активности воды, когда рост микроорганизмов подавляется. Во многих видах сырья, в том числе овощах и плодах, значения активности воды близки к оптимуму для большинства микроорганизмов и составляют величину, равную 0,97-0,99. Снижение активности воды до величины 0,94-0,95 соответственно способствует подавлению жизнедеятельности микроорганизмов. Но при этом значении активности воды микроорганизмы (особенно бактерии) не обязательно гибнут, хотя популяция их снижается, они могут оставаться в состоянии анабиоза, сохраняя свою жизнеспособность [1]. Приходится также помнить, что активность воды – только один из воздействующих факторов, и надо принимать в расчет и другие факторы – pH среды и температуру.

Значение концентрации водородных ионов может изменяться в овощном продукте с течением времени из-за жизнедеятельности самих микроорганизмов. После изготовления продукта значение pH может соответствовать тому, при котором рост бактерий подавлен, но в результате метаболизма дрожжей или плесеней pH может достигнуть значений, при которых возможен рост бактерий.

Как и в случае с pH, имеется некий диапазон температур, при котором жизненная активность микроорганизмов минимальна. Этот диапазон различен для разных видов микроорганизмов, которые поэтому подразделяют в зависимости от скорости роста при оптимальной температуре на классы – психотрофные и термотрофные, а в зависимости от оптимального температурного режима – на термофильные, мезофильные и психрофильные. Соблюдение санитарных норм и правил, тепловая обработка и предотвращение перекрестного загрязнения – основные способы обеспечения безопасности при производстве пищевых продуктов, в том числе нестерилизованных салатов.

Одним из способов предотвращения микробиологической порчи плодоовощной продукции является применение консервантов, которые задерживают развитие микроорганизмов и вызывают их частичную гибель. Использование консервантов позволяет смягчить параметры тепловой обработки продуктов при их консервировании, увеличить сроки хранения нестерилизованных продуктов и защитить их от токсикогенных микроорганизмов. Важнейший пара-

метр, определяющий сроки хранения нестерилизованной продукции с консервантом, – длительность задержки развития микроорганизмов, которая определяется двумя основными причинами: способностью микроорганизмов к адаптации в среде обитания и деструкцией в присутствии консервантов при хранении такой продукции [2-4].

Итак, задержка развития микроорганизмов в пищевом продукте зависит от концентрации консерванта, значения pH продукта, активности воды, температуры тепловой обработки и количества микроорганизмов в исходном сырье. Все эти факторы принимались во внимание при отработке технологических параметров на производство новых видов нестерилизованной плодоовощной продукции.

Известно, что если выращивание овощей и фруктов осуществлялось без применения естественных удобрений, и исключалась возможность полива земель фекально зараженной водой, то можно быть уверенным в том, что до момента уборки урожая патогенные микроорганизмы отсутствуют на поверхности овощей и фруктов [5]. Именно такая ситуация характерна для овощей и фруктов, поступающих на переработку в цех Борисовского консервного завода, где выполнялась данная работа. Овощное сырье предприятие получает от агрокомбината «Ждановичи», МОУСП «Староборисов», ОДО «Майн», ИП «Вилаком» и др. Плодово-ягодное сырье предприятию поставляют Вилейское, Мядельское, Смолевичское, Солигорское, Лунинецкое, Борисовское райпо, агрокомбинат «Ждановичи», ИП «Комаровский сад», а также население.

Ассортимент поставляемого сырья достаточно широкий и превышает 27 наименований. Овощное сырье, необходимое для выработки нового ассортимента нестерилизованных салатов, представлено перцем, кабачками, тыквой, луком, морковью, свеклой, капустой, чесноком, томатами, огурцами. Сырье поставляется предприятию в достаточных объемах в соответствии с требованиями межотраслевых стандартов, утвержденных еще в восьмидесятих годах 20-го века, то есть давность этих документов составляет более 30 лет. Изменения в таких документах на 2011 год незначительны, например, для лука репчатого свежего (ГОСТ 27166-86) они коснулись условий хранения (изменение №2 к ГОСТ 27166-86, дата введения – 2010-10-01).

Сырье, например, морковь свежая, поступающая от поставщиков, имеет дефекты и отклонения по форме и размерам за счет поломанных, с трещинами корнеплодов, а также наростов, боковых и осевых корешков. Допускается поставка моркови с размером по наибольшему поперечному диаметру – 2,0 см, не нормируется длина корнеплодов. При всем этом такая продукция производителя овощей соответствует требованиям действующих стандартов. Подобная ситуация характерна и для других овощей – лука, капусты, чеснока, поступающих от их производителей, но изменений к стандартам по поводу их техни-

ческих, качественных характеристик нет и сегодня. А технологии подготовки овощей в основное производство постоянно совершенствуются, используется современное технологическое оборудование для их мойки, очистки, резки.

Естественно, что такое сырье будет способствовать повышению норм расхода в процессе технологической обработки, и особенно на этапе резки корнеплодов.

На предприятии установлена высокоавтоматизированная линия фирмы ВАЕМА для подготовки овощного сырья в основное производство. Технологическое оборудование этой линии дает возможность обеспечить поточность технологического процесса, механизировать и автоматизировать трудоемкие операции обработки овощного сырья, а также использовать автоматический контроль и регулирование по заданной программе с учетом критических контрольных точек (ККТ), выявленных в технологическом процессе.

Нестерилизованные плодовоовощные консервы представляют собой сложные многокомпонентные системы, состоящие из сотен химических соединений, которые условно можно разделить на три группы:

1. Вещества, специфичные для продуктов растительного происхождения. В овощах, плодах и фруктах (основные составляющие нестерилизованных салатов) содержится кладезь витаминов, минеральных веществ, каротиноидов, фенольных соединений, ферментов и других биологически активных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами и крайне необходимых в современном питании. При разработке технологии производства новых видов нестерилизованных салатов надо было предусмотреть технологические режимы, максимально сохраняющие в готовом продукте выше отмеченные природные биологически активные вещества.

2. Вещества, специально вносимые в готовый продукт по технологическим соображениям. В соответствии с разработанной рецептурой в нестерилизованные плодовоовощные салаты вносятся определенное количество йодированной поваренной соли, пищевого уксуса, изюма, орехов и других натуральных улучшителей вкуса конечного продукта.

3. Чужеродные соединения антропогенного или природного происхождения, которые называют загрязнителями или ксенобиотиками. Эти соединения могут быть неорганической или органической природы, в том числе микробиологического происхождения. Чужеродные соединения (ксенобиотики), добавляемые в плодовоовощную нестерилизованную продукцию, относятся к консервантам. Это сорбиновая, бензойная кислота и их калиевые и натриевые соли, добавляемые в количествах до 0,07% в продукт для защиты от размножения микроорганизмов в этом продукте.

Таким образом, в процессе разработки рецептур на новую продукцию и технологии ее изготовления были предусмотрены требования, изложенные в п.п. 1-3.

На основе выполненных исследований по подбору овощного и фруктового сырья, поступающего на предприятие от производителей, были определены 4 группы новой продукции, в рецептуры которых включены морковь, капуста белокочанная, свекла, яблоки, тыква, грибы, морепродукты:

- салаты и смеси из овощей и грибов маринованные;
- салаты и смеси овощные;
- салаты овощефруктовые маринованные;
- салаты и смеси овощные с морепродуктами.

По разработанным рецептурам четырех групп в условиях Борисовского консервного завода были выработаны лабораторные образцы новых видов нестерилизованной продукции: салаты и смеси из овощей и грибов маринованные (12 наименований), салаты и смеси овощные (7 наименований), салаты овощефруктовые маринованные (5 наименований), салаты и смеси овощные с морепродуктами (4 наименования).

Проведенный органолептический и физико-химический анализ лабораторных образцов новой нестерилизованной продукции позволил определить направления последующих работ. Наряду с тем, что лабораторные образцы имели хорошие органолептические достоинства, было установлено следующее:

– для изготовления высококачественных конкурентоспособных новых видов продуктов необходимо использовать специально подобранное местное плодовоовощное сырье. При этом входной контроль сырья – обязательное условие для изготовления продукции с высокими качественными показателями;

– предварительная обработка сырья имеет большое значение для сохранения биологически активных веществ, оригинального вкуса, цвета, аромата и биологической ценности, так как сочетание определенных компонентов позволяет получить хороший конечный результат. Соблюдение поточности производственного процесса – важное условие выпуска качественной, конкурентоспособной продукции;

– особое внимание следует уделить процессам термической обработки сырья в связи с тем, что многие биологически активные вещества используемых овощей разлагаются под воздействием высоких температур и кислорода воздуха;

– при производстве нестерилизованных салатов важная роль отводится процессу резки сырья – это определяет привлекательность готового продукта и соответствует группе эстетических показателей.

В производственных условиях были доработаны технологические параметры промышленного изготовления новых видов нестерилизованной продукции. При этом учитывалось, что разрабатываемая энергосберегающая технология предполагает исключение из технологического процесса стерилизацию готовой продукции, следовательно, пришлось, прежде всего, ужесточить требования к подготовке сырья. Совершенная промышленная мойка может удалить до 90% имеющейся

микрофлоры на поверхности овощей и плодов. $1 \cdot 10^4$ микроорганизмов на 1 г или 1 см² поверхности – такая степень обсемененности овощей и плодов после мойки была достигнута в технологическом процессе подготовки сырья в основное производство.

В технологическом процессе было использовано следующее технологическое оборудование фирмы ВАЕМА: весы товарные, барабанная моечная машина, элеватор, очиститель кожуры, ванная охлаждения со шнеком извлечения, щеточный очиститель, конвейер, овощерезка со смежными ножами, кофрыговысверливатель, бланширователь, сборник-смеситель, а также стол производственный. На вышеперечисленном технологическом оборудовании были изготовлены экспериментальные образцы новой нестерилизованной продукции. Эти образцы были исследованы на показатель «активность воды». Как известно, по активности воды пищевые продукты делят на три группы:

- свежие пищевые продукты, богатые водой, в которых ее активность составляет 0,96-1,0;
- переработанные пищевые продукты с активностью воды 0,90-0,95;
- пищевые продукты с активностью воды до 0,90.

Низкая активность воды сдерживает развитие микроорганизмов и биохимические реакции. В исследуемых экспериментальных образцах новой продукции активность воды составила 0,95-0,94, что предполагает прогнозировать срок годности салатов до 40 суток.

Показатели качества новой нестерилизованной продукции представлены в таблице.

Данные таблицы показали, что по физико-химическим показателям экспериментальные образцы новой продукции соответствуют требованиям, заложенным в комплексе ТНПА для нестерилизованных салатов.

По микробиологическим показателям новая продукция соответствует Санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденным Постановлением Минздрава Республики Беларусь № 63 от 09.06.2009 г.

Выводы

Выполненные исследования позволили определить основные направления в разработке энергосберегающей технологии производства безопасных, конкурентоспособных нестерилизованных плодоовощных продуктов питания из местного овощного и плодового сырья.

Проведен подбор местного растительного сырья на основании изучения сырьевой базы Борисовского консервного завода. Отобрано сырье, пригодное для переработки в условиях Борисовского консервного завода, на нестерилизованные продукты питания:

овощи – морковь, капуста белокочанная, тыква, кабачки, свекла, лук, чеснок, фасоль;

грибы – шампиньоны, опята, белые и др.;

плоды и ягоды – яблоки, лимоны, чернослив, слива, изюм;

морепродукты – морская капуста, кальмары.

Разработан, согласован и утвержден в установленном порядке комплект ТНПА (технические нормативно правовые акты) на производство новой нестерилизованной плодоовощной продукции.

После завершения технологической подготовки производства для выпуска нестерилизованной продукции в полимерной таре, со сроками реализации до 40 суток (без тепловой обработки, по энергосберегающей технологии) на Борисовском консервном заводе приступили к ее производству небольшими промышленными партиями, по мере поступления заявок от торгующих организаций. В ноябре-декабре 2010 г. произведено 10 различных видов нестерилизованных салатов и закусок, в том числе на основе моркови – 3 тысячи условных банок, на основе капусты – 36,5 тысяч условных банок продукции. В 2010 году было переработано по энергосберегающей технологии 723,5 кг моркови и 9427 кг капусты.

Экономическая эффективность от выпуска нестерилизованной продукции по энергосберегающей технологии достигается за счет снижения прямых обобщенных энергозатрат по сравнению со стерилизованными плодоовощными консервами. Экономический эффект от выпуска данной партии продукции по энергосбере-

**Таблица. Результаты исследований
нестерилизованных консервированных
салатов и закусок**

Наименование показателя	Нормы по ТНПА	Содержание в исследуемых образцах
Массовая доля хлоридов, %	1,5-1,3	1,0-1,2
Массовая доля жира (при использовании), % не менее	3,5	3,5
Массовая доля титруемых кислот в пересчете на используемую кислоту, %	0,2-0,8	0,4-0,5
Массовая доля основного продукта без жидкости от массы нетто, %, не менее (для салатов и закусок с жидкостью)	60,0	60,0
Массовая доля сорбиновой и (или) бензойной кислот, %, не более	0,15	0,14
Минеральные примеси	Не допускаются	Не обнаружены
Примеси растительного происхождения	Не допускаются	Не обнаружены
Посторонние примеси	Не допускаются	Не обнаружены

гающей технологии составил 3 314 996 руб.

