ISSN 2306-8698

UB IAAE

УВ МААО

В І С Н И К

Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти

Випуск № 2

УДК 63 (066)
Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти – Вип. 2. –Мелітополь: Копіцентр «Документ-сервіс», 2014.– 289с.

Друкується за рішенням Президії УВ МААО, Протокол № 7 від 06.06.2014 р.

У випуску наукових праць друкуються результати наукових досліджень за наступною тематичною спрямованістю: механізація, електрифікація та автоматизація технологічних процесів в АПК, вища аграрна освіта, переробка та зберігання сільськогосподарської продукції, економіка АПК. Матеріали вісника сприяють розвитку науки та впровадженню наукових розробок у сільськогосподарське виробництво. Випуск призначений для науковців, спеціалістів АПК, аспірантів і студентів.

Редакція Вісника УВ МААО:

Головний редактор:
Дідур Володимир Аксентійович д.т.н., проф.
Заст. головного редактора:
Пастухов Валерій Іванович д.т.н., проф.
Відповідальний секретар:
Караєв Олександр Гнатович к.т.н., с.н.с.
Технічний редактор:
Троїцька Олена Олександрівна к.б.н., с.н.с.
Редакційна Колегія:
Бабицький Леонід Федорович – д.т.н., проф.
Бендера Іван Миколайович – д.п.н., проф.
Діордієв Володимир Трифонович – д.т.н., проф.
Ісмуратов Сабіт Борисович - д.е.н., проф. (Р. Казахстан)
Карпенко Віктор Петрович – д.с.г.н., проф.
Курдеко Олександр Павлович – д.в.н., проф. (Р. Білорусь)
Кушнарьов Артур Сергійович – д.т.н., проф.
Кюрчев Володимир Миколайович – к.т.н., проф.
Любинський Олександр Іванович – д.с.г.н., проф.
Міцкевич Антон Антонович – д.е.н., проф. (Р. Польща)
Непочатенко Олена Олександрівна – д.е.н., проф.
Никифорова Лариса Євгенівна – д.т.н., проф.
Пастушенко Сергій Іванович – д.т.н., проф.
Роздорожнюк Петро Іванович – к.с.г.н., доц.
Сисоев Олександр Митрофанович – д.е.н., проф. (Росія)
Смердов Андрій Андрійович – д.т.н., проф.
Тищенко Леонід Миколайович – ак. НААНУ, д.т.н., проф.
Трифонова Марія Федотівна – д.с.г.н., проф. (Росія)
Червінський Леонід Степанович – д.т.н., проф.
Яковлєв Валерій Федорович – к.т.н., проф.

Зареєстрований в Науковій електронній бібліотеці Російського індексу наукового цитування, ліцензійний договір 715-11/2013

Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен та інших відомостей несуть автори публікацій.

ЗМІСТ

Трифонова М.Ф. Деятельность международной общественной организации «Международная академия аграрного образования» (МААО) 9

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК 15

Караев А.И. Методология формирования технических систем для технологических комплексов садоводства 15

Дидур В.А., Ткаченко В.А. Технология переработки семян клещевины на малотоннажных предприятиях 21

Ломейко О.П., Кулінченко В.Р. Зміна теплогідравлічних характеристик теплообмінного обладнання за допомогою октадециламіну 36

Дідур В.А., Троїцька О.О., Ковязина М.Ю. Дослідження ефективності детоксикації токсину в насінні рицини інфрачервоним випромінюванням 43

Коломоец В.А. Надежность топливных насосов высокого давления дизелей, работающих на различных видах топлив 53

Мілько Д.О. Теоретичні дослідження продуктивності двошнекового ущільнювача з однобічним обертанням шнеків 61

Бакарджиєв Р.О., Троїцька О.О., Кожемякін Г.Б. Ефективність технології брикетування відходів рослинництва при використанні на кормові цілі 67

Бабицький Л.Ф., Соболевський І.В. Біонічні передумови до створення дискозубових борін для екологічного землеробства 73

Приліпко Т.М., Куций В.М. Оптимізація параметрів процесу стерилізації м'ясних паштетів 81

Назаренко И.П. Очистка слабопроводящих суспензий в бегущем электрическом поле 90

Павліченко В. М., Лиходід В. В., Шапаренко Л. Г., Луц П. М., Забудченко В. М., Ковальов І. І. Результати техніко-технологічного контролю за якістю обробки компонентів вологих кормових сумішей на роторно-кавітаційному диспергаторі РоКаДи-2 101

Павленко С.І., Ляшенко О. О., Філоненко Ю. А. Модель аеробно-анаеробного процесу переробки сільськогосподарських відходів 114

Бойко О.В. Оценка хранения плодовой продукции по показателям качества и безопасности 126

Линник Ю.О., Павленко С.І., Алієв Е.Б. Експериментальні дослідження режимних параметрів ротаційного пластинчатого вакуумного насоса НВ-1200 136

Вольвак С.Ф., Невзоров А.В., Дідур В.В. Визначення допустимого часу вимушеного простою сільськогосподарської техніки в період виконання польових робіт 142

Войтюк В.Д., Дидур В.В., Невзоров А.В. Обоснование вида закона распределения показателей безотказности сельскохозяйственной техники 149

Журавель Д.П. Особливості використання олив біологічного походження для мобільної техніки 157

*Чижиков И.А.*Способ определения линейной плотности органов растений сельскохозяйственных культур 166

Караєв О.Г., Матковський О.І. Визначення параметрів і режимів коливань розпушувача плуга для викопування саджанців 175

Дидур В.А., Ильницкий Б.А., Вороновский И.Б., Назарова О.П. Влияние схемы компоновки фильтростанции на технологическую надежность систем капельного орошения плодовых насаждений 190

Бобровный Е.В. Определение рациональных параметров установки диска дискатора при заделке растительных остатков в почву 203

Орел А.Н., Орел И.А. Теоретическая модель электромагнитных полей СВЧ диапазона в середине поврежденной конечности сельскохозяйственных животных 208

Масленников В.В. Методика оценки эффекивности использования зерноочесывающего модуля МОН-4.0 217

ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА 230

Збаравська Л.Ю., Гуцол Т.Д., Мельник В.А. Підвищення фахових знань студентів за допомогою використання міжпредметних зв'язків та прикладних фізичних завдань 230

ПЕРЕРОБКА ТА ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ 238

Григоренко О.В., Вершков О.О. Дослідження фізико-хімічних показників та реологічних властивостей яблучного пюре різних сортів та методів обробки 238

Загорко Н.П., Григоренко О.В., Стручаєв М.І. Зміни фізико-хімічних і теплофізичних показників та мікроструктури зерен цукрової кукурудзи при достиганні та зберіганні 245

ЕКОНОМІКА АПК 253

Ткачук А. Е. Тенденции развития АПК Украины в контексте публичного администрирования в условиях глобализации 253

Ткачук А. Е., Сезоненко А. А., Хандога М. М. Анализ эффективности использования земельных ресурсов в Запорожском регионе 264

Якунічева А.Ю. Формування системи маркетингу дорадчих послуг в аграрній сфері 281

CONTENT

Trifonova M.F. Activity of international public organization «International Academy of agrarian education» (IAAE) 9

MECHANIZATION, ELECTRIFICATION AND AUTOMATIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AGROINDUSTRIAL COMPLEX 15

Karaiev A.I. Methodology of technical system formation for horticulture technological complexes 15

Didur V.A.,Tkachenko V.A. Technology of castor-oil plant seeds processing at small-capacity plants 21

Lomeiko O.P., Kulinchenko V.R. Heat-exchange equipment thermohydraulic parameter changing through the use of octadecylamine 36

Didur V.A., Troits'ka O.O., Koviazyna M.Yu. Efficiency research of castor-oil plant seeds detoxication by infrared rafiation 43

Kolomoets V.A. Reliability of diesel fuel injection pump operating on different fuel types 53

Mil'ko D.A. Theoretical research of productivity of twin-screw gasket with one-side screw rotation 61

Bakardzhiyev R.O., Troitska O.O., Kozhemiakin G.B. Efficiency of plant cultivation waste briquetting technology when using as fodder 67

Babytsky L.F., Sobolevsky I.V. Bionic prerequisites for designing disk-toothed harrow for ecological farming 73

Prylipko T.M., Kutsy V.M. Parameter optimization of meat paste sterilization process 81

Nazarenko I.P. Purification of dielectric suspensions in traveling electric field 90

Pavlichenko V. M., Lyhodid V. V., Shaparenko L. G., Luts P. M., Zabudchenko V. M., Koval'ov I. I. Results of 101

design and engineering quality comtrol of damp feed mixture component processing by rotary cavitation disperser RoKaDi-2

Pavlenko S. I., Ljashnko O. O., Filonenko J.A. Model of aerobic-anaerobic process of treatment of agricultural wastes 114

Boiko O.V. Evaluation of fruit product storage by quality and safety factors 126

Linnik Yu.O., Pavlenko S.I., Aliyev E.B. Experimental study of rotary vacuum pump NY- 1200 operating parameters 136

Vol'vak S.F., Nevzorov A.V., Didur V.V. Definition of allowed forced outage hours of farm machinery during agricultural labour 142