Таким образом, выполненная работа позволила предприятию освоить выпуск новой экономически эффективной продукции с использованием энергосберегающей технологии.

Поскольку аналогичное технологическое оборудование имеется на многих консервных заводах, производство новой нестерилизованной продукции из местного регионального сырья можно наладить в любом регионе Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Божко, Л.Д. Измерение активности воды как один из критериев оценки срока годности мясных продуктов/ Л.Д. Божко, С.В. Радьков // Пищевая промыш-

ленность: наука и технологии. – 2008. – №1. – С.79-82.

2. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Утв. Постановлением Минздрава Республики Беларусь № 63 от 09.06.2009 г.

3. Стеле, Р. Срок годности пищевых продуктов: расчет и испытание; пер. с англ./ Р. Стеле; под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2006. – 58с.

4. Ломачинский, В.А. Безопасность и качество продуктов переработки плодов и овощей/ В.А. Ломачинский, С.Ю. Гельфанд. – М.: Изд-во ПП, 2007. – 384 с.

5. Онищенко, Г. Г. Качество продуктов питания: гигиенические требования, стандарты качества // Вопросы питания. – 2004. – № 6. – С. 9-11.

УДК 634:664.84

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 31.03.2011

ЭКСПАНДИРОВАННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ НА ОСНОВЕ ЗЕРНОВОГО И ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

И.И. Паромчик, канд. биол. наук, доцент (ГНУ «ЦБС НАН Беларуси»); М.П. Шабета, науч. сотр., Е.А. Войцеховская, науч. сотр. (РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»); М.А. Челомбитько, канд. с.-х. наук, доцент, А.И. Серпейко, студент (БГАТУ)

Аннотация

Изложены результаты по изучению новых возможностей переработки плодов и ягод в производстве экспандированных продуктов на основе зернового сырья. Исследован биохимический состав используемых плодов и ягод, а также полученных продуктов.

The results of the teamwork in studying new opportunities for fruit and berries' processing in expanded products manufacturing are stated on the basis of grain raw material. The biochemical structure of fruit and berries being used, as well as the products received are investigated.

Введение

Экструзионная технология – один из самых перспективных и высокоэффективных процессов, совмещающих термо-, гидро- и механическую обработку сырья, и позволяющий получать продукты нового поколения с заранее заданными свойствами, управляя исходным составом экструдированной смеси, механизмом физико-химических, биохимических и микробиологических процессов, протекающих при экструзии пищевых масс.

Метод экструзионной обработки имеет ряд преимуществ по сравнению с другими видами тепловой обработки сырья. Он позволяет значительно интенсифицировать производственный процесс, повысить степень использования сырья, получить готовые к применению пищевые продукты или создать для них компоненты, обладающие высокой водо- и жиросодержающей способностью, снизить производственные и

трудовые затраты, расширить ассортимент пищевых продуктов, снизить их микробиологическую обсемененность и повысить усвояемость, а также уменьшить загрязнение окружающей среды. Кроме того, в результате экструзии происходят существенные изменения не только на клеточном уровне, но и сложные химические, микробиологические процессы [1].

Кроме того, отличительной особенностью экструзионных продуктов является то, что считанные секунды составляет продолжительность их технологической обработки от сырья до состояния готового продукта [2, 3]. При этом в готовом продукте практически сохраняется весь состав питательных веществ сырья. Использование в составе экспандированных зерновых продуктов местного плодово-ягодного сырья создает возможности получения в Республике Беларусь широкого ассортимента качественно новых пищевых продуктов.

В процессе исследований информации и состояния рынка экструдированных продуктов установлено, что в настоящее время в технологиях производства экспандированных продуктов такие традиционно выращиваемые в Беларуси злаковые культуры, как пшеница, рожь и тритикале, практически не используются. Отсутствует также информация об использовании пряно-ароматических растений и дикорастущего плодово-ягодного сырья при получении пищевых продуктов путем экструзионной обработки растительного сырья.

Цель данной работы – разработать рецептуры экспандированных продуктов на основе зернового и плодово-ягодного сырья, произрастающих в Республике Беларусь.

Основная часть

Материалы и методика исследований

Для исследований использованы плоды айвы продолговатой (*Cydonia oblonga* Mill), шиповника майского (*Rosa majalis* Herrm), ягоды черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), рябины обыкновенной (*Sorlus aucuparia* L.), клюквы (*Oxycoccus marocarpus*).

Плоды и ягоды использовали в виде сушеного измельченного порошка (в составе композиций). Для этого вымытые свежие (или замороженные) плоды клюквы крупноплодной высушивали в сушилках ленточного типа или других сушильных установках до массовой доли влаги не более 8%. Высушенные кусочки измельчали в порошок и просеивали на ситах с размером ячеек 0,4 x 0,4 – 0,6 x 0,6 мм. Проход через сита использовали как готовый компонент, верхний сход с сит направляли на повторное измельчение. Плоды рябины, шиповника и черники подвергали поочередно такой же обработке, исключая процесс резки.

Для разработки рецептур использовали также высушенные и измельченные растения пряно-ароматических растений: мяты, душицы, плоды кориандра, укропа, тмина, фенхеля, высушенные и измельченные. При разработке рецептур экспандированных продуктов (зерновые пухляки) использовали муку ржаную хлебопекарную [4], пшеничную [5], тритикалевую [6]. Для получения экспандированных продуктов готовили композиции, состоящие из плодово-ягодных, пряно-ароматических и сахаросодержащих компонентов. Плодово-ягодные компоненты вносили в количествах от 1,0 до 3%. Количество композиции устанавливали, исходя из критериев получения конечного продукта высокого качества, имеющего приятный вкус, цвет, аромат, сбалансированное восприятие зерновых и плодово-ягодных компонентов.

Аскорбиновую кислоту определяли по восстановлению 2,6-дихлорфенолиндофенола, фенольные соединения – методом Фолина-Чокальтеу [7].

Технологию производства новых экспандированных продуктов на основе разработанных рецептур

с продуктами переработки зерна, пряно-ароматического и плодово-ягодного сырья производили непосредственно в опытно-промышленных условиях РДУПП «Осиповичский хлебозавод» на промышленном экструдере КЭП. Разработка режимов основных технологических параметров получения экспандированных продуктов носила не лабораторный, а производственный характер и, как следствие, уже на этом этапе разработки технологии были учтены все технологические особенности используемых видов сырья применительно к конструктивным особенностям экструзионной установки.

В процессе исследований и разработки технологии отобраны все режимы производственных параметров и определены их оптимальные значения.

При разработке рецептур учитывали, на каком этапе производства, в каком виде и количестве вносить пряно-ароматическое сырье в состав экспандированных продуктов.

Конструктивные особенности и технические возможности экструдера КЭП позволяют вносить пряно-ароматическое сырье в состав готовых продуктов, как в виде сухих порошкообразных продуктов совместно с экструдированной мукой, так и в виде экстрактов, настоев, соков в составе дополнительно вносимой доувлажняющей жидкости. Более того, форма экспандированных зернопродуктов позволяет при незначительных дополнительных затратах равномерно нанести на поверхность готовых изделий пряно-ароматические и плодово-ягодные компоненты в виде посыпок. На основании оценки совместимости полученных порошков в смеси друг с другом, а также совместимости порошков и их смесей с сахаром и солью, а также сочетаемости отдельных порошков, порошково-сахарных смесей, порошково-соляных смесей с зерновыми экспандированными полуфабрикатами был изготовлен ряд посыпок для нанесения на поверхность зерновых экспандированных полуфабрикатов.

Статистическая обработка результатов проведена в пакете программ Statistica 6,0.

Результаты исследований

Исследования показали положительный эффект использования выбранного сырья в производстве экспандированных зерновых продуктов. В то же время отмечены некоторые отрицательные моменты. Так, ягоды рябины обыкновенной придают готовому изделию характерный и свойственный ей горьковатый вкусовой оттенок. В связи с этим уменьшили количественное содержание рябины, увеличили содержание сладкого компонента (сахарной пудры), а использование мяты совместно с рябиной придало изделию более выразительный цвет, вкус и аромат. Клюква придает продукту характерный кисловатый вкус, во избежание этого, подобрано оптимальное соотношение сахарной пудры и клюквенного порошка. Композиции, содержащие в своем составе айву

японскую и шиповник, содержат мельчайшие, но твердые частички, которые при дегустации дают несколько неприятные вкусовые ощущения. Кроме того, оказалось, что они не совсем выразительны по цвету. На данном этапе от этих компонентов пришлось отказаться, тем не менее, это дает импульс для дальнейших исследований.

Наилучшие результаты получены при работе с клюквой, рябиной, черникой. Оптимальное количество этих компонентов составило 1,8-3,0 % к массе готового продукта.

Оценка готовых экспандированных изделий показала, что всем образцам присущ вкус и аромат исходного зернового сырья, но, несомненно, яркую окраску, привкус и аромат придают используемые плодово-ягодные компоненты, к примеру – клюква дает выразительный розовый цвет, черника – черничный оттенок, рябина с мятой – естественный оттенок, сладкий вкус и приятный специфический привкус, свойственный рябине и мяте, а содержание в их составе значительного количества сахаров, которые представлены в виде глюкозы, фруктозы, сорбозы и др., витаминов, всевозможных органических кислот и биологически активных веществ делают изделия полезными.

Содержание фенольных соединений и аскорбиновой кислоты в плодах и ягодах показано в табл. 1 и 2.

Как видно из табл. 1, среди исследованных плодов и ягод самый высокий уровень фенольных соединений отмечается у айвы продолговатой и шиповника.

Содержание аскорбиновой кислоты среди исследуемых плодов и ягод самое высокое у шиповника и рябины (табл. 2).

Аскорбиновая кислота (витамин С) участвует в регулировании окислительно-восстановительных процессов обмена веществ, повышает сопротивляемость организма к инфекциям, нормализует проницаемость сосудов, оказывает детоксицирующее действие.

Полученные по разработанной авторами технологии готовые экспандированные продукты представляют собой фигурные изделия прямой или слегка изогнутой формы. Цвет – от бежевого до светло-коричневого, свойственный применяемому зерновому сырью, с вкраплениями частичек добавок, с приятными оттенками, вкусом и ароматом, которые придают соответствующие плодово-ягодные компоненты. Это изделия с высокой степенью пористости и нежно-хрустящей консистенцией. Массовая доля сухих веществ в них составляет 6,7 – 7,12%, массовая

доля общего сахара – не более 12 %, массовая доля жира 9 – 12 %.

Микробиологические показатели находятся в пределах допустимых норм: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 1 г продукта – 2,0x10 – 2,5x10, БГКП (кокиформы) в 1,0 г отсутствуют, патогенные микроорганизмы, в т.ч. Salmonella, в 25 г продукта отсутствуют, В. cereus в 0,1 г продукта отсутствуют.

Приведем 2 рецептуры состава экспандированных продуктов с посыпкой, %.

№ 1

Полуфабрикат экспандированного продукта	- 73,0
Масло растительное	- 12,0
Пудра сахарная	- 12,0
Рябина	- 1,8
Мята перечная	- 1,2

№ 2

Полуфабрикат экспандированного продукта	- 73,0
Масло растительное	- 12,0
Пудра сахарная	- 12,0
Клюква	- 3,0

Одним из определяющих качество готовых экспандированных продуктов являются процессы равномерного нанесения растительного масла и посыпок на поверхность полуфабриката.

Таблица 1. Содержание фенольных соединений в плодах и ягодах, мг%

Наименование образца	Влажность	Сумма фенольных веществ	Сумма катехинов и лейкоантоцинов	Флавонолы
Айва продолговатая (плоды)	11,2	5270,2	2882,8	3614,9
Черника обыкновенная	35,3	1530,0	189,0	1122,1
Клюква	13,0	336,0	185,0- 188,0	175,0- 178,0
Рябина обыкновенная	12,7	950,0	250,0-268,0	230,0- 520,0
Шиповник майский	13,0	2030,0	190,0-350,0	300,0- 800,0

Таблица 2. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах и ягодах, мг%

Наименование	Количество аскорбиновой кислоты, мг%
Айва продолговатая (плоды)	25,9-30,0 ± 0,25
Рябина обыкновенная (плоды)	150,0-200,0 ± 0,13
Шиповник (плоды)	2000-3000 ± 1,1
Клюква	19,3-31,0 ± 0,45
Черника	16,5-18,0 ± 0,23

Таблица 3. Физико-химические показатели экспандированных продуктов

№	Наименование образца	Влажность продукта	Сумма фенольных веществ, мг %	Сумма катехинов + лейкоантоцианов	Витамин С, мг%
1	Экспандированные продукты с рябиной (Пухнарики)	7,12	235,3	22,6	24,6
2	Экспандированные продукты с клюквой (Пухнарики)	6,8	134,1	41,5	19,2

В готовом продукте с рябиной в 1,75 раз больше фенольных веществ, чем в изделии с клюквой. В этом же продукте выше и содержание аскорбиновой кислоты (табл.3). Высокое содержание в изделиях фенольных соединений обеспечивает их антиоксидантные свойства.

Установлены сроки годности продуктов, которые составляют 6 месяцев со дня изготовления.

Таким образом, использование плодов и ягод в производстве экспандированных продуктов расширит ассортимент пищевых изделий в Республике Беларусь за счет местного плодово-ягодного, а также зернового сырья.

На разработанные продукты составлены и утверждены необходимые ТНПА (ТУ и ТИ) и они рекомендованы к производству.

Заключение

Использование местного плодово-ягодного сырья в производстве экспандированных зерновых продуктов улучшает их органолептические и обеспечивает антиоксидантные свойства. Наилучшие результаты были получены при работе с клюквой, рябиной, черникой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмалько, Н.А. Использование экструдированных продуктов в хлебопечении/ Н.А. Шмалько, А.В. Беликова, Ю.Ф. Рослякова //Фундаментальные исследования. – 2007. – №7. – С. 90-92.
2. Голтеяница, Л.Ф. Производство продуктов на основе экспандирования зерновых за рубежом/ Л.Ф. Голтеяница, П.Д. Фитнер. – М.: АгроНИТЭИП, 1987. – С.27.
3. Эйнгор, М.В. Физико-химические свойства продуктов экструдированных круп/ М.В. Эйнгор // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1987. – № 8. – С. 16-17.
4. Мука ржаная хлебопекарная: ГОСТ 7045-90.
5. Мука пшеничная. Технические условия: СТБ 1666-2006.
6. Мука хлебопекарная из зерна «Тритикале»: ТУ РБ 100390252.001.2000.
7. Методы биохимического исследования растений/ А.И. Ермаков [и др.]. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 128 с.

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

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

Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842. Стоимость подписки на второе полугодие 2011 года: для индивидуальных подписчиков - 35580 руб., ведомственная подписка - 69999 руб.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ХОДОВЫХ СИСТЕМ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

А.Н. Орда, докт. техн. наук, профессор, В.А. Шкляревич, ст. преподаватель (БГАТУ)

Аннотация

В статье обоснован вид напряженно-деформированного состояния почвы, определены величины и направления главных напряжений, совпадающие с направлениями главных осей деформаций в почве под воздействием ходовых систем почвообрабатывающих агрегатов.

The mode of deformation for soil condition is substantiated, the values and the directions of main voltages are determined, which are at a proper direction with the main deformation axes in the soil under the influence of soil-cultivating running systems.

Введение

При многолетней обработке в почве под воздействием ходовых систем и рабочих органов образуются различные по физико-механическим свойствам почвенные слои. Для описания взаимодействия ходовых систем почвообрабатывающих агрегатов с почвой вводится силовая характеристика, которая называется *напряжением*. Определение напряжений в почвенном массиве под воздействием ходовых систем имеет особое важное значение для оценки тягово-сцепных свойств почвообрабатывающих агрегатов, деформаций почвы и глубины колеи, а также выявления закономерностей изменения структурного состава почвы.

Основная часть

При движении почвообрабатывающего агрегата по поверхности поля деформации почвы под его движителем распространяются как в поперечном (рис. 1, а), так и в продольном направлениях (рис.1, б) по ходу движения агрегата.

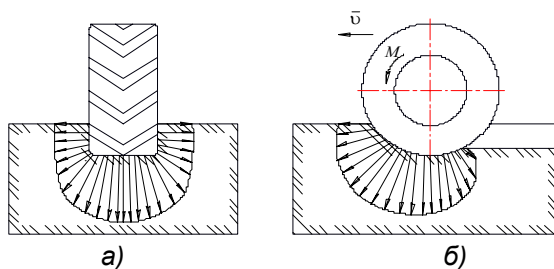


Рисунок 1. Схема распространения деформаций в почве под движителем почвообрабатывающего агрегата: в поперечной плоскости (а); в продольной плоскости (б) движителя

При воздействии движителя почвообрабатывающего агрегата на почву с увеличением нагрузки осадка почвы растет не только из-за ее уплотнения, но и в результате выдавливания частиц почвы из-под

движителя с образованием валов выпирания (рис. 2) [1]. Сжатие сопровождается образованием уплотненной зоны, имеющей форму конуса, основанием кото-

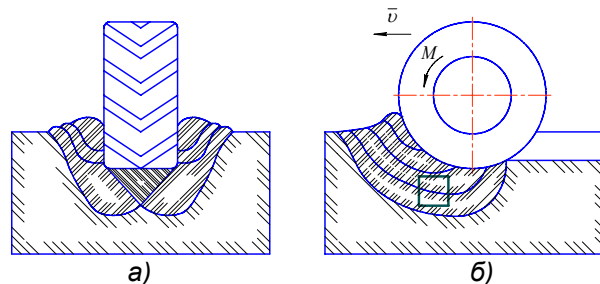
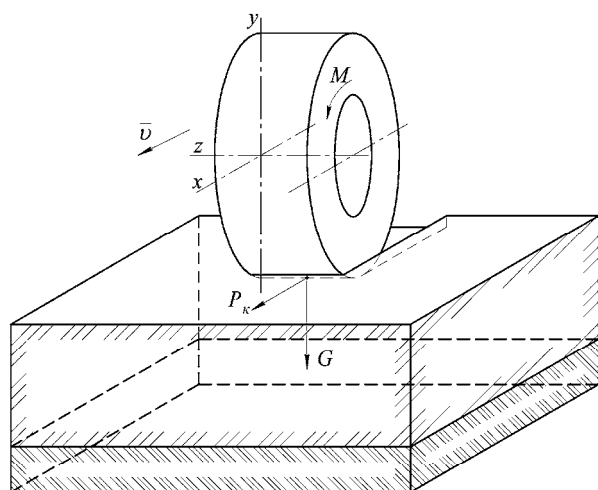


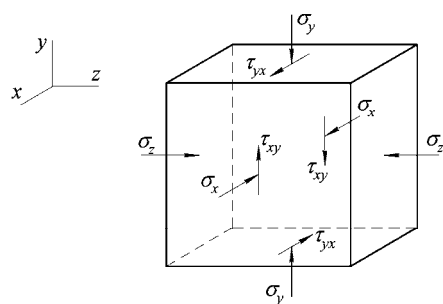
Рисунок 2. Схема образования уплотненной зоны в почве под движителем почвообрабатывающего агрегата

рого служит опорная поверхность движителя (рис. 2, а). С окончанием образования уплотненной зоны возникает устойчивое движение частиц почвы около движителя, сжимающее усилие при дальнейшем погружении его в почву практически не увеличивается значительно. Таким образом, при уплотнении почвы движителем почвообрабатывающего агрегата можно выделить зону уплотнения и зону сдвигов в плоскости, перпендикулярной скорости движения $\bar{v}$ почвообрабатывающего агрегата (рис. 2, а) и продольной вертикальной плоскости (рис. 2, б).

Рассмотрим деформацию почвы движителем почвообрабатывающего агрегата при его движении по поверхности поля со скоростью $\bar{v}$ (рис. 3, а) для случая рыхлого верхнего слоя почвы и плотного подстилающего основания (плужной подошвы). Выделим элементарный кубик в рыхлом верхнем слое почвы, расположенный под опорной поверхностью движителя и перед его осью вращения по ходу движения агрегата в зоне сдвигов почвы (рис. 3, б), для рассмотрения ее напряженного состояния. При движении движителя в ведущем (под действием момента



а)



б)

Рисунок 3. Схема взаимодействия движителя почвообрабатывающего агрегата с почвой (а) и напряженного состояния в почве под

М) и в особенности в ведомом режимах под действием распространения горизонтальных деформаций, направленных по ходу движения агрегата (рис. 1, б и 2, б), в почве возникают препятствующие им горизонтальные напряжения σ_x , которые действуют на площадках, параллельных плоскости yOz (рис. 3, б). Под действием вертикальной нагрузки G – с одной стороны и реакции плотного подстилающего основания на данную нагрузку – с другой стороны, на его горизонтальных площадках (плоскость xOz) действует напряжение σ_y . Напряжение σ_z , действующее на площадках xOy , обусловлено выдавливанием частиц почвы боковой поверхностью движителя (рис. 2, а). Так как указанные нормальные напряжения σ_x , σ_y и σ_z являются сжимающими (рис. 3, б), то по знаку они принимаются отрицательными [2, с. 75].

От действия касательной силы тяги P_k , развиваемой движителем, в горизонтальной плоскости на площадках xOz возникают касательные напряжения τ_{yx} , вызывающие сдвиг почвы (рис. 3, б). Согласно

закону парности касательных напряжений и знаку, принимаемому для касательных напряжений (по часовой стрелке – положительный, против часовой – отрицательный), если смотреть на рассматриваемый элементарный кубик почвы справа (рис. 3, б), между касательными напряжениями, действующими на взаимно перпендикулярных площадках xOz и yOz , существует следующая зависимость: $\tau_{yx} = -\tau_{xy}$ [2, с. 76].

Таким образом, в рассматриваемом случае почва под опорной поверхностью движителя находится в объемном напряженном состоянии.

В соответствии с общей теорией напряжений на три взаимно перпендикулярные главные площадки элементарного кубика почвы действуют главные напряжения: σ_1 , σ_2 , σ_3 , причем, $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$. При моделировании процесса взаимодействия движителя почвообрабатывающего агрегата с почвой важно знать не только величины, но и направления главных напряжений, потому что они совпадают с главными осями деформаций. Так как главными площадками называются те, на которых отсутствуют касательные напряжения, то в нашем случае (рис. 3, б) площадки элементарного кубика почвы, перпендикулярные оси z , являются главными, а сжимающие напряжения σ_z будут одними из главных напряжений.

Для определения величин двух оставшихся главных напряжений воспользуемся формулами для определения максимальных и минимальных нормальных напряжений, действующих на главных площадках элементарного кубика почвы [2, с. 85; ф. 2. 14, 2. 15]:

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}; \quad (1)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}. \quad (2)$$

Положение главных площадок, на которых действуют найденные главные напряжения σ_1 , σ_2 , σ_3 , найдем через угол α_{z1} , показывающий на какой угол необходимо повернуть исследуемый элементарный кубик почвы относительно его ребра, параллельного оси z (рис. 3, а). Из [2, с. 82; ф. 2. 8] известно, что

$$\operatorname{tg} 2\alpha_{z1} = -\frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}. \quad (3)$$

Так как тангенс представляет собой периодическую функцию с периодом π , то уравнению (3) удовлетворяют углы $\alpha_{z1n} = \alpha_{z1} + n\frac{\pi}{2}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$).

Подставляя значения n , получим

$$\alpha_{z10} = \alpha_{z1}; \quad \alpha_{z11} = \alpha_{z1} + 90^\circ;$$

$$\alpha_{z12} = \alpha_{z1} + 180^\circ \text{ и т. д.}$$

Если отложить углы $\alpha_{z l_0}$, $\alpha_{z l_1}$, $\alpha_{z l_2}$, $\alpha_{z l_n}$ относительно оси x , то есть повернуть элементарный кубик относительно его ребра, параллельного оси z , то определяются два взаимно перпендикулярных направления, образующих с плоскостью xOz углы $\alpha_{z l}$ и $\alpha_{z l} + 90^\circ$. Одно направление относится к σ_{max} , другое – к σ_{min} . На рис. 4 изобразим грань рассматриваемого элементарного кубика почвы, параллельную плоскости xOy и повернутую на угол $\alpha_{z l}$ относительно оси z на рис. 3, б.

В соответствии с правилом из теории напряженного состояния, максимальное, в нашем случае сжимающее, напряжение σ_{max} всегда располагается в тех двух четвертях, где касательные напряжения τ_{xy} и τ_{yx} сходятся стрелками, а направление минималь-

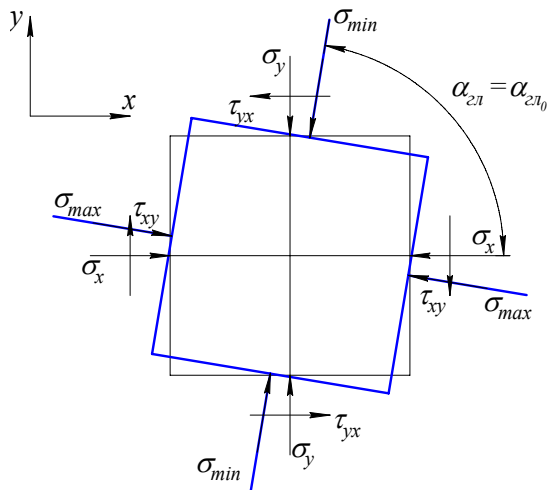


Рисунок 4. Схема к определению главных площадок элементарного кубика почвы под движителем

ного сжимающего напряжения σ_{min} будет в тех четвертях, где τ_{xy} и τ_{yx} расходятся стрелками (рис. 4).

Вычислив по зависимостям (1) и (2) значения σ_{max} , σ_{min} , и зная σ_z , присваиваем им индексы главных напряжений σ_1 , σ_2 , σ_3 с учетом знаков.