Voitiuk V.D., Didur V.V., Nevzorov A.V. Substantiation of distribution law type of farm machinery reliability factors 149

Zhuravel' D.P. Usage pattern of biooil for mobile technical equipment 157

Chizhykov I.A. Method for determining linear density of crop plant elements 166

Karaiev O.G., Matkovsky O.I. Determination of parameters and modes of plough lifter fluctations for nursery transplants excavation 175

Didur V.A., Il'nitskiy B.A., Voronovskiy I.B., Nazarova O.P. Effect of filter station layout drawing on technological reliability of friut plantations drop irrigation systems 190

Bobrovny E.V. Determination of rational parameters of disk header disk installation by thrashing burial in soil 203

Orel A.N., Orel I.A. Theoretical model of microwave frequency electromagnetic field in the injured limb of livestock animals 208

Maslennikov V.V. Evaluation method of utilization 217

efficiency of grain combing module MON-4.0

HIGHER AGRICULTURAL EDUCATION 230

Zbaravs'ka L.Yu., Gutsol T.D., Mel'nyk V.A. Professional development of students through interdisciplinary relations and applied physics tasks 230

PROCESSING AND STORING OF AGRICULTURAL PRODUCTION 238

Grygorenko O.V., Vershkov O.O. Research of physical and chemical indices and rheological properties of apple puree different sorts and processing methods 238

Zagorko N.P., Grygorenko O.V., Struchaev M.I. Changes of physical and chemical and thermophysical indices and microstructure of sweet corncobs at maturing and storing 245

AIC ECONOMY 253

Tkachuk A. E. Development trends in Ukraine AIC within the context of public managing in the age of globalization 253

Tkachuk A. E., Sezonenko A. A., Handoga M. M. Effectiveness analysis of land resources usage in Zaporizhzhya region 264

Yakunicheva A. Yu. The formation of marketing of advisory services in the agrarian sector 281

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ» (МААО)

Трифонова М.Ф., д.с.х.н., профессор
Президент МААО

Деятельность членов МААО проводится в тесном контакте с учеными Российской Академии Образования и направлена на обеспечение реализации программ развития высшего аграрного образования, совершенствование технологий подготовки специалистов и научно-педагогических кадров для сельского хозяйства.

Основные исследования членами академии проводились в области информатизации образования, теоретических подходов к их реализации, методических решений подготовки специалистов к использованию информационных и коммуникационных технологий (ИТК) в профессиональной деятельности.

Большое внимание уделялось парадигмальным изменениям в информационном взаимодействии между обучающимся и интерактивными средствами обучения, функционирующими на базе ИКТ, а также методологии формирования и функционирования информационно-коммуникационной предметной среды и осуществлению различных видов учебной деятельности на базе технологий мультимедиа, телекоммуникации и в перспективе «Виртуальная реальность».

Внимание уделялось и условиям создания единого информационного образовательного пространства на базе глобальных телекоммуникаций, совершенствованию процессов автоматизации информационно-методического обеспечения образовательного процесса и организационного управления учебным заведением на основе систем управления базами данных и средств телекоммуникаций, научно-методическим походам к предотвращению возможных негативных последствий применения средств ИКТ.

Члены МААО проводят исследования по разработке содержания образовательных стандартов, были охарактеризованы научные основы, источники, принципы и идеи, определяющие его формирование. Исследования в области обеспечения модернизации профессионального образования ориентированы на решение теоретико-методологических проблем повышения качества научного и методического обеспечения профессионального образования. Были обоснованы также педагогические технологии интеграции процессов образования и воспитания в

вузах профессионального образования. Большая работа в этом направлении проводилась Амурским, Кабардино-Балкарским, Оренбургским, Санкт-Петербургским, Украинским отделениями, Отделением «Землеустройства и кадастры» и др. региональными отделениями МААО.

Деятельность членов академии 2009-2013 годы была направлена на реализацию ее миссии – подготовку высококвалифицированных специалистов с высшим образованием, развитие научных исследований и творческой деятельности научно-педагогических работников, аспирантов и студентов. Этому способствовали научная работа членов академии по развитию международных контактов, проведение международных общественно значимых мероприятий.

Украинское отделение МААО внесло весомый вклад в совершенствование системы аграрного образования. Все члены академии принимают активное участие в подготовке кадров высшей квалификации, ведется подготовка аспирантов и докторантов.

В области науки высшей школы члены академии провели большую работу по прогнозированию международной политики в подготовке и переподготовке кадров для сельского хозяйства с учетом разрабатываемых реформ в образовании в соответствии с Болонским соглашением; разработке и реализации современных инновационных технологий подготовки специалистов, базирующихся на новейших научных достижениях; аттестации и подготовке научно-педагогических кадров, отвечающих международным стандартам, активно участвуя в работе диссертационных советов, подготовке кандидатов, докторов наук. Членами академии подготовлено 1350 кандидатов наук 180 докторов наук, опубликовано более 1500 единиц учебно-методической литературы и книг.

В области экономики профессионального образования деятельность ученых была направлена на поиск средств и методов повышения экономической эффективности деятельности всех уровней подготовки кадров. Большая работа проведена по разработке стандартов на сельскохозяйственную продукцию и технологию ее производства и дальнейшей переработки. Разработаны машинные технологии и технические средства для сельского хозяйства и транспорта. Членами академии под руководством академика РАСХН И.И. Кирюшина совместно с научными учреждениями РАСХН-СибНИИ ЗХ, ВНИИ микробиологии, ВНИИСХРАЭ, ВНИИАЛМИ, ВНИИМЗ, ВНИИГИМ, ВНИИПТИМЭСХ, НИИСХ, ВНИ ПТИОУ, ВИСХАГИ, ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, Курской ГСХА проведен ландшафтно-экологический анализ территорий России, агроэкологическая оценка земель, загрязненных тяжелыми металлами, разработана методика почвенно-ландшафтного картографирования, проведена бонитировка почв и оценка продуктивности земель.

МОО «Международная академия аграрного образования» совместно с Международной академией наук экологии и безопасности жизнедеятельности, Международной академией информатизации – ассоциированных членов ООН (Москва), Российской академией сельскохозяйственных наук (Москва), Петровской академией наук и искусств (СПб) и другими научными объединениями, учреждениями участвовала в разработке направлений в области: экономики и земельных отношений, земледелия и мелиорации, растениеводства, защиты растений, зоотехнии, птицеводства, в области ветеринарной медицины, механизации, электрификации и автоматизации сельского хозяйства, в области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Учеными проводится большая работа по оценке социально-экономических преобразований в аграрном секторе не только в России обоснования целей и задач аграрной политики с учетом вызовов современного этапа функционирования мировой и национальной экономик, определению стратегических направлений формирования агропромышленного производства, исходя из необходимости его модернизации и перехода на инновационную модель развития, обоснование направлений и механизмов социального развития сельских территорий, проведение земельных и институциональных преобразований, способствующих усилению мотивации развития сельскохозяйственного производства и др. вопросов стратегии социально-экономического развития агропромышленного комплекса.

Ученые МААО большое внимание уделяют разработке проблемы продовольственной безопасности. В целом напряженная ситуация с обеспечением продовольственной безопасности стран в настоящее время осложняется теми последствиями, которые уже возникли и могут возникнуть в ближайшем будущем в связи с мировым продовольственным, фондовым и финансовым кризисами, которые несомненно отражаются в той или иной степени на функционировании агропродовольственного комплекса.

Учеными Международной академии аграрного образования в тесном содружестве с учеными учреждений РАСХН, НААНУ и др. проводили исследования по теоретическому обоснованию преобразования земельных отношений, ориентированных на рыночные условия и созданию законодательных основ и нормативов, другим прикладным проблемам для проведения земельной реформы, разработку концептуальных основ природопользования, методических подходов, позволяющих оценить экологическую ситуацию в агропромышленном комплексе. Разрабатывались вопросы экономики природных ресурсов и, прежде всего, комплексной экологической оценки земельных ресурсов – главного средства сельскохозяйственного производст-

ва и управления природоохранной деятельностью в международном пространстве.

Значительная работа проведена членами отделения по землеустройству (президент отделения Волков С.Н.). Ими был проведен третий заключительный этап Всероссийского открытого конкурса выпускных квалификационных работ по пяти номинациям, в котором приняли участие студенты 18 вузов России и СНГ. В рамках заседания Совета УМО прошла Межвузовская научно-методическая конференция «Роль вузовского Музея в подготовке и воспитании профессиональных кадров», приуроченная к 30-летию Музея истории землеустройства ГУЗ.

Члены МААО принимали активное участие в разработке стратегии социально-экономического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 г.

В целях укрепления имиджа отделения в среде профессионального сообщества и у органов власти Российской Федерации члены МААО принимали активное участие в разработке законодательных актов РФ, в работе научно-технического совета Министерства сельского хозяйства РФ, коллегии Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, в заседаниях УМО по геодезии и фотограмметрии (МИИГАиК), в съезде Ассоциации технических университетов Российской Федерации и других.