Так, при проведении экспериментальных исследований методом физического моделирования на базе почвенного канала [3] с помощью месдоз были установлены величины нормальных сжимающих напряжений в почве σ_x , σ_y и σ_z под колесом ($\sigma_x = 34$ кПа, $\sigma_y = 111$ кПа и $\sigma_z = 29$ кПа). Эксперимент проводился в следующих условиях: колесо 5.00 – 10.00, работающее в ведущем режиме, плотность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы $\rho = 1010$ кг/м³,

влажность почвы $W = 20$ %. Касательное напряжение сдвига почвы τ_{xy} найдем по следующей зависимости [4, с. 201-202]:

$$\tau_{xy} = \frac{P_k}{S_{on}} = \frac{\varphi_{сц} \cdot Q_{сц}}{S_{on}} = \frac{\varphi_{сц} \cdot \sigma_y \cdot S_{on}}{S_{on}} = \varphi_{сц} \cdot \sigma_y, \quad (4)$$

где P_k – касательная сила тяги, развиваемая движителем, Н;

S_{on} – площадь опорной поверхности движителя, м²;

$\varphi_{сц}$ – коэффициент сцепления движителя с почвой;

$Q_{сц}$ – сцепной вес (текущее значение нормальной нагрузки на движитель), Н.

Таким образом, подставив значение коэффициента $\varphi_{сц} = 0,5$ в зависимость (4), находим величину касательного напряжения сдвига почвы:

$$\tau_{xy} = 55,5 \text{ кПа.}$$

По зависимостям (1) и (2) определяем величины экстремальных напряжений:

$$\sigma_{max} = 140 \text{ кПа и } \sigma_{min} = 5 \text{ кПа.}$$

С учетом $\sigma_z = 29$ кПа окончательно получаем значения главных сжимающих напряжений:

$$\sigma_1 = 140 \text{ кПа, } \sigma_2 = 29 \text{ кПа, } \sigma_3 = 5 \text{ кПа.}$$

И в заключение, с помощью зависимости (3) определим положение главных площадок (направление главных осей деформаций – угол $\alpha_{z l}$) элементарного кубика почвы под исследуемым колесом: в данном случае $\alpha_{z l} = 27^\circ 36'$.

Заключение

При изучении процессов, протекающих в рыхлом верхнем слое почвы под воздействием ходовых систем почвообрабатывающих агрегатов, обоснован вид напряженно-деформированного состояния почвы, определены величины и направления главных напряжений, совпадающие с направлениями главных осей деформаций в почве, как в общем виде, так и на конкретном примере, при проведении экспериментальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Орда, А. Н. Оценка воздействия на почву ходовых систем и рабочих органов почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов / А. Н. Орда, Н. А. Гирейко, А. Б. Селеши // Агропанорама. – 2006. – № 6. – С. 6-9.
- Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов: учеб. / М. Д. Подскребко. – Минск: Выш. шк., 2007. – 797 с., ил.
- Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... д-ра техн. наук: 05. 20. 03 / А. Н. Орда. – Минск, 1997. – 269 с.
- Скотников, В. А. Проходимость машин / В. А. Скотников, А. В. Пономарев, А. В. Климанов. – Минск: Наука и техника, 1982. – 328 с., ил.

ОЦЕНКА ОБЪЁМОВ ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВА МОЛОКА В ХОЗЯЙСТВАХ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. Карабань, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

Ключевой проблемой для конкурентного функционирования молочного подкомплекса является заготовка сырья высокого качества в достаточном количестве. В статье проведён анализ и дана оценка состояния сырьевой базы молочных заводов за 2005-2009 гг. на примере сельскохозяйственных организаций Минской области.

The key problem for competitive functioning of a dairy subcomplex is the preparation of quality raw materials in sufficient quantity. In article the analysis is carried out and the estimation of a condition of a raw-material base for 2005-2009 on an example of the agricultural organisations of the Minsk area are given.

Введение

Состояние и уровень развития сырьевой базы молочных заводов в значительной степени определяют эффективность и стабильность работы молочной промышленности, т.к. удельный вес затрат на сырьё составляет 70-80% в общем объёме затрат молокозавода. Более полная загрузка молокоперерабатывающих предприятий качественным молоком-сырьём позволяет наращивать объёмы производства молочной продукции и расширять географию экспорта.

Основная часть

Темпы роста объема производства и реализации продукции, повышение ее качества непосредственно влияют на величину издержек, прибыль и рентабельность предприятия. Поэтому анализ данных показателей имеет большое значение.

Проанализируем динамику производства и реализации молока за 2005 – 2009 годы. Расчёт базисных и цепных индексов показывает, что за пять лет объём

производства молока в Минской области вырос на 27,2%, а объём реализации – на 35,7%. Тенденция роста объёмов производства и реализации молока за этот период наблюдается во всех районах. Значительное снижение произошло в Мядельском районе в 2007 году на 12,8% и в Крупском районе в 2009 году на 9,2 % по отношению к предыдущему году. Это было связано с уменьшением продуктивности коров на 527 и 480 кг соответственно.

Среднегодовой темп роста производства находится в диапазоне от 102,7% (Мядельский район) до 110,4% (Стародорожский район).

Самое большое количество молока в 2009 г. произведено в Слуцком районе – 130 781 т или 9,1% от общего количества, а наименьшее – в Березинском – 33 852 т или 2,4 % от общего количества.

За последние 4 года темпы роста реализации молока были выше темпов производства (рис. 1), что свидетельствует об увеличении товарности молока. Товарность молока за период с 2005 по 2009 год в Минской области выросла на 5,4 п. п. (рис. 2).

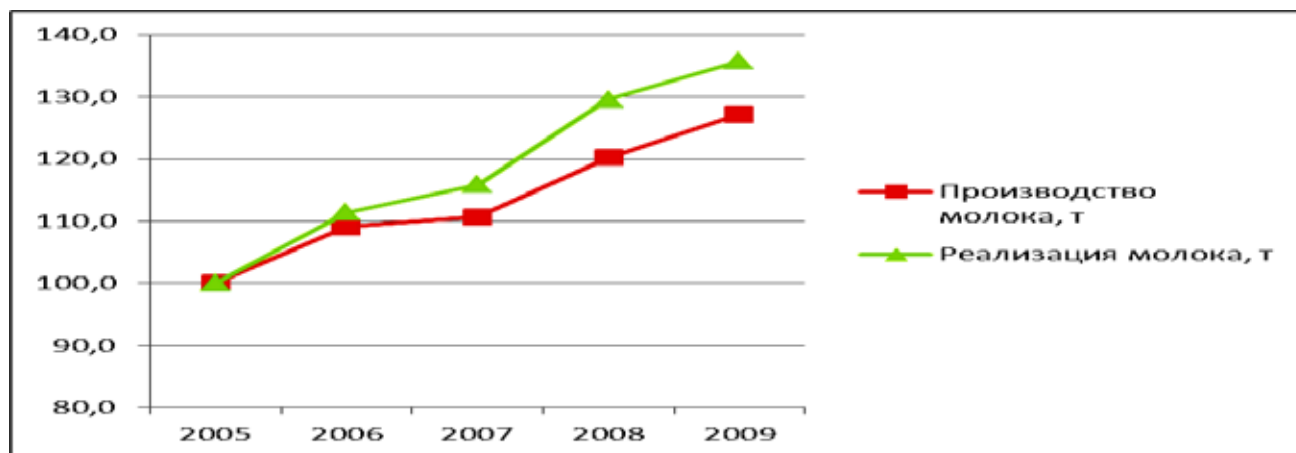


Рисунок 1. Динамика производства и реализации молока с 2005 по 2009 год

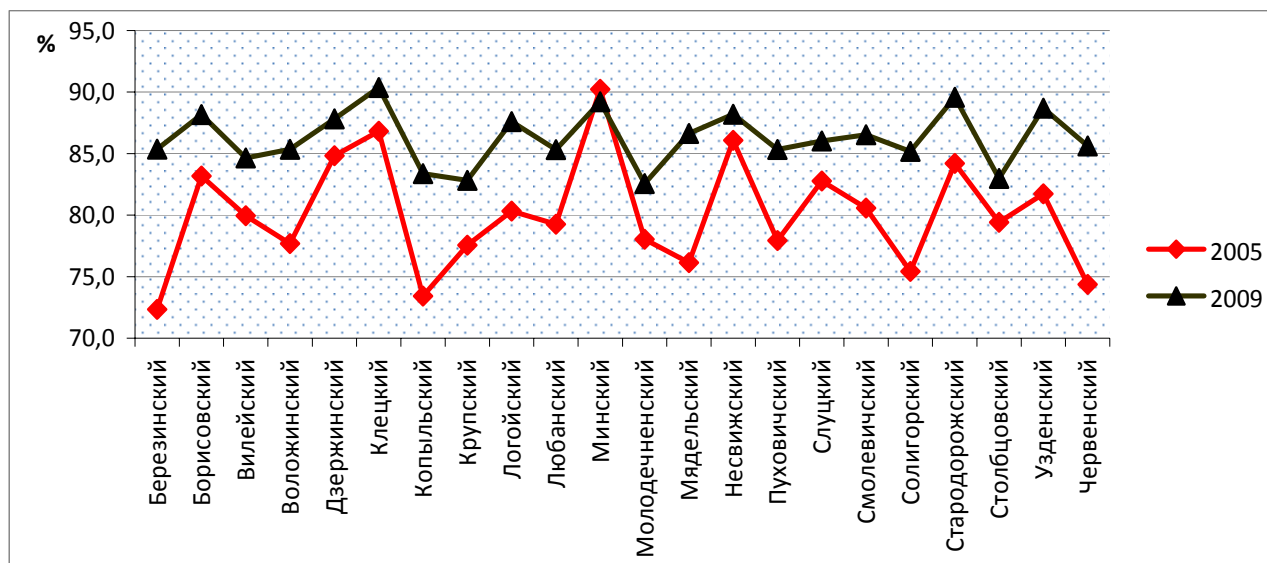


Рисунок 2. Изменение товарности молока в разрезе районов Минской области за 2005-2009 гг.

Таблица 1. Группировка хозяйств Минской области по объёму производства молока (2009)

Показатели	Группы по объёму производства молока						
	1	2	3	4	5	6	7
	до 2000	2001-3000	3001-4000	4001-5000	5001-6000	6001-7000	более 7000
Количество хозяйств в группе	35	67	63	35	30	23	24
Среднее значение производства молока, т	1501	2467	3473	4446	5468	6536	10236
Среднегодовое поголовье коров, голов	433	583	778	898	1005	1084	1612
Удой на 1 корову, кг	3758	4321	4678	5127	5606	6206	6342
Прямые затраты труда, чел.-час. на 1 ц	4,5	4,1	3,6	3,3	3,0	2,7	2,7
Материально-денежн. затраты на 1 голову, тыс. руб.	3006	3392	3449	3786	4112	4394	4550
Расход кормов на 1ц молока, ц к.ед.	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
Себестоимость 1 тонны молока, тыс. руб.	723,4	693,5	658,6	651,1	649,9	619,9	628,6
Выручка, млн. руб.	807,5	1379,3	2003,3	2580,5	3234,0	4009,7	6358,9
Средняя реализационная цена 1 тонны, тыс. руб.	605,9	633,9	644,6	649,8	666,3	682,7	683,4
Прибыль всего, млн. руб.	-155,2	-132,7	-62,4	-39,0	0,4	311,3	272,2
Прибыль в расчете на 1 голову, тыс. руб.	-279,6	-212,2	-40,5	-7,5	47,4	304,6	183,4
Рентабельность, %	-12,4	-7,3	-1,6	-0,3	1,2	10,1	5,2

Для оценки объёмов производства была проведена группировка 277 хозяйств (табл. 1). Выявлено, что увеличение валового надоя прямо пропорционально продуктивности (в 1 группе она ниже в 1,7 раза по сравнению с 7 группой) и обратно пропорционально расходу кормов и прямым затратам труда (в 1 группе они выше на 0,3 ц к. ед. и 1,8 чел.-час соответственно по сравнению с 7

группой). В хозяйствах 7 группы также увеличиваются материально-денежные затраты на содержание 1 коровы, что объясняется необходимостью лучшего содержания высокопродуктивных коров.

Порог эффективного производства молока сформировался на уровне среднегодового удоя на корову не менее 4500 кг в год. Данные табл. 1 показывают, что в хозяйствах, имеющих большую продуктивность, уро-

Таблица 2. Приращение объёма производства молока в зависимости от изменения факторов 1-го порядка от группы к группе

Показатели	Приращение между группами					
	Δ1-2	Δ2-3	Δ3-4	Δ4-5	Δ5-6	Δ6-7
Приращение производства молока за счёт поголовья, т	565	843	560	552	438	3278
Приращение производства молока за счёт продуктивности, т	244	209	349	430	603	147
Удельный вес приращения производства молока за счёт поголовья, %	70	80	62	56	42	96
Удельный вес приращения производства молока за счёт продуктивности, %	30	20	38	44	58	4

вень эффективности производства выше, и при рациональном использовании материально-денежных средств себестоимость продукции уменьшается.

Расчёт изменения объёма производства молока в зависимости от факторов 1-го порядка (поголовья и продуктивности) от группы к группе приведён в табл. 2.

Лучшие результаты были получены в хозяйствах 5 и 6 группы, т.к. прирост производства молока достигается в большей степени за счёт увеличения продуктивности по сравнению с другими группами. Следовательно, в этих группах финансовый результат имеет положительное значение.

В седьмой группе финансовый результат тоже положительный, но значительный прирост молока по сравнению с 6 группой был получен за счёт увеличения поголовья на 52%. Содержание коров обходится недёшево, поэтому прибыль в расчёте на 1 голову в 7 группе в 1,66 раза ниже, чем в 6 группе.

Проведенный анализ 271 хозяйства Минской области по изменению валового производства молока показал, что в 40 хозяйствах производство снизилось, в т.ч. в 10 хозяйствах за счёт снижения и продуктивности, и поголовья, в 7 – только за счёт уменьшения продуктивности. В 19 организациях небольшое увеличение поголовья одновременно со значительно снизившейся продуктивностью привело к уменьшению производства молока. Лишь в 4 хозяйствах получение меньшего количества молока было связано с уменьшением поголовья при увеличившейся продуктивности.

Повышение валового производства молока произошло в 18 организациях за счёт пополнения стада при снижающейся продуктивности. В 22 хозяйствах прирост объёма молока получен наращиванием продуктивности с одновременным снижением количества коров. 47 хозяйств добились увеличения валовой продукции только с помощью роста качественного показателя. Большая часть предприятий (62%) смогли нарастить производство одновременным повышением обоих факторов.

На основе эмпирического анализа в работе исследованы факторы, в наибольшей мере влияющие на объёмы производства молока: численность поголовья коров, их продуктивность, воспроизводственный процесс, расход кормов, производительность труда,

уровень специализации. Степень воздействия каждого из них на обобщающий результирующий показатель не однозначна. Количественная оценка влияния этих факторов на объём производства молока в хозяйствах Минской области дана с помощью уравнения регрессии, имеющего следующий вид:

$$y = -10,049 + 16,651 x_1 + 0,54 x_2 - 14,668 x_3 - 16,786 x_4,$$

где y – объём производства молока, тыс. т.;

x_1 – удой молока на 1 корову, т;

x_2 – уровень кормления, тыс. т к. ед.;

x_3 – материально-денежные затраты на 1 корову, млн. руб.;

x_4 – прямые затраты труда на 1 т молока, чел.час.

С помощью парных коэффициентов корреляции в исследовании выявлено, что на изменение объёмов производства молока наибольшее влияние оказывает уровень кормления ($r_{yx_2}=0,92$).

Так, при увеличении уровня кормления объём производства молока повысится на 0,54. Повышение продуктивности коров приведёт к увеличению количества молока на 16,651. Снижение материально-денежных затрат и затрат труда уменьшит объёмы производства на 14,668 и 16,786 соответственно.

Анализ свидетельствует о тесноте связей рассматриваемых показателей, множественный коэффициент корреляции – 0,958.

Коэффициент детерминации равен 0,917. Это означает, что 91,7% вариации результирующего признака связан с анализируемыми факторами, а со случайными и неучтенными в модели факторными признаками – только 8,3%. Следовательно, включенные в модель факторы достаточно полно отражают различия в материальных условиях производства.

Повышение конкурентоспособности молочного скотоводства связано со многими факторами, но одним из главных является улучшение качества производимой продукции, тем более, что требования современного потребителя к качеству молочных продуктов значительно возросли, а их производство требует высококачественного сырья. Для перерабатывающей промышленности экономический эффект от повышения качества молока и стабильности его компонентов состоит в снижении расхода сырья для получения товарной продукции и получении ее дополнительных объё-

мов, а для сельскохозяйственных производителей – в более высокой денежной выручке [3].

Основа качества молочных продуктов закладывается при его получении на ферме. Вместе с тем, из-за специфики производства молоко неизбежно получает некоторую бактериальную обсемененность. В молоке могут содержаться бактерии, дрожжи и плесневые грибки. Они попадают в молоко при доении из внешней среды. По европейским стандартам, показатель бактериальной обсемененности в сыром продукте не должен превышать 100 тыс. в 1 см³. В Беларуси, согласно новому ТР 2010/018/ВУ "Молоко и молочная продукция. Безопасность", для высшего сорта молока количество бактерий составляет до 300 тыс. в см³, а для сорта «Экстра» – 100 тыс. в 1 см³. Высокая бактериальная загрязненность приводит к ухудшению вкуса, снижению питательной ценности сырого молока и изготавливаемых из него продуктов, а также способствует значительному сокращению срока их хранения.

Еще одним важнейшим параметром в оценке качества молока и его пригодности для переработки является количество содержащихся в нем соматических клеток, которые по существу представляют собой клетки тела животного. По нормам европейских стандартов, допускается наличие не более 250 тыс. соматических клеток в 1 см³, а по белорусскому стандарту – до 300 тыс. в 1 см³ для сорта «Экстра» и до 500 тыс. в 1 см³ для высшего сорта молока. В Европейском союзе молоко с числом соматических клеток 400 тыс. в 1 см³ не принимается на молокозаводы.

При количестве соматических клеток 500 тыс. в 1 мл качество молока, из-за пониженного содержания в нем казеина, молочного сахара, кальция, магния и фосфора является недостаточным для получения высококачественных молочных продуктов после его переработки. Следовательно, количество соматических клеток в 1 см³ является одним из основных показателей качества молока.

В нашей стране качество молока оценивают по содержанию жира, кислотности, механической загрязненности. Учитываются его плотность и органолептические показатели. Производители молока тщательно следят за отсутствием в продукте пороков, возникающих по различным причинам: в результате неправильного кормления животных, хранения, транспортировки и прочее.

Конкурентоспособность молочной продукции в значительной степени зависит от количества и каче-

ства сырья, поставляемого сельскохозяйственными предприятиями.

При анализе изменения качества молока по показателю удельного веса высшего сорта в продаже молока четко прослеживаются 2 тенденции: увеличение продажи молока высшего сорта в период с 2005 по 2007 год и снижение этого показателя за 2008 и 2009 годы. В 2007 г. во всех районах Минской области производилось более 75% молока высшего сорта. В 2008 г. – лишь 12 районов достигли этого значения, а в 2009 – только 4 (рис. 3).

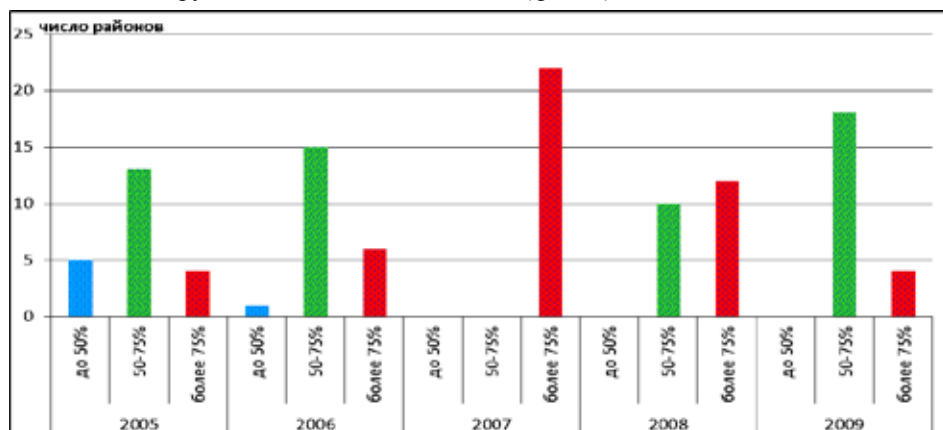


Рисунок 3. Удельный вес молока высшего сорта по Минской области

Это объясняется ужесточением требований к приёмке молока. Возврат молока в хозяйства происходит по причинам несоответствия кислотности и плотности требованиям ГОСТа и повышенному содержанию антибиотиков в молоке в 90 % случаев.

Следовательно, необходимо обеспечить быстрое охлаждение молока в сельскохозяйственных организациях до $4 \pm 2^{\circ}$, усилить контроль за применением антибиотиков.

Для изучения факторов, влияющих на качество молока, проведём группировку районов Минской области по показателю качества (табл. 3).

Требования, которые предъявляются к качеству молока, могут выполняться на МТФ современного типа, где содержится здоровое поголовье животных и созданы хорошие условия для кормления, ухода и доения. На таких фермах все процессы автоматизированы, что позволяет избегать контакта молока с внешней средой. Благодаря автоматизации снижаются затраты труда на 1 ц молока и увеличивается коэффициент качества. Исследование показало, что районы, которые тратят больше материально-денежных средств на 1 корову, получают большее количество молока лучшего качества. В хозяйствах, имеющих лучшую продуктивность, повышается коэффициент качества. Увеличению коэффициента качества от первой группы к третьей на 0,11 соответствует увеличение расхода кормов на 1 голову на 26%, что объясняется необходимостью большего кормления высокопродуктивных коров.

Таблица 3. Группировка районов Минской области по коэффициенту качества (2009 г.)

Показатели	Группы районов по коэффициенту качества молока			Итого в среднем
	менее 0,86	0,86-0,92	более 0,92	
Количество районов в группе	7	11	4	-
Коэффициент качества	0,83	0,89	0,94	0,89
Среднегодовой удой на 1 корову, кг	4501	4883	6336	5240
Произведено молока на 1 район, т	53454	64679	86877	68337
Расход кормов на 1 ц молока, ц. к. ед.	1,21	1,21	1,03	1,15
Затраты труда на 1 ц молока, чел-ч	3,8	3,4	2,6	3,3
Себестоимость 1 т молока, тыс. руб.	618	656	622	632
Средняя цена реализации 1 т молока, тыс. руб.	625	641	674	647
Жирность, %	3,57	3,67	3,71	3,65
Материально-денежные затраты на 1 голову, тыс. руб.	2719	3167	3908	3264,67
Расход кормов на 1 голову, ц к. ед.	57,17	61,45	72,37	63,66
Конкурентоспособность	0,66	0,63	1,42	0,90

Заключение

Увеличение производства молока высокого качества – существенный резерв сельхозорганизаций в экономическом развитии молочного скотоводства, которое обеспечивает товаропроизводителям поступление денежных средств ежедневно, а при обеспечении должной окупаемости затрат – получение прибыли [1].

Для повышения доходов молочно-товарной фермы от продажи молока есть два пути: наращивание объемов производства продукции за счет роста надоев и (или) повышение качества производимого молока. Разумеется, увеличение молочной продуктивности коров на основе более полной реализации их генетического потенциала всегда остается целевой функцией развития молочного скотоводства. Однако не менее действенно и повышение качества производимого молока. Если за 100% принять стоимость молока сорта «экстра», то при производстве молока высшего сорта теряется 10% выручки, первого – 17%, второго – 57%. Таким образом, недополученная годовая выручка для фермы, производящей в среднем 2,5 т молока первого сорта в сутки, по сравнению с производством молока высшего сорта, составляет 54,75 млн. руб., молока сорта «экстра» – 223,6 млн. руб. Кроме того, нет необходимости в постоянных затратах, характерных для первого пути, т. к. повышение надоев связано непосредственно с племенной работой, балан-

сированием рационов, применением большего количества дорогостоящих кормовых концентратов.

Главное сейчас для сельских товаропроизводителей – это стимулирующие производство цены на продукцию, а не дотации и льготы. Имея выгодные цены, предприятия не только будут заинтересованы в расширенном воспроизводстве, но и смогут самостоятельно приобретать все необходимые для производства материально-технические ресурсы, формировать прибыль для крупных и перспективных инвестиций.

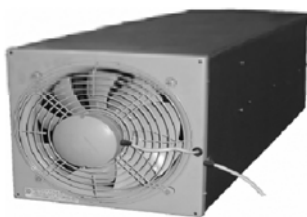
Вопросам качества, по мнению автора, не уделяется должного внимания во многих сельскохозяйственных организациях Минской области. В ряде районов доля молока высшего сорта, поступившего на перерабатывающие предприятия, остается низкой.

Низкий уровень качества наносит ущерб экономике и напрямую влияет на уровень жизни населения. Это объясняется тем, что в случае изготовления некачественной продукции, она возвращается в хозяйства. Это влечёт за собой дополнительные затраты, которые включаются в себестоимость продукции, что приводит к ее удорожанию и снижению конкурентоспособности и, как следствие, к потере рынков сбыта, сокращению объемов производства, потере рабочих мест.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбатовский, А.В. Оценка конкурентоспособности и резервов её повышения в молочном и мясном скотоводстве сельскохозяйственных организаций Беларуси / А.В. Горбатовский, А.П. Святогор // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 64-70.
2. Дымар, О.В. Производство молока: экономика и энергосбережение / О.В. Дымар // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 58-62.
3. Китиков, В.О. Качество продукции животноводства и факторы повышения экспортного потенциала молочной промышленности [Текст] / В. О. Китиков, Т. А. Савельева, М. Л. Климова // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 2. – С. 26-31.

Установка для очистки и обеззараживания воздуха БСУ-900



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

Производительность составляет 900 м³/ч.

Автор: Николаенков А.И., доктор сельскохозяйственных наук, доцент

РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВИРОВАННОГО ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ В БЕЛАРУСИ

Е.С. Пашкова, аспирантка

Аннотация

В статье рассматривается ситуация на рынке детского питания. Проведен анализ производства продукции детского питания за 2007-2010 гг. Представлены и проанализированы данные о внешней торговле питания для детей в 2010 году. Сделаны выводы и внесены предложения по достижению наибольшей эффективности от деятельности предприятий-производителей детского питания.

The market situation for baby food is described in the article. The analysis of baby food production in 2007-2010 is carried out. The foreign trade records of baby food in 2010 are presented and analyzed. Conclusions are drawn and proposals for the achievement of greater producer efficiency are made.