В 2012-2013 годах организовано 4 отделения: Мелеузкое (г. Мелеуз Республика Башкортостан), Украинское (г. Мелитополь), отделение ветеринарии, землеустройство и кадастры (г. Москва). МОО «Международная академия аграрного образования» в 2010 и 2013 гг. была участником Международного форума GLAST 2010, делегация членов Украинского отделения МААО приняла участие в 4-ом Глобальном форуме лидеров сельскохозяйственной науки и технологии (GLAST 2013 г.) в г. Пекин, Китай при поддержке Китайской академии сельскохозяйственных наук (CAAS), Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), Консультативной группе по международным сельскохозяйственным исследованиям (КГМСХИ).

Большую работу ученые Украинского отделения, Санкт-Петербургского регионального отделения, Ставропольского регионального, Костанайского отделения провели по инновационно-инвестиционному проектированию развития земледелия и экономическому обоснованию проектов в животноводстве, инновационному развитию малых городов, а также по разработке экономического обоснования и внедрению инновационно-инвестиционных проектов по созданию условий устойчивого развития сельских территорий.

Отмечено активное участие академиков МААО в XXIV Международной агропромышленной выставке «Агро-2012», а также специализированной сельскохозяйственной выставке «Агро-Экспо-Крым 2012, в Конгресе Евроазийского сообщества высших учебных заведений. Представители Украинского отделения академии совместно с учеными ТГАТУ приняли участие в международной выставке Агро-2013, в образовательной трансевропейской программе мобильности для обучения в университетах Trans-European Mobility Programme for University Studies, в Днях аграрного образования Украины во Франции.

В ходе сотрудничества УО МААО с Ассоциацией технических университетов, которая объединяет ведущие технические университеты России и ближнего зарубежья, Президиум отделения рекомендовал Таврическому государственному агротехнологическому университету стать членом Ассоциации технических университетов.

При организационной поддержке президиума МААО члены академии стали участниками трехлетнего (2012 – 2015) международного проекта 530690-TEMPUS-1-2012-1-PL-TEMPUS-SMHES «Elaboration of Qualification Framework for Land Management Studies at Russian Universities» («Развитие квалификационных рамок в сфере землеустройства в российских вузах»). Грантодержателем и главным координатором выступает Варшавский университет «Наук о Жизни» (Польша), а координатором консорциума с российской стороны – Государственный университет по землеустройству.

В целях широкого распространения наиболее значимых инновационных результатов фундаментальных и прикладных исследований в области образования, повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции Президиумом МААО было проведено более 40 международных конференций, встреч за круглым столом семинаров, круглых столов, вебинаров и других международных мероприятий с широким участием ученых-практиков. Материалы конференции освещались в периодической печати, а так же издавались в виде сборников, научных трудов.

Ежегодно президиум УО МААО организовывает международные научно-практические конференции и круглые столы. Представители академии совместно с учеными ТГАТУ приняли участие в Международной молодежной интернет-конференции.

Доклады академиков заслушаны на Международных научных конференциях проводимых в следующих вузах: ФГБОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я.Горина» (БелГСА), г.Белгород, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ; Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, м.Київ; Одеський державний аграрний університет, м. Одеса; Національний технічний

університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ., Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Люблінський рольничий університет.

География научных связей академиков распространяется не только на ближнее, но и дальнее зарубежье, примером этого является сотрудничество со Slovak Agricultural University In Nitra.

Президиумом УО МААО в течении 2012 года была подготовлена вся необходимая документация для регистрации периодического печатного издания «Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти». В результате проделанной работы редакционной коллегии УО МААО в 2013 году был издан 1 выпуск, который внесен в научную электронную библиотеку Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) http://elibrary.ru с размещением полных текстов статей авторов выпуска. Проводится работа для дальнейшего продвижения сборника в современной научной среде, и включения его в другие наукометрические базы данных.

За отчетный период членами МААО опубликовано более 4000 работ: учебники, книги; успешно издаются журналы: «Известия МААО» (Санкт-Петербург), «Наука» (Республика Казахстан, Костанай), «Главный агроном» (г. Москва), «Вестник Украинского отделения Международной академии аграрного образования» (г. Мелитополь), в которых публикуются материалы ученых, педагогов, аспирантов, практиков по проблемам подготовки кадров, перспективным направлениям научно-технического прогресса агропромышленного комплекса.

Президиумом УО МААО зарегистрирован официальный сайт УО МААО в интернет-пространстве, по адресу http://uomaao.org/ позволяющий освещать научную, образовательную и издательскую деятельность МААО. В 2013 г. было принято решение о создании Уманского отделения МААО (г. Умань Киевской области при Уманском национальном университете садоводства).

Президиум МААО ставит задачу активно проводить работу по укреплению международных связей, будет вести работу по совершенствованию системы подготовки кадров для сельского хозяйства, модернизации АПК и расширению работ по продовольственной безопасности государств. Активная работа учёными МААО проводится по проблемам продовольственной безопасности и экологии в рамках Евразийского сообщества. При активном участии членов МААО под руководством Президиума (Трифоновой М.Ф., Сёмина А.А., Сысоева А.М., Фёдорова М.А., Исмуратова С.Б. создана Ассоциация «Продовольственная безопасность стран Евразии». Она создана с целью решения системных проблем продовольственной безопасности на Евразийском экономическом пространстве.

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК

УДК 631.3.002.5

МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ САДОВОДСТВА

Караев А.И., чл.-кор. МААО, к.т.н.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. 0619-42-13-83

Аннотация. Изложен подход к формированию комплексов машин в садоводстве с учетом современного развития производства и логистики. Предложено рассматривать комплекс машин как неотъемлемую часть инвестиционного проекта административно-хозяйственной единицы, а процесс производства плодовой продукции представлять целевой функцией, максимизирующей минимальную вероятность предельной полезности одного метра квадратного плодового насаждения.

Ключевые слова: комплекс машин, система машин, садоводство, эфективность, производство плодовой продукции, инвестиционный проект, принятие решений.

Постановка проблемы. Общественная эффективность экономической деятельности по производству плодовой продукции (ППС) состоит в обеспечении граждан страны необходимым минимумов безопасной плодовой продукции. В социально-ориентированных рыночных отношениях эффективность ППС связано с проблемой принятия управленческих решений в организационной системе на различных ее уровнях и этапах управления.

Принятые решения на высшем уровне иерархии – социуме, являются основополагающими для производственного уровня.

Средством преобразования предмета труда на производственном уровне являются инвестиции, движения которых обеспечивается и регулируется кредитно-денежной политикой.

Таким образом, эффективность ППС в своем общественном аспекте полностью зависит от кредитно-денежной политики в аграрном секторе страны, которая связана с таким явлением, как длительный цикл оборотности вложенных финансовых ресурсов в организацию ППС. Так, цикл оборотности денежных средств от закладки плодового насаждения до получения промышленных урожаев составляет 6-7 лет. При этом коэффициент оборотности денег [1] составляет 0,16, а в последующие годы эксплуатации плодового насаждения находится в пределах от 0,7 до 0,8. Данные значения коэффициентов можно увеличивать за счет выращивания различных типов плодовых насаждений, в частности интенсивных. Однако, из интервала значений 0,7-1,0 коэффициент не выйдет.

Из приведенного следует, что для поддержания своей ликвидности административно-хозяйственная единица, при коэффициенте оборотности денег 0,16и сучетом годовых затрам на 1один гектар сада необходимо иметь (планировать) денежную сумму, в 6-7 раз превышающюю годовые затраты. А при коэффициенте равном 1,0 – сумму равную годовым затратам. Как правило, в хозяйствах имеют место обе приведенные ситуации одновременно, а действующая кредитно-денежная политика приводит их к затруднительному финансовому положению.

Также следует отметить, что плодовые насаждения относятся к основным средствам производства, а значение приведенных коэффициентов говорят о том, что для посадки новых садов необходимы долгосрочные кредиты. Принимая во внимание том факт, что на финансовом рынке Украины процентная ставка коммерческих банков начинается от 19 %, взятие суд под посадку плодовых насаждений становится не реальным. Если учесть, что начиная с 1996 года в Украине отменена обязательная корректировка процентных ставок коммерческих банков, изменением учетной процентной ставки Национального

банка Украины, то изменение в сторону снижения указанного процентного интервала ожидать не приходится.

Однако наука должна быть методически готовой к возникновению благоприятных финансовых условий развития отрасли, но уже в рамках агрологистики, где управление материальными и энергетическими потоками необходимо осуществлять в «реальном времени», т.е. «хозяйственная операция» происходит в течение одного банковского дня и обеспечивает успешность реализации инвестиционного проекта.

Цель исследования. Обосновать подходы к формированию комплексов машин для технологических систем садоводства путем анализа новых концепций организации производством и логистики [2], адекватных уровню развития рыночных отношений.

Основная часть. Принимая во внимание тот факт, что в структуре общих затрат на ППС технологические затраты составляют около 90%, а также то, что основным затратным элементом технологического уровня являются комплексы машин [3], представляется целесообразным детально исследовать процесс формирования комплекса, а значит и затрат.

Использовать Систему машин, как базовый элемент стабильного типового планирования эксклюзивных технологических систем для формирования комплексов машин, на наш взгляд не реально. В работе [4] предложена новая методология формирования Системы машин для АПК, в которой указывается на то, что для ее реализации не решен вопрос моделирования организационных структур сельскохозяйственного производства. По всей видимости он и не может быть решен из-за сложившейся структуры административно-хозяйственных единиц, обладающих широким спектром адаптивных признаков к рыночной среде. Исключая данный вариант, процесс формирования комплексов машин можно рассматривать с позиции двух возможных сценариев, определяющих «рынок произоводителя» и «рынок потребителя».