Введение

Стратегическая цель развития агропромышленного комплекса – достижение и поддержание продовольственной безопасности страны. Это означает, что совокупные потребности в пищевой продукции должны обеспечиваться в основном за счет собственного производства. В полной мере такой подход должен быть реализован и для детского питания.

В Республике Беларусь имеется позитивная тенденция обеспечения сбалансированного спроса и предложения на внутреннем рынке сырья и продовольствия, в основном за счет собственного производства [1]. Однако следует отметить, что производители детского питания не в полной мере представляют, какой объем выпуска продукции будет оптимален (весь спрос удовлетворен, вся продукция реализовывается). Рассмотрим объемы выпуска и внешней торговли детским питанием.

Основная часть

Основными производителями консервированного детского питания в Республике Беларусь являются ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат», РУП «Витебский плодоовощной комбинат», ОАО «Гамма вкуса» (Клецкий консервный завод), ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат». ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат» специализируется на производстве консервов для детского питания на мясной, мясорастительной или рыбораствительной основе. ОАО «Гамма вкуса» также стало осваивать мясорастительные и рыбораствительные консервы, однако основная продукция для детского питания этого предприятия – плодоовощные консервы. Остальные предприятия вырабатывают только детское питание для детей раннего возраста на плодоовощной основе.

Рассмотрим табл. 1, которая отражает производство детского консервированного питания.

Таблица 1. Производство детского консервированного питания в 2007-2010 гг.

Наименование предприятия	Наименование продукции	Произведено продукции, туб				Темп роста, %		
		2007 г	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2008 г к 2007 г	2009 г к 2008 г.	2010 г к 2009 г
РУП «Витебский плодоовощной комбинат»	Консервы плодово-овощные	750	1631	2445	3496	217,87	149,63	142,99
ОАО «Гамма вкуса»	Консервы плодово-овощные	4117	6686	6728	9344	162,40	100,63	138,88
ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат»	Консервы плодово-овощные	4251	6746	7529	9294	158,69	111,61	123,44
ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат»	Консервы мясные, мясорастительные, рыбораствительные в т.ч.	3180	5170	5620	6931,6	162,58	108,70	123,34
	мясорастительные консервы	310	220	120	460,2	70,97	54,55	383,50
	рыбораствительные консервы	110	70	40	396,3	63,64	57,14	990,75

Из данных табл. 1 видно, что все предприятия наращивают производство своей продукции для детского питания за исследуемый период. Среди предприятий, выпускающих плодоовощные консервы, наибольший рост в абсолютном выражении за анализируемый период наблюдается у ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат» (увеличение производства на 2495 туб в 2008 г. по сравнению с 2007 г., на 783 туб в 2009 г. по сравнению с 2008 г. и на 1051 туб в 2010 г. по сравнению с 2009 г.). ОАО «Гамма вкуса» также значительно наращивает производство, однако не столь уверенно. Это предприятие в 2008 г. выпустило на 2569 туб больше, чем в 2007 г., а вот в 2009 г. превышение уровня 2008 г. составило только 42 туб. В 2010 г. превышение уровня производства 2009 г. составило 2616 туб. Отметим также, что доля мясорастительных и рыботорастительных консервов для детей (в общем объеме выпуска продукции для детского питания), вырабатываемых ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат», ничтожно мала и до 2010 г. уменьшалась: 9,75 % – для мясорастительных и 3,46 % – для рыботорастительных консервов в 2007 г., в 2008 г. – уже 4,26 % для мясорастительных и 1,35 % для рыботорастительных консервов, а в 2009 г. – уже всего 2,14 % мясорастительных и 0,71 % рыботорастительных консервов. В 2010 г. указанное соотношение для мясорастительных консервов составило 6,64 %, а для рыботорастительных – 5,72 %. Таким образом, производство указанных консервов с каждым годом сокращалось и только в 2010 г. наметились значительные улучшения, как в абсолютном, так и в относительном выражении, что наглядно отражено в табл. 1. Естественно, что такой продукции не хватает для белорусских малышей, и эту нишу рынка заняли импортеры Российской Федерации, Польши, Чехии.

Наибольший же рост производства в относительном выражении зафиксирован у РУП «Витебский плодоовощной комбинат», где темп роста производства продукции в 2008 г. составил 217,87 %, в 2009 г. – 146,63 %, в 2010 г. – 142,99 %. Что касается остальных предприятий, осуществляющих выпуск плодоовощных, мясных, мясорастительных и рыботорастительных консервов для детского питания, то темпы роста их производства колеблются в 2008 г. в рамках 158-162 %, в 2009 г. – в рамках 100-111 %, в 2010 г. – 123-139 %. Из данных табл. 1 можно сделать вывод, что у каждого предприятия наибольший подъем в увеличении производства зафиксирован в 2008 г.

Из табл. 1 видно, что своеобразным лидером по объему производства в тройке предприятий, вырабатывающих плодоовощные консервы, выступает ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат».

Любое предприятие желает поставлять свою продукцию не только на отечественный рынок, но и предлагать ее иностранным потребителям. Предприятия стараются сделать свою продукцию импортозамещающей. Рассмотрим сальдо внешнеторгового оборота детского питания в 2010 г. (табл. 2).

Как видно из данных табл. 2, сальдо внешнеторговой деятельности по всем продуктам (кроме сальдо внешней торговли мясными консервами в 2009 г.) является отрицательным. Только мясные консервы в 2009 г. экспортировались в большем количестве, чем импорти-

ровались. По остальным продуктам сальдо внешнеторгового оборота – отрицательное. В 2010 г. сальдо торгового оборота внешней торговли по всем продуктам для детского питания было отрицательным. Также следует особо отметить, что экспорт плодоовощных консервов мал, в то время как их импорт значителен. По данной позиции прослеживается наибольшее отрицательное сальдо внешнеторгового оборота.

Рассмотрев производственные возможности исследуемых предприятий и данные о внешней торговле детским питанием, обратим внимание и на степень покрытия потребностей детского населения Республики Беларусь в детском питании. Для этого необходимо рассчитать емкость рынка детского питания Республики Беларусь. Для ее определения необходимо знать годовую потребность детей различного возраста в плодово-ягодных, овощных, плодоовощных, мясных, мясорастительных, рыботорастительных консервах. Казалось бы, такой информацией должна располагать организация, которая как раз и разрабатывает нормы потребления продуктов питания (Министерство здравоохранения Республики Беларусь и его службы, в т.ч. Республиканский научно-практический центр гигиены и эпидемиологии). Однако неоднократные попытки автора найти эту информацию у вышеуказанных организаций не имели успеха. Этих данных там просто не имеется, их никто не рассчитывал. Автору было предложено самостоятельно сделать такие расчеты, используя информацию педиатрических сборников и рекомендации по прикорму детей, изложенные в нормативно-правовых актах по промышленному изготовлению исследуемой консервированной продукции для детей. Обратившись к указанным источникам, автору стала доступна информация о нормах прикорма детей до года, однако потребности детей в возрасте от 1 года до 3 лет остались не полностью выясненными. А это как раз и есть основные потребители детского консервированного питания. В соответствии с рекомендациями нормативно-технических документов по производству консервированного детского питания, дети в возрасте 1-3 года могут в течение суток употребить одну упаковку (баночка 190 г) продукции. Однако, с учетом того, что ассортимент детского питания представлен плодово-ягодными, овощными, плодоовощными, мясными, мясорастительными и рыботорастительными консервами, следует ли понимать, что ребенок может (или должен) в течение суток употребить всю эту продукцию по баночке? Это обстоятельство весьма существенно влияет на расчеты потребности детей в питании. Наверное, только специалисты-медики способны ответить на поставленный вопрос, но ответа на сегодняшний день не имеется. Их рекомендации ограничиваются указанием норм потребления основных питательных компонентов пищи (белков, углеводов, жиров и биологически активных веществ). Учитывая все вышеизложенное, в табл. 3 представлены только приблизительные данные о емкости белорусского рынка детского питания, рассчитанные исходя из данных о количестве детей в Республике Беларусь на 1.01.2009 г. и 1.01.2010 г.

Таблица 2. Импорт и экспорт детского питания в 2010 г.

Наименование продукции	Код ТН ВЭВ	Ед. изм.	Импорт				Экспорт				Сальдо	
			2009 г.		2010 г.		2009 г.		2010 г.		2009 г.	2010 г.
			кол- во	тыс. долл. США	кол- во	тыс. долл. США	кол- во	тыс. долл. США	кол- во	тыс. долл. США	тыс. долл. США	
Мясные консервы	1602100010 Готовые или консервированные продукты из мяса, мясных субпродуктов или крови прочие для детского питания	тонн	35,40	354,70	52,10	506,70	102,00	555,60	73,90	395,30	200,9	-111,4
Мясо-, рыба-, рыбопродукты консервы	2104200010 Гомогенизированные составные готовые пищевые продукты для детского питания.	тонн	235,30	1198,20	293,50	1505,50	3,90	15,20	3,80	17,80	-1183,00	-1487,70
<u>Итого консервы на мясной и рыбной основах</u>		тонн	270,70	1552,90	345,60	2012,20	105,90	570,80	77,70	413,10	-982,10	-1599,10
		туб	773,40		987,40		302,60		222,00			
Овощные и плодовые консервы	2005100010 Овощи прочие, приготовленные или консервированные, без добавления уксуса или уксусной кислоты, незамороженные (кроме овощей, фруктов, орехов, кожуры плодов и других частей растений, консервированных с помощью сахара (пропитанных сахарным сиропом, глазированных или засахаренных)) для детского питания.	тонн	91,60	528,20	163,50	835,70	0,10	0,30	38,10	20,40	-527,90	-815,30
	2007101010 (джемы, желе фруктовое, мармелад, пюре фруктовое или ореховое, паста фруктовая или ореховая, полученные путем тепловой обработки, в том числе с добавлением сахара или других подслащающих веществ) гомогенизированные готовые продукты для детского питания.	тонн	23,70	80,70	41,00	143,60	0,00	0,00	0,10	0,10	-80,70	-143,50
	2007109110 (-//-) гомогенизированные готовые продукты из тропических плодов для детского питания.	тонн	25,10	140,00	5,00	28,40	0,00	0,00	0,00	0,00	-140,00	-28,40
	2007109910 (-//-) прочие гомогенизированные готовые продукты для детского питания.	тонн	588,10	1621,20	774,00	2294,20	70,80	132,10	148,90	245,70	1489,10	2048,50
<u>Итого плодово-овощные консервы</u>		тонн	728,50	2370,10	983,50	3301,90	70,90	132,40	187,10	266,20	-2237,70	-3035,70
		туб	1821,30		2458,80		177,30		467,80			

**Таблица 3. Примерная емкость
белорусского рынка детского питания**

	2009 г.	2010 г.
Соки фруктовые, овощные, муб	21,16	22,23
Пюре фруктовые, муб	20,75	21,82
Пюре овощные, муб	14,15	14,61
Консервы мясные, муб	5,89	6,10
Консервы рыбные, муб	4,52	4,68

При этом организации торговли в 2010 г. заказали 5,0 муб мясных консервов и 15,0 муб плодовоовощных консервов отечественного производства. Соответственно, 1,1 муб мясных консервов (18,03% от рассчитанной потребности) и (если брать в расчет только пюре овощное и пюре фруктовое) 21,43 муб (58,83 % от потребности) – спрос, который не покрыт торговыми организациями при расчетах загрузки торговых площадей.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что в 2010 г. ОАО «Оршанский мясоконсервный комбинат» выпустило 6,54 муб мясных и мясорастительных детских консервов (только мясных консервов – 6,07 муб), что полностью удовлетворяет потребность белорусских детей в соответствующей продукции. Предприятия, выпускающие плодовоовощные консервы для детского питания, изготовили в 2010 г. 22,13 муб соответствующей продукции, что удовлетворяет потребность детей на 60,7%, тогда как наиболее оптимальным считается покрытие более 80% потребности.

Заключение

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что отечественные предприятия

способны произвести детское питание в достаточном количестве. Для достижения наибольшей эффективности деятельности предприятий-производителей детского питания необходимо:

1. Особое внимание уделить проблеме определения нормы потребления детского питания: возможно, предприятию-производителю следует самостоятельно определить их, введя в штат работников соответствующего специалиста, который будет компетентен в этом вопросе.

2. Выяснив емкость рынка детского питания Республики Беларусь, производителям следует соразмерно увеличить объемы выпуска своей продукции.

3. Выпускаемая белорусскими предприятиями продукция для детского питания должна предлагать широкий ассортимент на выбор, отвечать требованиям потребителей и удовлетворять все их потребности. Для этого предприятиям-производителям необходимо самим произвести исследование потребности, или заказать его у сторонней организации. Тогда выпускаемая продукция для детского питания будет пользоваться спросом у белорусских потребителей и станет конкурентоспособной на зарубежных рынках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусаков, В.Г. Состояние и направление укрепления продовольственной безопасности Беларуси / В.Г. Гусаков // Вести Национальной академии наук Беларуси: серия аграрных наук, 2009. – №2. – С.5-10.

УДК 331.46:631 158

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.04.2011

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ОХРАНЕ ТРУДА

Л.В. Мисун, докт. техн. наук, профессор, А.Н. Леонов, докт. техн. наук, профессор, А.Н. Макара, аспирантка (БГАТУ)

Аннотация

Проанализировано состояние и причины травматизма в АПК Республики Беларусь. Разработана математическая модель обучающей системы подготовки (переподготовки) кадров по охране труда.

The condition and the reasons of traumatism in AIC of the Republic of Belarus are analysed. The mathematical model of a labour safety training system to be used while teaching the employees is developed.

Введение

Обеспечение безопасности труда в агропромышленном комплексе Республики Беларусь основано на строгом соблюдении требований и норм, которые зафиксированы в законах, правилах, инструкциях и

других правовых документах. Результатом обеспечения безопасности является достижение максимальной защищенности работника от влияния вредных и опасных факторов производства.

Объективными предпосылками травматизма и несчастных случаев на производстве является неиз-

бежное взаимодействие человека с высокопроизводительным оборудованием, эксплуатирующимся при больших силовых нагрузках, давлениях, высоких скоростях и температурах, высоком уровне шума, вибрации, радиации, повышенном уровне пыли.

Факторы, которые приводят к травматизму, можно разделить на 2 группы:

1) факторы, приводящие к аварийному выходу из строя работающих машин и оборудования (скрытый брак в изготовлении узлов и деталей, незапланированный повышенный их износ, нарушение условий эксплуатации);

2) человеческий фактор, связанный с усталостью, потерей внимания, снижением реакции в процессе трудовой деятельности. При этом следует отметить, что приоритетность факторов в системе «человек – машина» требует дальнейшего исследования.

В связи с этим развитие прикладной науки – охрана труда – является актуальной научно-технической задачей, имеющей важное народно-хозяйственное значение. В данной работе рассматривается лишь небольшой аспект охраны труда, связанный с человеческим фактором.

Большинство несчастных случаев на объектах АПК, особенно с тяжелыми последствиями, обусловлены недостаточными знаниями работников безопасным приемам труда. Существующие ныне подходы для обучения специалистов по обеспечению безопасности труда, повышения уровня профессиональной компетенции инженеров нуждаются в их совершенствовании. В первую очередь это связано с тем, что не в полной мере изучена система подготовки профессиональных кадров для АПК и недостаточно обоснованы педагогические условия повышения уровня их подготовки (переподготовки).

Основная часть

Производственные процессы, имеющие потенциальную опасность для человека в процессе трудовой деятельности, зарождаются и происходят на рабочих местах. Общеизвестно, что абсолютно безопасных производств не существует, всегда присутствует определенный риск травмирования, вероятность которого существенно увеличивается из-за неправильных (опасных) действий работника [1].

Статистический анализ причин производственного травматизма в АПК Республики Беларусь за последние 6 лет показал, что из-за недостатков в обучении по охране труда в среднем за год на производстве происходит 23 несчастных случая с тяжелым исходом, что составляет $\approx 25\%$ от общего числа несчастных случаев [2]. Бывают случаи, когда работник допускается к работе без обучения его даже начальным представлениям о безопасных приемах работы. Если к тому же ограниченность знаний дополняется еще и самоуверенностью в своих действиях, то вероятность создания опасных ситуаций с травматическими последствиями значительно

повышается. Большое число несчастных случаев плохо обученных работников связаны с запуском двигателя трактора на включенной передаче, эксплуатацией машин и оборудования сельскохозяйственных агрегатов без ограждений травмоопасных участков (цепные, ременные, зубчатые, карданные передачи), проведением ремонтных работ без предупредительной информации, превышением скорости движения мобильных агрегатов. Результатом нарушений правил по охране труда является наезд и опрокидывание технических средств, захват одежды вращающимися деталями, самовозгорание машин и другие нештатные ситуации.

Анализ травматизма за период 2004-2010 гг. вследствие недостаточных знаний по охране труда в различных отраслях сельскохозяйственного производства показал, что наиболее неблагоприятна процедура допуска к работе без надлежащего обучения в растениеводстве. В целом, на эту отрасль производства приходится $\approx 25\%$ всех несчастных случаев в АПК с тяжелым и $\approx 30\%$ со смертельным исходом, что в 2 раза выше, чем на строительстве объектов АПК, в 1.3 раза больше, чем при ремонте, техническом обслуживании и постановке сельскохозяйственной техники на хранение, и на 14 % больше, чем в животноводстве.

Приведенная статистика несчастных случаев относится к следующим профессиям: в растениеводстве (тракторист-машинист, механизатор, комбайнер, рабочий-полевод); в животноводстве (доярка, скотник, пастух, зоотехник); ремонтные работы, техническое обслуживание и постановка техники на хранение (слесарь, станочник, токарь); строительство в АПК (маляр, каменщик, строитель).

Низкий уровень знаний безопасных приемов труда наблюдается у работников при эксплуатации технических средств. Число несчастных случаев по этой причине составляет $\approx 24\%$ от общего числа. Между уровнем обучения охране труда и показателями производственного травматизма существует жесткая корреляция. Травматизм работников количественно возрастает при снижении уровня знаний по охране труда. К негативным факторам относится также тот факт, что должность инженера по охране труда на сельскохозяйственных предприятиях занимают люди самой различной профессии и уровня подготовки. С высшим образованием работает 55 – 60 %, остальные инженеры по охране труда имеют среднее специальное образование, преимущественно агрономического, зооветеринарного и технического профиля.

Одним из путей повышения безопасности производства является совершенствование процесса обучения охране труда всех работников сельскохозяйственного предприятия, так как даже при хороших знаниях всего коллектива, наличие даже одного или двух неподготовленных работников – с большой вероятностью может привести к несчастному случаю. Поэтому для оценки профессионализма инженера по охране труда в производственных условиях не должен приме-

няться критерий «знает плохо», или, тем более, «не знает». Преподаватель, осуществляющий подготовку (переподготовку) кадров по охране труда, должен убедиться в том, что комплекс нормативно-правовых документов по охране труда усвоен на хорошем уровне и получены надлежащие практические навыки.

Для реализации эффективной системы подготовки (переподготовки) кадров необходимы не только высокие профессиональные знания и методики обучения по охране труда, но и знания в области педагогики и психологии. Критерием подготовки (переподготовки) кадров должна стать «эффективность усвоения слушателями учебного материала», количественно определяемая как доля числа слушателей, которые «знают хорошо» (оценки 10 и 9) и «знают» (оценки 8 и 7) учебный материал, к общему числу обучаемых [3-4].

Одной из важнейших задач предлагаемой структуры подготовки (переподготовки) работников АПК по охране труда является нахождение оптимальной совокупности факторов, позволяющей добиться высоких результатов при обучении. Большое число факторов различной природы, влияющих на эффективность подготовки (переподготовки) по охране труда, делает целесообразным постановку отсеивающих экспериментов. Отсеивающие эксперименты позволяют выявить существенные факторы, влияющие на эффективность подготовки (переподготовки) кадров по охране труда. В табл. 1 приведены факторы, которые, с

нашей точки зрения, существенно влияют на эффективность усвоения слушателями учебного материала (параметр Y определяется по 10-ти бальной системе).

Для постановки отсеивающего эксперимента был взят план полного факторного эксперимента типа 2^3 с количеством опытов $N = 8$ и числом дублей в каждом опыте $n = 3$. В результате обработки данных методами математической статистики [5] получено следующее уравнение регрессии:

$$Y = 7.45 + 1.04 \cdot X_1 + 0.38 \cdot X_2 + 0.29 \cdot X_3. \quad (1)$$

Анализ результатов отсеивающего эксперимента позволяет сделать следующие выводы:

– по степени значимости на изучаемый параметр Y линейные регрессионные коэффициенты в выбранном интервале варьирования располагаются следующим образом:

$$X_1 = 1.04 > X_2 = 0.38 > X_3 = 0.29;$$

– наихудший результат $Y_{min} = 5.8 \pm 0.5$ ожидается у слушателей с «неинженерным» базовым образованием (агроном, экономист, юрист) ($X_1 = -1$), стаж работы которых в должности инженера по охране труда менее 5 лет ($X_2 = -1$), а возраст – 22-29 лет ($X_3 = -1$);

– наилучший результат $Y_{max} = 9.2 \pm 0.5$ ожидается у слушателей с «инженерным» базовым образованием (инженер – механик) ($X_1 = +1$), стаж работы которых в должности инженера по охране труда более 5 лет ($X_2 = +1$), а возраст – 30-45 лет ($X_3 = +1$).

Ожидаемые оценки знаний слушателей в зависимости от базовой специальности, стажа работы и его возраста приведены в табл. 2.

Таким образом, на первом этапе исследований определены оптимальные профессиональные и личностные параметры «идеальных» слушателей, обладающих высокой способностью к усвоению теоретических и практических знаний по охране труда. Определяющим качеством слушателей является инженерное базовое образование. Это связано с тем, что глубокое понимание принципа работы машин и механизмов позволяет инженеру по охране труда проводить эффективные трудовоохранные мероприятия. Личный опыт инженера по охране труда, определяемый в первую очередь общим стажем работы и стажем работы в должности инженера по охране труда, также спо-

Таблица 1. Натуральные и нормированные значения факторов учебного процесса обучения слушателей по охране труда

Наименование факторов	Нормированные значения факторов, X_r $r = 1, 2, 3$	
	$X_r = +1$	$X_r = -1$
	Натуральные значения факторов, x_r	
Базовая квалификация слушателя	инженерная квалификация (инженер – механик)	неинженерная квалификация (агроном, экономист, юрист)
Стаж работы слушателя в должности инженера по охране труда, лет	более 5	менее 5
Возраст слушателя, лет	30 – 45	22 – 29

Таблица 2. Ожидаемые оценки знаний слушателей по охране труда

Факторы			Ожидаемая оценка	Средняя оценка
инженер-механик	стаж в должности инженера по охране труда более 5 лет	возраст 30 – 45 лет	9.2 ± 0.5	8.5 ± 0.5
		возраст 22 – 29 лет	8.6 ± 0.5	
	стаж в должности инженера по охране труда менее 5 лет	возраст 30 – 45 лет	8.4 ± 0.5	
		возраст 22 – 29 лет	7.8 ± 0.5	
агроном, экономист, юрист	стаж в должности инженера по охране труда более 5 лет	возраст 30 – 45 лет	7.1 ± 0.5	6.4 ± 0.5
		возраст 22 – 29 лет	6.5 ± 0.5	
	стаж в должности инженера по охране труда менее 5 лет	возраст 30 – 45 лет	6.3 ± 0.5	
		возраст 22 – 29 лет	5.8 ± 0.5	

способствует получению хороших знаний в процессе подготовки (переподготовки) и эффективной работе на производстве.

На втором этапе исследований была поставлена задача – создать математическую модель, которая позволит управлять и оптимизировать процесс подготовки (переподготовки) кадров по охране труда. Предварительные исследования позволили выявить наиболее существенные факторы, влияющие на качество обучения (рис. 1), а также установить уровни и интервалы их

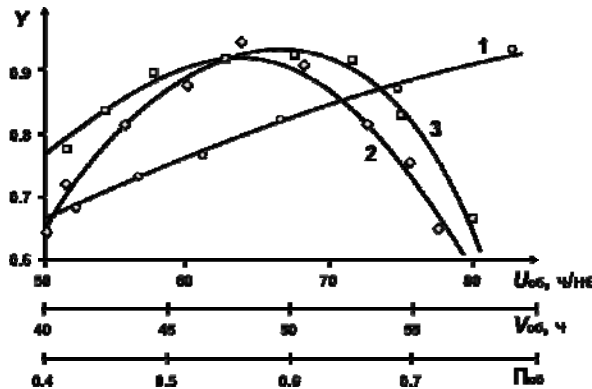


Рисунок 1. Зависимость эффективности обучения по охране труда:

- 1) от интенсивности обучения $U_{об}$, ч/нед;
- 2) объема учебной дисциплины $V_{об}$, ч;
- 3) практической составляющей обучения $\Pi_{об}$

варьирования (табл. 3). В качестве параметра оптимизации выбран параметр Y , количественно определяемый, как доля слушателей, получивших экзаменационные

Таблица 3. Наименование факторов, уровни и интервалы их варьирования для изучения обучающей системы переподготовки кадров по охране труда

Наименование факторов	Интенсивность обучения $U_{об}$, ч/нед	Объем учебной дисциплины $V_{об}$, ч	Практическая составляющая обучения, $\Pi_{об}$
Основной уровень, $X_0 = 0$	63	47	0.60
Интервал варьирования	10	4	0.10
Верхний уровень, $X_r = +1$	73	51	0.70
Нижний уровень $X_r = -1$	53	43	0.50
Верхний звездный уровень $X_r = +1.2154$	75	52	0.72
Нижний звездный уровень $X_r = -1.2154$	51	42	0.48
Формулы перевода натуральных значений факторов в нормированные и обратно	$X_1 = \frac{x_1 - 63}{10}$ $x_1 = 63 + 10 \cdot X_1$	$X_2 = \frac{x_2 - 47}{4}$ $x_2 = 47 + 4 \cdot X_2$	$X_3 = \frac{x_3 - 0.60}{0.10}$ $x_3 = 0.60 + 0.10 \cdot X_3$

оценки 7-10, к общему числу обучаемых.