Реализацию сценария "рынка произоводителя" можно достичь за счет создания промышленно-финансового холдинга, в качестве монополиста производителя всей сельскохозяйственной техники, который мог бы предложить потребителю свою систему машин, на что требуется участие государственных структур, разработка программ, разработка инновационно-

инвестиционных программ, определение приоритетов и бюджетирование, а также контроль над инвеситициями, во что верится с трудом. На Украине был создан холдинг «Агромашинвест», который так и не принес ожидаемых результатов [5].

Если принять сценарий «рынка потребителя», то его необходимо методически обеспечить на всех стадиях организационного проектирования – от создания инвестиционного проекта административно-хозяйственной единицы до утилизации плодовых насаждений, рассматривая такой процесс, как беспрерывное управление ресурсами со всеми эксклюзивными особенностями планирования хозяйственных операций в «реальном времени».

Управление инвестициями в «реальном времени» предполагает модульное управление конгруэнтными множествами технологического и технического уровней, на всех этапах создания и реализации инвестиционного проекта административно-хозяйственной единицы. При этом, методика должна обеспечить формирование эксклюзивного комплекса машин в конкретных условиях хозяйствования, т.е. необходима разработка технического задания на комплекс на стадии разработки инвестиционного проекта и его уточнения на этапах реализации.

Решение проблемы в такой постановке может быть реализовано при наличии системы интеллектуальной поддержки принятия административно-хозяйственных решений на всех этапах создания комплекса машин, которая является методологическим ядром *концептуальной модели* организационной структуры технологической системы в конкретной хозяйственной ситуации, опираясь при этом на матрицу технических систем. Именно система интеллектуальной поддержки принятия решений должна обеспечить оптимальный режим функционирования технологий в заданных временных границах реализации хозяйственных операций.

Комплекс машин является частью открытой системы, параметры состояния которой характеризуются неоднозначно, а влияние случайных возмущающих параметров велико. Процессы в такой системе являются стохастическими, а их состояния оцениваются в терминах математического ожидания и характеризуются вероятностными законами распределения.

Формирование комплекса является задачей многокритериальной оптимизации, целевую функцию которой можно представить в таком виде:

$$\begin{cases} P_1 = P\left(E_{ij}^K \le E_K^{\max}\right) \\ P_2 = P\left(Q_{ij}^K \ge Q_K^{\min}\right) \\ P_3 = P\left(T_{ij}^K \le T_K^{\max}\right) \\ Y = \min\left(P_1 P_2 P_3\right) \end{cases},$$

а критерий оптимальности

$$Y \to \max,$$

где E_{ij}^K - материальные затраты на выполнение к-й операции i-м способом и j-м техническим средством; Q_{ij}^K - уровень качества, который достигается при выполнении к-й операции i-м способом и j-м техническим средством; T_{ij}^K - время, необходимое на выполнение к-й операции i-м способом и j-м техническим средством.

Входные данные для автоматизации процессов принятия решений целесообразно представлять в виде тензоров – многомерных множеств (таблиц), каждый элемент которой может быть числом или вектором и однозначно определяться значениями индексов, а именно: тензором затрат материальных ресурсов, тензором нормативных значений показателей качества и тензором планируемых значений показателей качества выполнения работ на каждой технологической операции, а также электронными классификаторами технологических операций, способов выполнения работ и технических средств.

Выводы.

1. Уровень развития электронных информационных систем и программного обеспечения позволяет получить доступ к имеющимся информационным ресурсам и дает основание считать, что данный подход к решению проблемы формирования комплексов машин для технологических систем садоводства является реальным, и соответствует современной экономики информации, компетенции и взаимодействия и предо-

пределяет развитие инновационного и сетевого производства продукции садоводства.

2. Комплексы машин являются неотъемлемой частью инвестиционного проекта на процесс производства плодовой продукции, который является стахостическим с возмущающими параметрами, характеризующиеся вероятностными законами распределения; процесс может быть представлен целевой функцией, максимизирующей минимальную вероятность предельной полезности от использования одного метра квадратного плодового насаждения до утилизационной ликвидности.

3. Модель принятия решений о составе комплекса машин должна учитывать возможность участия предприятия в сетевых структурах по технической поддержке производственных процессов, в частности с применением концепции аутсорсинга.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ніктбах Е. Фінанси. Переклад з англійської В. Овсієнка / Е.Ніктбах, А. Гроппелі .-К.: Основи,1993.- 382с.

2 Иванов Д.А. Логистика. Стратегическая концепция / Д.А. Иванов .-М.: Вершина, 2006 - 176с.

3 Караев А. И. Метод системного анализа механизированных технологий в орошаемом садоводстве/ А.И. Караев // Техника АПК - 2000 р. - №2. – С.6-8.

4 Лобас М.Г. Забезпечення селян технікою – державна справа / М.Г. Лобас// Агроинком.-2002.-№4-7.- С.14-16.

5 Черепахин А.Н. Новая методология формирования системы машин для АПК/ А.Н.Черепахин, С.В. Гусев, Н.А. Кельнер//Техника в сельском хозяйстве.- 1990.-№2.- С. 6-7.

BIBLIOGRAPHY

1 Niktbah E. Finance. Pereklad z angliyskoi V. Ovsiyenka / E. Niktbah, A. Groppeli .-K.: Osnovy,1993.- 382s.

2 Ivanov D.A. Logistics. Strategy conception / D.A. Ivanov .-M.: Vershina, 2006 – 176s.

3 Karaiev A. I. Method of systematic analysis of mechanized technologies in drop irrigation horticulture / A. I. Karaiev // Tekhnika APK - 2000. - №2. – S.6-8.

4 Lobas M.G. Peasant supplying machinery – state affair / M.G. Lobas // Agroinkom.-2002.-№4-7.- S.14-16.

5 Cherepahin A.N. New methodology of machine system formation for AIC/ A.N.Cherepahin, S.V. Guseev, N.A. Kel'ner //Tekhnika v sel'skom hoziaistve.- 1990.-№2.- S. 6-7.

METHODOLOGY OF TECHNICAL SYSTEM FORMATION FOR HORTICULTURE TECHNOLOGICAL COMPLEXES

A.I. Karaiev

Summary

The approach for machine complex formation in horticulture taking into account modern production development and logistics has been stated. It has been proposed to consider machine complex as the integral part of the farm entity investment project and the production process is to be presented as efficiency function maximizing minimal probability of one square meter marginal utility under fruit plants.

Key words: machine complex, machine system, horticulture, efficiency, fruit production, investment project, decision making.

УДК 633.854

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН КЛЕЩЕВИНЫ НА МАЛОТОННАЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Дидур В.А., акад. МААО, д.т.н., проф.
Ткаченко В.А., к.т.н., доц.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. (0619) 44-02-74
e-mail: didurva@mail.ru, tba34@mail.ru

Аннотация. Предложена безотходная технология переработки семян клещевины по схеме двухступенчатого отжима и химической детоксикации клещевинного жмыха. Отказ от экстракции масла позволяет применить технологию в мало-

тоннажном производстве, а отделения лузги, химическая детоксикация жмыха даёт возможность получить не только качественное масло, но и высокобелковые кормовые добавки. Отделяемая лузга используется для производства технологического пара.

Ключевые слова: клещевина, обрушивание, двухступенчатый отжим, влаготепловая обработка, химическая детоксикация, кормовые добавки.

Постановка проблемы. Касторовое масло уникальное по своему составу, в котором на рицинолевую кислоту приходится 90% и более всех жирных кислот, поэтому оно является важным стратегическим сырьём. Масло клещевины используется в военной, химической, машиностроительной, радиоэлектронной, полиграфической, лакокрасочной, медицинской, косметической и других отраслях промышленности. На Украине основным потребителем касторового масла был ОАО «Азмол», который выпускает высококачественные смазочные материалы для машин и механизмов, работающих в тяжелых условиях. Поставщиком касторового масла для ОАО «Азмол» является Индия. В Украине ранее для получения касторового масла высевали 100…110 тыс. га клещевины. Главной причиной прекращения производства клещевины является отсутствия базы для её переработки.

В результате большого отличия физико-механических и химических свойств этой культуры от свойств других семян масличных культур, без капитальной реконструкции предприятий переработку клещевины осуществить невозможно. Для возрождения производства и переработки клещевины целесообразно параллельно расширению площадей под эту культуру создавать мини-заводы по её переработки.

Анализ последних исследований. Ранее переработка семян клещевины осуществлялась по схеме предварительное прессование – экстракция с отделением лузги на шелушильной машине и обезвреживания клещевинного жмыха [1]. Предварительный съём масла осуществлялся в аппаратах Скипина и последующий отжим на шнековых прессах. Обезвреживание клещевинного жмыха производилось в пятичанной жаровне за счёт пропаривания острым насыщенным паром с одновремен-

ным вводом горячей воды до влажности 15 – 18% и температуры 105 – . 110^0 в верхнем чане. Последующая сушка осуществлялась глухим паром с доведением температуры до 130 – 135^0 и снижением влажности до 7,0 – 10%. Обезвреженный жмых, предназначающийся для кормовых целей, должен иметь отрицательную реакцию (агглютинации эритроцитов) на присутствие рицина. Содержание металла в пределах 20 – 40 мг/кг и лузги не более 11,0%.