Математическая модель системы обучения в виде трехфакторного ортогонализованного уравнения регрессии второго порядка была построена на базе ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП):

$$Y = b_0 + \sum_{r=1}^k b_r X_r + \sum_{r=1}^k \sum_{s=1}^k b_{rs} X_r X_s + \sum_{r=1}^k b_{rr} (X_r^2 - \lambda_k), \quad (2)$$

где λ_k – ортогонализирующий коэффициент.

Моделирование обучающей системы уравнением регрессии второго порядка в ортогонализованной форме позволяет произвести независимую оценку коэффициентов уравнения регрессии и дисперсий их значимости [5]. ОЦКП включает в себя три структурных блока: 1) полный факторный эксперимент с числом опытов $N_{k0} = 2^k$; 2) $2k$ опытов в «звездных» точках $(\pm \alpha_k, 0, \dots, 0), (0, \pm \alpha_k, \dots, 0), (0, 0, \dots, \pm \alpha_k)$; 3) один опыт в центре плана $(0, \dots, 0)$. Общее число опытов ОЦКП равно: $N_k = 2^k + 2k + 1$.

Величина звездного плеча α_k и ортогонализирующего коэффициента λ_k рассчитывались по формулам:

$$\alpha_k = \sqrt{\frac{\sqrt{N_k \cdot N_{k0} - N_{k0}}}{2}}; \quad (3)$$

$$\lambda_k = \sqrt{\frac{N_{k0}}{N_k}}. \quad (4)$$

Для построения трехфакторного уравнения регрессии второго порядка $\alpha_3 = 1.2154$; $\lambda_3 = 0.7303$, так как при $k = 3$ $N_{k0} = 8$, а $N_k = 15$.

В табл. 4 приведен ОЦКП для построения трехфакторного ортогонализованного уравнения регрессии второго порядка. В табл. 5 приведены экспериментальные данные и обработка методами математической статистики.

Статистическая обработка результатов эксперимента [5] позволила сделать следующие выводы:

– все 15 выборочных дисперсий

S_j^2 однородны по критерию Кохрена,

так как $G_9 = 0.138 < G_{2, 15, 0.95} = 0.335$,

где $G_9, G_{2, 15, 0.95}$ – соответственно экспериментальное и критическое значения критерия Кохрена при числе степеней свободы $f_{числ} = n - 1$ и $f_{знам} = N$ и доверительной вероятности $p = 0.95$;

Таблица 4. Трехфакторный ОЦКП для $k = 3$

N_3	X_{0j}	X_{1j}	X_{2j}	X_{3j}	$X_{1j}X_{2j}$	$X_{1j}X_{3j}$	$X_{2j}X_{3j}$	$X_{1j}^2 - 0.7303$	$X_{2j}^2 - 0.7303$	$X_{3j}^2 - 0.7303$
1	+	—	—	—	+	+	+	0.2697	0.2697	0.2697
2	+	+	—	—	—	—	+	0.2697	0.2697	0.2697
3	+	—	+	—	—	+	—	0.2697	0.2697	0.2697
4	+	+	+	—	+	—	—	0.2697	0.2697	0.2697
5	+	—	—	+	+	—	—	0.2697	0.2697	0.2697
6	+	+	—	+	—	+	—	0.2697	0.2697	0.2697
7	+	—	+	+	—	—	+	0.2697	0.2697	0.2697
8	+	+	+	+	+	+	+	0.2697	0.2697	0.2697
9	+	0	0	0	0	0	0	-0.7303	-0.7303	-0.7303
10	+	-1.2154	0	0	0	0	0	0.7469	-0.7303	-0.7303
11	+	+1.2154	0	0	0	0	0	0.7469	-0.7303	-0.7303
12	+	0	-1.2154	0	0	0	0	-0.7303	0.7469	-0.7303
13	+	0	+1.2154	0	0	0	0	-0.7303	0.7469	-0.7303
14	+	0	0	-1.2154	0	0	0	-0.7303	-0.7303	0.7469
15	+	0	0	+1.2154	0	0	0	-0.7303	-0.7303	0.7469
$\sum X^2$	15	10.9545	10.9545	10.9545	8	8	8	4.3644	4.3644	4.3644

Таблица 5. Результаты эксперимента, выполненного по ОЦКП

N	Y_{1j}	Y_{2j}	Y_{3j}	$\bar{Y}_j$	S_j^2	Y_j^p	$(\bar{Y}_j - Y_j^p)^2$
1	88	86	88	87.3	1.33	86.8	0.240
2	80	78	80	79.3	1.33	79.5	0.015
3	86	87	87	86.7	0.33	86.1	0.304
4	78	78	80	78.7	1.33	78.7	0.004
5	92	91	92	91.7	0.33	91.5	0.040
6	84	83	84	83.7	0.33	84.1	0.171
7	88	89	89	88.7	0.33	89.2	0.328
8	82	83	82	82.3	0.33	81.9	0.232
9	92	93	92	92.3	0.33	91.8	0.320
10	93	94	93	93.3	0.33	93.8	0.260
11	84	86	85	85.0	1.00	84.9	0.019
12	88	86	86	86.7	1.33	86.8	0.007
13	85	85	84	84.7	0.33	85.0	0.083
14	87	86	87	86.7	0.33	87.3	0.443
15	92	93	92	92.3	0.33	92.0	0.085
$\sum_{j=1}^{15} S_j^2 = 9.667$					$\varphi = \sum_{j=1}^{15} (\bar{Y}_j - Y_j^p)^2 = 2.552$		

— коэффициенты трехфакторного ортогонализованного уравнения регрессии второго порядка (2) $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$ значимы по критерию Стьюдента, так как:

$$\begin{aligned} \Delta b_0 &= 0.24 < |b_0| = 86.62; \Delta b_1 = 0.29 < |b_1| = 3.69; \\ \Delta b_2 &= 0.29 < |b_2| = 0.74; \Delta b_3 = 0.29 < |b_3| = 1.94; \\ \Delta b_{23} &= 0.33 < |b_{23}| = 0.38; \Delta b_{11} = 0.45 < |b_{11}| = 1.63; \\ \Delta b_{22} &= 0.45 < |b_{22}| = 4.00; \Delta b_{33} = 0.45 < |b_{33}| = 1.41, \end{aligned}$$

где Δb — доверительный интервал;

— коэффициенты уравнения регрессии b_{12}, b_{13}

незначимы, так как:

$$\Delta b_{12} = 0.33 > |b_{12}| = 0.21; \Delta b_{13} = 0.33 > |b_{13}| = 0.21;$$

— полученное трехфакторное ортогонализованное уравнение регрессии второго порядка адекватно, так как $F_9 = 1.697 < F_{7, 30, 0.95} = 2.344$, где

$F_9, F_{7, 30, 0.95}$ — соответственно экспериментальное и критическое значения критерия Фишера при числе степеней свободы $f_{\text{числ}} = N - B$ и $f_{\text{знам}} = N_k(n - 1)$ и доверительной вероятности $p = 0.95$, а B — число значимых коэффициентов ортогонализованного уравнения регрессии второго порядка ($B = 8$).

С учетом вышеизложенного, уравнение (2) примет следующий вид:

$$\begin{aligned} Y &= 86.62 - 3.69 \cdot X_1 - 0.74 \cdot X_2 + 1.94 \cdot X_3 - \\ &- 0.38 \cdot X_2 X_3 - 1.63 \cdot (X_1^2 - 0.7303) - 4.00 \cdot (X_2^2 - 0.7303) - 1.41 \cdot (X_3^2 - 0.7303). \end{aligned} \quad (5)$$

Так как все регрессионные коэффициенты уравнения (5) при квадратичных членах отрицательны, то полученное ортогонализованное уравнение регрессии второго порядка имеет абсолютный максимум. Приравняв частные производные параметра Y к нулю, рассчитаем оптимальные значения факторов X_1, X_2, X_3 :

$$X_{1\text{опт}} = -1.131; \quad X_{2\text{опт}} = -0.125; \quad X_{3\text{опт}} = 0.705.$$

Перевод нормированных оптимальных значений факторов в натуральные осуществляем по формулам, приведенным в табл. 3. Максимальная эффективность усвоения слушателями учебного материала

$Y_{\max} = (94.6 \pm 0.6) \%$ достигается при $U_{\text{об опт}} = 53$ ч/нед; $V_{\text{об опт}} = 47$ ч; $P_{\text{об опт}} = 0.67$. Абсолютная погрешность параметра $Y_{\max}$ ($\Delta Y_{\max}$) рассчитывалась по известному уравнению [5] и составила 0,6%.

Заключение

1. Проведенный анализ травматизма в АПК Республики Беларусь позволил выделить наиболее травмоопасные отрасли сельского хозяйства, а также причины несчастных случаев на производстве. Показано, что одним из эффективных направлений по снижению травматизма в АПК Республики Беларусь является улучшение теоретической и практической подготовки (переподготовки) кадров по охране труда.

2. Установлено, что наилучшие результаты по усвоению теоретических и практических знаний по охране труда показали слушатели с базовым инженерным образованием (например, инженер-механик) в возрасте не старше 45 лет и стажем работы в должности инженера по охране труда не менее 5 лет.

3. Для анализа эффективности подготовки (переподготовки) кадров по охране труда разработана математическая модель обучающей системы. Установлено, что максимальная эффективность усвоения учебного материала ($94.6 \pm 0.6\%$) достигается при интенсивности обучения – 52 ч/нед, объеме учебной

дисциплины – 47 ч и практической составляющей подготовки слушателей $\approx 67 \%$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт) / С.Л. Авалиани [и др.]. – М., 1996. – 158 с.
2. Мисун, Л.В. Производственный травматизм в агропромышленном комплексе и пути его снижения / Л.В. Мисун, А.И. Федорчук, А.Н. Макара // Сб. докладов междунауч.-практ. конф. «Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции»: в 2-х ч, Минск, 14-15 апреля 2011 г. / под общей ред. В.Б. Ловкиса, А.А. Бренча, В.М. Позднякова. – Ч. 2. – Минск: БГАТУ, 2011. – С. 153-156.
3. Баранов, Ю.Н. Охрана труда: курс лекций для руководителей и специалистов служб охраны труда / Ю.Н. Баранов [и др.]. – М.: Безопасность труда и жизни, 2008. – 500 с.
4. Файнбург, Г.З. Организация обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций / Г.З. Файнбург. – М.: Безопасность труда и жизни, 2005. – 136 с.
5. Леонов, А.Н. Основы научных исследований и моделирования / А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис. – Минск: БГАТУ, 2010. – 276 с.

Радиоволновой влагомер зерна

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



Основные технические данные

Диапазон измерения влажности зерна
Основная абсолютная погрешность
Температура контролируемого материала
Цена деления младшего разряда блока индикации
Напряжение питания
Потребляемая мощность

от 9 до 25%
не более 0,5%
от +5 до +65°C
0,1%
220 В 50Гц.
30ВА

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

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

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

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

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

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

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

б) буквы латинского алфавита, обозначающие: переменные, постоянные, коэффициенты, индексы и т.д., набираются курсивом;

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

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Дополнительно в структуру статьи могут быть включены:

- индекс УДК;
- перечень принятых обозначений и сокращений.

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

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

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

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

9. Плата за опубликование научных статей не взимается.

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

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

Белорусский государственный аграрный технический университет

**объявляет прием в аспирантуру на 2011/2012 учебный год
по следующим специальностям:**

- 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»
- 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»
- 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»
- 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»
- 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины»
- 05.14.08 «Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии»
- 05.18.12 «Процессы и аппараты пищевых производств»
- 05.26.01 «Охрана труда»
- 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»

Принимаются лица, имеющие высшее профессиональное образование и склонность к научным исследованиям.

Прием документов – с 1 по 30 сентября 2011 г.

Вступительные экзамены по специальной дисциплине в объеме учебной программы II ступени высшего образования (магистратуры) – с 10 по 21 октября 2011 г.

Начало занятий в аспирантуре – с 1 ноября 2011 г.

Поступающие в аспирантуру представляют в приемную комиссию следующие документы:

- заявление о приеме в аспирантуру на имя ректора по установленной форме;
- личный листок по учету кадров;
- три фотографии, размером 4×6 см;
- автобиографию;
- список и копии опубликованных научных работ, другие материалы, подтверждающие склонность к научно-исследовательской работе (материалы, относящиеся к объектам интеллектуальной собственности, зарегистрированные в установленном порядке; список отчетов о выполненных исследованиях и разработках; материалы и (или) тезисы докладов на научных конференциях (съездах, симпозиумах), акты об использовании научных разработок). При отсутствии опубликованных работ представляется научный реферат по избранной теме в соответствии со специальностью;
- удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов и зачетов по общеобразовательным дисциплинам по форме, установленной Минобразованием (при наличии);
- копию диплома магистра и копию диплома о высшем образовании, а также копию приложений к ним (выписка из зачетно-экзаменационных ведомостей);
- лица, поступающие в аспирантуру в год окончания магистратуры, представляют рекомендацию учреждения высшего образования;
- копию трудовой книжки (для работающих) или рекомендацию ученого совета вуза или факультета вуза.

Паспорт и диплом об окончании высшего учебного заведения предъявляются лично поступающим в аспирантуру.

**Подробная информация на сайте БГАТУ: new.batu.edu.by
и по телефону аспирантуры (017) 267 25 23.**



**Адрес приемной комиссии:
220023, г. Минск, пр. Независимости, 99/1, каб. 327а**