В 1968 году выходит временная инструкция по переработке необрушенных семян клещевины по схеме форпрессования – экстракция [2] Предварительный съём масла в аппарате Скипина был снят с производства. Последующие исследования подтвердили необходимость отказаться от обрушивания семян из-за несовершенства шелушильной машины и технологии подготовки семян к обрушиванию, что вызывало, повышенную масличность отделённой лузги и соответственно потерю масла [3,4].

Рицин инактивируется нагреванием паром и введением влаги. Однако, аллерген клещевины не разрушается при обычном способе детоксикации, и люди, имеющие дело с клещевинным шротом или жмыхом могут приобрести повышенную чувствительность к нему и страдать от аллергических реакций [5]. Исследования по детоксикации аллергена клещевины производится химическими реагентами.

В настоящее время в Украине создана целая сеть малотоннажных цехов по производству подсолнечного масла (маслобоек). Оборудование этих цехов имеет ряд существенных недостатков. Самым большим недостатком является применение влаготепловой обработки мятки в огненных жаровнях при контактной темпере 400-700^0 С, с большой неравномерностью температурного поля в пространстве и во времени, отсутствием возможности управлять тепловыми режимами и невозможностью инактивации ферментной системы разрушенного семени.

Исследованиями, проведенными в США, Англии, СССР [6] и других странах, установлено, что уже при температуре 115 – 135^0 С в растительных маслах интенсивно протекают окислительные и гидролизные процессы. Окисление масел, начавшиеся в процессе переработки семян, продолжаются в готовом продукте в процессе хранения, насыщая его канцерогенными и мутагенными продуктами окисления.

Жесткие режимы влаготепловой обработки резко снижают переваримость и усвояемость белков, вызывая гидролиз незаменимых дефицитных аминокислот, прежде всего лизина [7]. Резко снижается качество жмыхов, как высокобелковых кормовых добавок.

Цель исследования. Целью представленной работы является обоснование технологии глубокой переработки клещевины на мини-заводах, которая обеспечит получение высококачественного медицинского, технического касторового масел и клещевинного жмыха – высокобелковой кормовой добавки.

Основная часть. Анализ работ по переработке семян клещевины, проведенных отечественными и зарубежными исследователями и авторами статьи [8,9,10,11,12], позволили разработать для малотоннажных предприятий технологию переработки семян клещевины по схеме двукратное прессование без экстракции и обезвреживание токсических веществ клещевинного жмыха.

Технологическая схема переработки семян клещевины, которая предлагается авторами, представлена на рис. 1. Семена клещевины имеют очень хрупкую оболочку и высокомасличное ядро с очень малой механической прочностью. Ввиду этих специфических особенностей семена клещевины предварительно перед обрушиванием предлагается кондиционировать (подсушивать) до влажности 7,0 – 8,0% и сортировать по размерам на три сорта. Обрушивание семян, сепарирование полученной рушанки, и предварительное грубое измельчение ядра целесообразно производить в комбинированной машине – шельмашине.

Совмещение трёх операций в одной машине сокращает время контакта оболочки с частично разрушенным высокомасличным ядром, что снижает потери масла в производстве. Откалиброванные семена клещевины из приёмного бункера 1, элеватором 2 со специальными ковшами подаются в бункер шельмашины 3. Семена из бункера через питающий валик поступают в однопарные вальцы 4 в зазор между валками, где осуществляется их обрушивание. Чтобы сохранить целостность ядра семени, зазор между валками устанавливается на 0,5 – 1,0 мм меньше средней толщины зерна клещевины. Полученная рушанка поступает на колеблющее решето 5 с диаметром отверстий 3 мм. Проход через решето, представленный

в основном мелкой оболочкой, транспортируется колеблющимся наклонным днищем 6, собирается в желоб и выводится за пределы шельмашины. Ядро и крупная оболочка движется сходом с решета и попадает в пневмосепарирующий канал 7. Ядро, как более тяжелая фракция, падает вниз на однопарные вальцы 8.

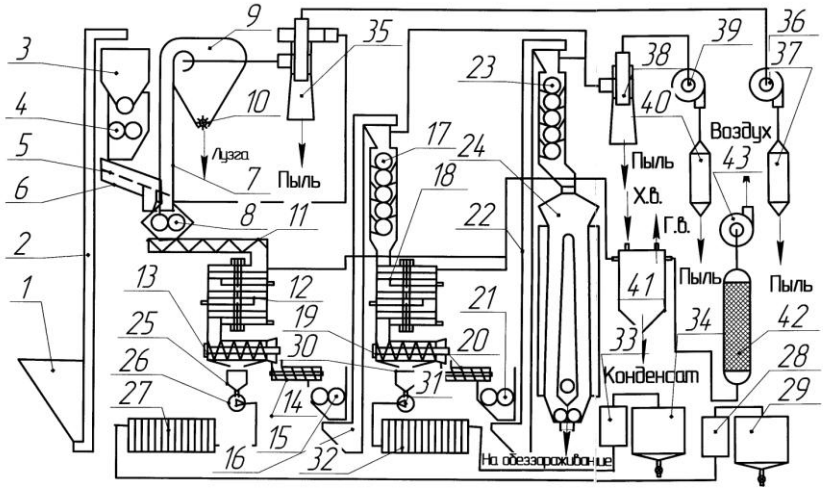


Рисунок 1 – Технологическая схема переработки семян клещевины:

1 – приёмный бункер, 2 – элеватор, 3 – бункер шельмашины, 4, 8, 15, 21 – однопарные вальцы, 5 – колеблющее решето, 6 – колеблющее днище, 7 – пневмосепарирующий канал, 9 – осадочная камера, 10 – вакуумный затвор, 11 – шнек-инактиватор, 12 – многочанная жаровня, 13 – форпресс, 14, 20 – ломальный шнек, 16, 22 – нория, 17, 23 – пятивалковый станок, 18 – многочанная жаровня, 19 – экспеллерный пресс, 24 – охладительная колонка, 25, 30 – сдвоенная гущеловушка, 26, 31 – насос, 27, 32 – фильтр-пресс, 28, 33 – трубчатый теплообменник, 29, 34 – бак, 35, 40 – регулируемый циклон, 36, 39, 43 – центробежный вентилятор, 37 – рукавный фильтр, 38 – циклон, 41 – теплообменник, 42 – адсорбер.

Ядро семян клещевины вследствие его высокой масличности при тщательном измельчении превращается в мазеобразный, комкающийся, почти нетранспортабельный про-

дукт, в котором равномерное распределение влаги на последующей операции (влаготепловая обработка) практически невозможно. Поэтому ядро семян клещевины подвергают грубому дроблению на однопарных плющильных вальцах 8. Зазор между вальцами устанавливают на 1,0 – 2,0 мм меньше, чем толщина средней фракции ядра.

Отделённая лузга подхватывается струёй воздуха, создаваемой вентилятором 36 и уносится в центробежную осадочную камеру 9 шельмашины, где за счёт центробежных сил и увеличения объёма осаждается и выводится через вакуум-затвор 10 за пределы шельмашины. Лузжистость ядра не должна превышать 8,0 – 10,0%, вынос ядра в оболочку 0,3 – 0,4%, масличность отходящей лузги не более 1,5 – 1,8%.

Лузга с осадочной камеры 9 и проход с колеблющегося решета шельмашины пневмотранспортом подаётся в приёмный бункер парового котла для обеспечения технологического пара.

Семена клещевины имеют наиболее активную (сравнительно с другими масляными культурами) липазу, поэтому после измельчения ядра необходимо проводить инактивацию ферментного комплекса, для чего используется шнек-инактиватор 11. Инактивацию ферментной системы полученной мятки необходимо производить увлажнением и нагревом в течение 30 – 40 с насыщенным острым паром до влажности 9,0 – 10,0% и температуры 85 – 90°С. При этом кислотное число прессовых масел снижается в среднем на 0,6-0,8 мг КОН сравнительно с маслами, которые получают с применением обычного способа жарения.

Из шнека-инактиватора мятка поступает в многочанную жаровню 12. В верхнем чане жаровни влажность мятки доводят до 13,0 – 13,5 %. Увлажнённую мятку подвергают дальнейшей тепловой обработке в самопропаривающихся слоях толщиной 350 – 450 мм с доведением влажности при входе в пресс до 5,0 – 6,0 % и температуры 100 – 105°С. Продолжительность жарения мезги при нормальном заполнении жаровен должна составлять 45 – 60 мин. Давление зарубашечного пара в жаровне должно быть 0,5 МПа. Отвод влаги из жаровни производится с помощью естественной аспирации через вытяжные трубы, не допуская подсоса воздуха в чаны жаровни.

Предварительный отжим мезги производится на форпрессе 13. Величина зазора между зеерными пластинами

должна составлять: на I ступени – 1,5 мм, на II – 1,0, на III – 0,75 и на IV – 0,45 мм, частота вращения шнекового вала 18 об/мин. Масличность ракушки на выходе из форпресса 17 – 20%, влажность форпрессового жмыха 6 – 6,5%.

Измельчение форпрессового жмыха производят последовательно в ломальном шнеке 14 для жмыха, однопарных вальцах 15 и на пятивалковом станке 16. Измельчённый форпрессовый жмых по степени измельчения должен быть максимально однородным с содержанием прохода через одномиллиметровое сито не менее 80%. Подачу предварительно измельчённого форпрессового жмыха осуществляют норией 16. Пятивалковый станок 17 устанавливается над многочанной жаровней 18 экспеллерного пресса 19.

Измельчённый форпрессовый жмых подаётся в верхний чан экспеллерной жаровни 18. В верхнем чане жаровен шнековых форпрессов мезга подвергается вторичному увлажнению до 7 – 7,5% водой, и насыщенным острым паром. Увлажнённая мятка проходит дальнейшую тепловую обработку в самопропаривающихся слоях толщиной 250 – 350 мм с доведением влажности при входе в пресс до 3,7 – 4,2% и температуры 115 – 120°С. Продолжительность жарения мезги при нормальном заполнении жаровен должна составлять 45 – 60 мин. Давление зарубашечного пара в жаровне должно быть 0,5 МПа.. Отвод излишней влаги из второго и третьего чанов регулируют задвижками вытяжных окон без принудительной вентиляции.

Окончательный отжим производится в экспеллерном прессе 19. Зазоры между зеерными пластинками (мм): I секции – 0,8 – 1,0; II секции – 0,5 – 0,7; III секции – 0,25; IV секции – 0,15. Частота вращения шнекового вала 4,5 – 5,5 об/мин. Масличность жмыха при фактической влажности, не выше 6,0%.

Измельчение экспеллерного жмыха производят последовательно в ломальном шнеке 20 для жмыха, однопарных вальцах 21 и на пятивалковом станке 23, подача в который осуществляется норией 22. Измельчённый экспеллерный жмых по степени измельчения должен быть максимально однородным с содержанием прохода через одномиллиметровое сито не менее 80%. Измельчённый экспеллерный жмых далее поступает в охладительную колонку 24 и в цех детоксикации рицина, рицинина и аллергенов.

Форпрессовое масло с пресса 13 поступает в сдвоенную гущеловушку 25, с которой насосом 26 подаётся в фильтрпресс 27 и далее в трубчатый теплообменник 28, бак 29 склада готовой продукции. Экспеллерное масло с пресса 19 поступает в сдвоенную гущеловушку 30, с которой насосом 31 подаётся в фильтрпресс 32 и далее в трубчатый теплообменник 33, бак 34 склада готовой продукции.

Фильтрацию касторового масла следует проводить при 90 – 95°С и давлении 0,2 – 0,3 МПа через два слоя бельтинга ГОСТ 332. Получаемое по такой схеме очистки, масло содержит 0,1 – 0,25% весового отстоя и не более 0,09% фосфора в пересчёте на стеароолецитин, что позволяет полностью отказаться от паровой гидратации.

Для улавливания пыли семян клещевины предусмотрена полузамкнутая система очистки воздуха в шельмашине 4-10. Для разделения потока применяется регулируемый циклонный аппарат РЦР 35 с дополнительно устроенным улиточным разделителем потока. Запылённый воздух аспирируется из центробежной осадочной камеры шельмашины и зоны отвеивания и направляется в регулируемый циклонный аппарат. Здесь отделяется свыше 91% пыли и происходит разделение потока на две части. Один поток (выходящий из раскручивающей улитки) возвращается в пневмосепарационный канал шельмашины, а другой поток подаётся центробежным вентилятором 36 на вторую ступень очистки – рукавный фильтр 37. Степень очистки в рукавном фильтре свыше 96 %.

Отсос воздуха от остального оборудования, выполняющего механические процессы переработки семян клещевины, происходит вентилятором 39 с двухступенчатой очисткой воздуха в циклонном аппарате 38 и рукавном фильтре. 40.

Таким образом, применение полузамкнутой системы очистки воздуха в шельмашине с использованием регулируемого циклонного аппарата с дополнительно устроенным улиточным разделением потока, двухступенчатая очистка воздуха при механической обработке семян клещевины циклон и матерчатый фильтр, а при влаготепловой обработке трубчатый теплообменник и адсорбер с активированным углём обеспечивают надёжную защиту окружающей среды.

Отсос паровоздушной смеси из жаровен 12 и 18 осуществляется вентилятором 43 и проходит двухступенчатую очи-

стку конденсацией паров в трубчатом теплообменнике 41 и в адсорбере 42 с активированным углём.

Получаемый при производстве отжим – экстракция шрот, а при двухступенчатом отжиме жмых являются ценными кормовыми продуктами. Так в шроте масличность составляет 1,34 – 2,81%, содержание в нём протеина достигает 41,00 – 50,00%, золы 4,30 – 10,70%, клетчатки 24,60 – 37,50, безазотисто-экстрактивных веществ 41,00 – 50,00%. Однако, шрот и жмых клещевины недопустимы для кормления сельскохозяйственных животных из-за наличия в нём растительного токсабульмина – рицина и алкалоида – рицинина. По биологическим свойствам рицин представляет собой клеточный яд, ингибирующий энзиматическую активность некоторых систем. Рицин отличается высокой токсичностью. Особенно он ядовит для теплокровных животных.

Подобно другим токсинам, рицин способен вызывать агглютинацию красных кровяных телец. Денатурация рицина при нагревании сопровождается потерей им токсических свойств. Наиболее часто для обезвреживания шрота используется влаготепловая обработка в чанных тостерах не менее 1,5 – 2,0 ч при исходной влажности 24 – 26 % и конечной температуре не ниже 135^0. Обработка считается законченной при отрицательной пробе на рицин. Рицинин гораздо легче обезвреживается, поэтому при обезвреживании рицина, считается полностью обезвреживается и рицинин. Жесткие режимы влаготепловой обработки резко снижают переваримость и усвояемость белков, вызывая гидролиз незаменимых дефицитных аминокислот, прежде всего лизина и метионина. Снижение растворимости белков является следствием их денатурации. Кроме того, при жесткой влаготепловой обработке происходит реакция меланоидинообразования – взаимодействия белков и углеводов, в результате чего ухудшается аминокислотный состав белков. Резко снижается качество жмыха или шрота, как высокобелковых кормовых добавок.

Учитывая, что применяемые в настоящее время способы обеззараживания клещевинного шрота сложны и энергоёмки, а также их применение не всегда даёт полное обезвреживание, крайне важна разработка химического способа обеззараживания шрота и жмыха клещевины с целью их использования в кормлении животных. В связи с этим определённый интерес

представляют исследования при обработке шрота щелочными растворами аммиака или гидроксила натрия. После такой обработки достигается почти полная детоксикация шрота. Принципиальным отличием такого способа обработки есть обеззараживания водорастворимой фракции белка рицина гидролизом, а не денатурацией белка. Возможно, химическая обработка обезвреживает гидролизом и белково-полисахаридную фракцию аллергена. К сожалению, в данных исследованиях содержание аллергена не определялось.

В институте механизации животноводства были проведены исследования химических способов обеззараживания шрота клещевины с целью его последующего использования в кормлении животных. Для определения степени детоксикации шрота использовали реакцию агглютинации эритроцитов. Для определения токсичности шрота, различных способов обеззараживания проводилось подкожное введение экстракта исследуемого образца шрота кроликам. Лучшие результаты были получены при обработке клещевинного шрота 40% раствором едкого натрия $NaOH$ в количестве 4 – 5% от массы шрота за счёт выдержки обработанного шрота в течение 5 – 7 суток. Изучение переваримости питательных веществ рационов при включении 33,6 – 33,8% клещевинного шрота обезвреженного химическим методом показало, что применение едкого натрия повышает переваримость протеина, жира и золы по сравнению с использованием кальцинированной соды.

Полученные результаты позволили авторам статьи разработать технологическую линию по обезвреживанию клещевинного жмыха химическим способом. Технологическая схема детоксикации клещевинного жмыха представлена на рис.2

Измельчённый, охлаждённый жмых поступает в приёмный бункер 1 линии детоксикации. Далее жмых подаётся в смеситель СКО-Ф-3 2, куда подаётся 40% раствор $NaOH$ в количестве 4 – 5% от массы жмыха. Раствор приготавливается на специальной линии. Здесь сухой порошок щёлочи подаётся транспортёром 7 в смеситель 8, где готовится раствор, который поступает в накопительную ёмкость 9, а затем насосом-дозатором 10 распыливается в смесителе СКО-Ф-3 2. Готовая смесь раздаточным транспортёром 3 подаётся в один из бункеров-детоксикаторов 4. Здесь в течение 5 – 7 суток при темпе-

ратуре 55 – 60^0 происходит гидролизация рицина и рицинина. Готовый жмых после охлаждения подаётся в сборный транспортёр 5, а оттуда через норию 6 на склад готовой продукции или в транспортное средство непосредственно заказчику.

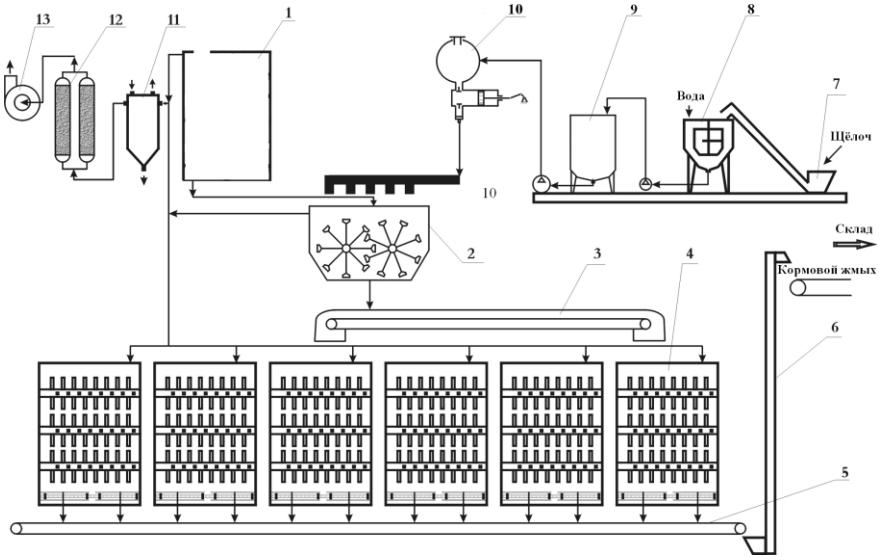


Рисунок 2 – Технологическая схема детоксикации клещевинного жмыха:

1 – приёмный бункер, 2 – смеситель, 3 – раздаточный транспортёр, 4 – бункер –детоксикатор, 5 – сборочный транспортёр, 6 – нория, 7 – загрузочный транспортёр, 8 – смеситель, 9 – накопительная ёмкость, 10 – насос-дозатор, 11 – т рубчатый теплообменник, 12 – адсорбер с активированным углём, 13 – центробежный вентилятор

Отсос паровоздушной смеси из системы детоксикации осуществляется вентилятором 13 и проходит двухступенчатую очистку конденсацией паров в трубчатом теплообменнике 11 и в адсорбере 12 с активированным углём.

По нашим данным конструкция шельмашин, изготовленных по чертежам СКБ «Продмаш», позволила достичь большого съёма лузги. Однако увеличение съёма лузги до 7 – 10% приводит к росту её масличности до 3,5 – 4,3%. Это оправдало отказ отделения лузги вообще.

Поэтому в предлагаемой технологии мы ввели дополнительные операций перед обрушиванием: кондиционирования влажности семян до 7,0 – 8,0% и сортировку их по размерам на три сорта, а также совмещение в шельмашине третьей операции грубого измельчения. Кроме этого, для снижения масличности отделяемой лузги проведена оптимизация процесса сепарирования рушанки на колеблющемся решете и в вертикальном пневмосепарирующем канале.

Технологические расчёты показали, что предлагаемая технология переработки при исходной масличности семян клещевины 55% позволит получить выход форпрессового масла 48,66%, экспеллерного масла 1,49% с потерей масла в жмыхе 1,49% и в лузге 0,31%. Выход жмыха 24,77%, лузги 15,53%. Содержание лузги в жмыхе 8 – 10%.

Выводы.

1. Предлагаемая технология со шнеком-инактиватором паровыми жаровнями двухступенчатым отжимом позволяют на мини-заводах отказаться от экстракции и получать касторовое масло высокого качества, а обеззараживания клещевинного жмыха обработкой 40% раствором гидроксила натрия с последующей выдержкой получить высокобелковую кормовую добавку и снизить энергоёмкость процесса.

2. В предлагаемой технологии за счёт введения дополнительных операций перед обрушиванием: кондиционирования влажности семян 7,0 – 8,0% и сортировка их по размерам на три сорта, а также совмещение с шельмашиной третьей операции грубого измельчения и оптимизация процесса сепарирования рушанки снижают потери масла в производстве. Технологические расчёты показали, что предлагаемая технология переработки при исходной масличности семян клещевины 55% позволит получить выход форпрессового масла 48,66%, экспеллерного масла 1,49% с потерей масла в жмыхе 1,49% и в лузге 0,31%. Выход жмыха 24,77%, лузги 15,53%. Содержание лузги в жмыхе 8 – 10%.

3. Применение полузамкнутой системы очистки воздуха в шельмашине с использованием регулируемого циклонного аппарата с дополнительно устроенным улиточным разделением потока, двухступенчатая очистка воздуха при механической обработке семян клещевины циклон и матерчатый фильтр, а при влаготепловой обработке трубчатый теплообменник и ад-

сорбер с активированным углём обеспечивают надёжную защиту окружающей среды.

ЛІТЕРАТУРА

1. Переработка семян клещевины // Технологические инструкции масло-жировой промышленности. том 1. Хранение и переработка масличных семян. – М. Пищепромиздат, 1956. – С. 225 – 232.

2. Переработка необрушенных семян клещевины по схеме форпрессование – экстракция (временная инструкция) // Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров, том IV, вып.4. – Л.: ВНИИЖ. 1968. – С. 64 – 72.

3. Стам Г.Я. Переработка семян клещевины по схеме предварительное прессование – экстракция /Г.Я Стам.- Масложировая промышленность, 1977. – №2. – С. 16 – 19.

4. Кошкарова В.А. Переработка семян клещевины экстракционным способом без отделения лузги / В.А.Кошкарова. -Масложировая промышленность, 1974. – №6. – С. 8.

5. Бетскарт А.А. Белок подсолнечника, сафлора, кунжута и клещевины / А.А. Бетскарт, К.К. Лайон, Г.О. Колер: пер. с англ Н.И. Яковлевой; под ред. и с предис. В.Н.Сойфера // Источники пищевого белка – М.: Колос, 1979. – С. 104 – 133.

6. Маркелова С.Н. Исследование влияния технологических воздействий при переработке семян подсолнечника на течение окислительных гидролитических процессов в липидной фракции / С.Н. Маркелова, В.А Ткаченко // Збірник наукових праць ІОК УА-АН. – Запоріжжя, 1997. – Вип. II – ювілейний – С. 27 – 33.

7. Щербаков В.Г. Химия и биохимия переработки масличных семян /В.Г. Щербаков. – М.: Пищевая промышленность, 1977–168 с.

8. Дідур В.А. Технологія безвідходної (глибокої) переробки насіння рицини /В.А. Дідур, В.О. Ткаченко, С.М. Маркєлова //Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2003. – Вип. 15. – С. 3 – 10.

9. Ткаченко А.В. Математическая модель влаготепловой обработки мятки семян масличных культур в многочанной жаровне / А.В.Ткаченко, В.В. Дидур, В.А. Дидур, В.А.

Ткаченко // Праці ТДАТУ – Мелітополь.. 2012. – Вип. 12, том 1. – С. 23 – 34.

10. Ткаченко В.А. Моделирование процесса отжима мезги масличных семян в шнековых прессах / В.А.Ткаченко, В.А. Дидур, А.В.Ткаченко, В.В. Дидур// Праці ТДАТУ. Мелітополь. 2011. – Вип. 11, том. 2. – С. 3 – 14.

11. Дидур В.А, Влияние противотоков в шнековом прессе на эффективность его работы /В.А. Дидур, В.А. Ткаченко, А.В. Ткаченко, В.В. Дидур // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 11, том 4. – С. 20 – 34.

12. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел /Белобородов В.В. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 478 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Castor-oil plant seeds processing // Tehnologicheskie instruktsii maslo-zhirovoy promishlennosti. Tom1. Hranenie i pererabotka maslichnyh semyan. – M. Pishchepromizdat, 1956. – S. 225 – 232.

2. Raw castor bean processing under the scheme prepressing- extraction (temporary instruction) // Rykovodstvo po tehnologii polucheniya i pererabotki rastitel’nih masel i zhirov, tom IV, vyp.4. – L.: VNIIZH. 1968. – S. 64 – 72.

3. Stam G.Ya. Castor-oil plant seeds processing under the scheme preforming- extraction / G.Ya. Stam. – Maslozhirovaya promishlennost’, 1977. – №2. – S. 16 – 19.

4. Koshkarova V.A, Castor-oil plant seeds processing by extraction method without husk separation / V.A. Koshkarova// Maslozhirovaya promishlennost’, 1974. – №6. – S. 8.

5. Betskart A.A. Protein of sunflower, safflower, sesame and castor bean/ A.A. Betskart, K.K. Laion, G.O.Koler; per. s angl. N.I. Yakovlevoy; pod. red. i s predis. V.N.Soifera // Istochniki pishchevogo belka/ – M.: Kolos, 1979. – S. 104 – 133.

6. Markelova S.N. Investigation of the impact of technological influence under sunflower seed processing on the course of oxidizing hydrolytic processes in lipidic fraction / S.N. Markelova, V.A. Tkachenko // Zbirnyk naukovyh prats IOK UAAN. – Zaporizhya, 1997. – Vyp. II – uyvileiny – S. 27 – 33.

7. Shcherbakov V.G. Chemistry and biochemistry of oilseeds/ V.G. Shcherbakov. – M.: Pishchevaya promishlennost', 1977–168 s.

8. Didur V.A. Technology of waste-free (deep) castor bean processing / V.A. Didur, V.O. Tkachenko, S.M. Markyelova // Pratsi TDATA. – Melitopol, 2003. – Vyp. 15. – S. 3 – 10.

9. Tkachenko A.V. Mathematical model of moisture thermal processing of oilseed meal in multi-vat brazier / A.V.Tkachenko, V.V. Didur, V.A. Didur, V.A. Tkachenko // Pratsi TDATU.– Melitopol, 2012. – Vyp. 12, tom 1. – S. 23 – 34.

10. Tkachenko V.A. Modelling of oilseed pulp extraction process in expeller / V.A. Tkachenko, V.A. Didur, A.V.Tkachenko, V.V. Didur// Pratsi TDATU.– Melitopol, 2011. – Vyp. 11, tom 2. – S. 3 – 14.

11. Didur V.A. The impact of countercurrents in expeller on efficiency of its operation / V.A. Didur, V.A. Tkachenko, A.V.Tkachenko, V.V. Didur // Pratsi TDATU.– Melitopol, 2011. – Vyp. 11, tom 4. – S. 20 – 34.

12. Beloborodov V.V. General processes of plant oil production/ V.V.Beloborodov. – M.: Pishchevaya promishlennost', 1966. – 478 s.

TECHNOLOGY OF CASTOR-OIL PLANT SEEDS PROCESSING AT SMALL-CAPACITY PLANTS

V.A. Didur , V.A. Tkachenko

Summary

The waste-free technology of processing under the scheme of two-stage extraction and chemical detoxication of castor-oil plant oilcake has been suggested.

The refusal from oil extraction permits to apply the technology at small-capacity plants and husk separation, chemical detoxication provides an opportunity to produce not only oil but high-protein feed additives. The separated husk is used to produce process steam.

Key words: castor-oil plant, hulling, two-stage extraction, wet-heat treatment, chemical detoxication, feed additives.

УДК 621.1

ЗМІНА ТЕПЛОГІДРАВЛІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ОКТАДЕЦИЛАМІНУ

Ломейко О.П., к.т.н., доц. *
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
Кулінченко В.Р., д.т.н., проф.,
Національний університет харчових технологій
м. Київ, Україна
Тел. (0619)-42-10-04
e-mail: alexdec1@rambler.ru

Анотація. Дослідним шляхом виявлено вплив під час застосуванні октадециламіну на теплообмін і динаміку пароутворення при кипінні у великому об'ємі, що веде до зменшення лінійних розмірів парових бульбашок і частоти їх генерації. Добавки ОДА ведуть до утворення захисної плівки на поверхні теплообміну, що доцільно використовувати в режимі експлуатації і консервації теплового обладнання.

***Ключові слова*:** кипіння, теплообмін, парова бульбашка, великий об'єм, октадециламін.

Постановка проблеми. Одним з шляхів підвищення економічності і надійності тепломасообмінного обладнання є введення в пароводяний контур установок поверхнево-активних амінів (ПАА), які за рахунок зміни фізико-хімічних властивостей робочого тіла і стану внутрішніх поверхонь устаткування впливають на структуру двофазних потоків, їх гідродинамічні і кавітаційні характеристики, інтенсивність тепломасообміну, підвищують корозійно-ерозійні захисні властивості металу, очищають забруднені поверхні від відкладень. Ефективність роботи теплотехнологічної установки залежить від характеру процесу паротворення. Вивченню

---

* Публікується по рекомендації: ак. МААО, д.т.н, проф. Дідура В.А.

цього питання приділяється підвищена увага, проте під час кипіння чистих рідин і розчинів органічних речовин використовувався традиційний теплоносій – чиста вода, в той же час, як навіть мікродобавки ПАА здатні змінити поверхневий натяг двофазних систем і вплинути на процеси теплообміну [1]. У зв'язку з цим доцільне проведення комплексу досліджень по впливу мікродобавок поверхнево-активного аміну (зокрема, октадециламину – ОДА – $C_{18}H_{37}NH_2$), які за рахунок зміни фізико-хімічних властивостей робочого тіла і стану внутрішніх поверхонь устаткування впливають на структуру двофазних потоків, їх гідродинамічні і кавітації характеристики, інтенсивність тепломасообміну, підвищують корозійно-ерозійні захисні властивості металу, очищають забруднені поверхні від відкладень.

Аналіз останніх досліджень. Ефективність роботи теплотехнологічних апаратів залежить від характеру процесу паротворення. Вивченню цього питання приділяється підвищена увага, проте у вказаній області досліджень як середовище зазвичай використовувався традиційний теплоносій – чиста вода, в той час, як навіть мікродобавки ПАА здатні змінити поверхневий натяг двофазних систем і вплинути на процеси теплообміну.

Мета дослідження. В зв'язку з цим доцільним шляхом виконаний комплекс досліджень впливу мікродобавок поверхнево-активного аміну (зокрема, октадециламина – ОДА) на процес кипіння і динаміку паротворення в широкому діапазоні тиску і відносно невеликих теплових потоків, характерних для теплотехнологіних апаратів харчової, фармакологічної, хімічної та інших галузей промисловості. Представляє інтерес визначення концентраційних меж ефективного використання ПАА як для поліпшення теплообміну, так і для ефективного інгібірування поверхонь нагріву від корозії. Запропонована методика виконання роботи і результати лабораторних досліджень по впливу малих добавок ОДА на процеси паротворення і теплообміну при кипінні у великому об'ємі в широкій області тиску і теплових навантажень.

Основна частина. Експерименти в області тиску p в межах 100 кПа проводилися на дослідній установці, схема якої наведена на рис. 1. Нагрівальним елементом була мідна горизонтальна трубка $d = 3{,}4 \cdot 10^{-2}$ м, $l = 0{,}12$ м, обладнана всередині електричним нагрівачем. Динаміка паротворення вивчалася за допомогою швидкісної кінозйомки в двох проекціях. Діапазон

досліджуваних параметрів: тепловий потік q = 40–120 кВт/м^2; концентрація ОДА C = 0,3–70 міліграм/кг. Досліди показали, що при добавках ОДА в киплячу воду перепад температур стінка – рідина ΔT зменшується, але коефіцієнт тепловіддачі від поверхні до середовища зростав. Інтенсивність тепловіддачі залежить як від теплового потоку – q так і концентрації ОДА (C, міліграм/кг). З графіка (рис. 2) виходить, що існує деяка оптимальна концентрація ОДА – $C_{опт}$, якій відповідає максимальний приріст тепловіддачі. Значення $C_{опт}$ визначається тепловим потоком і розташовується для досліджених умов в діапазоні $C \approx$ 3–10 міліграм/кг.

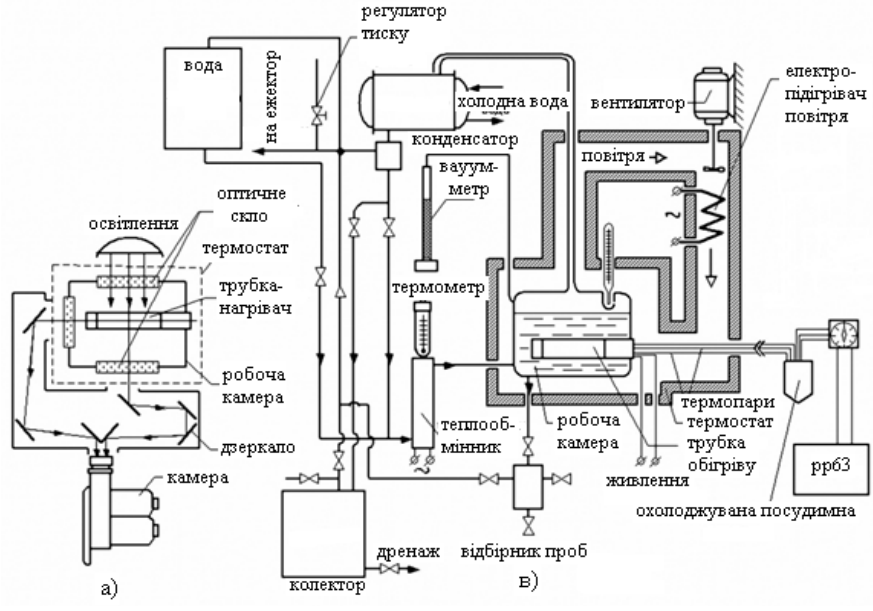


Рисунок 1- Принципова схема дослідної установки

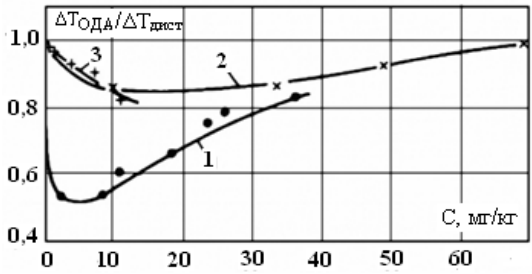


Рисунок 2 - Вплив концентрації ОДА на тепловіддачу за р=100 кПа: 1–3 – q відповідно 40, 80 і 120 кВт/м^2; $\Delta T_{дист}$ – температурний напір під час кипіння дистиляту

При добавці ОДА змінюється динаміка паротворення – відбувається зменшення відривного діаметру міхурів ($D_в$) і збільшення їх частоти пароутворення (f) (рис. 3).

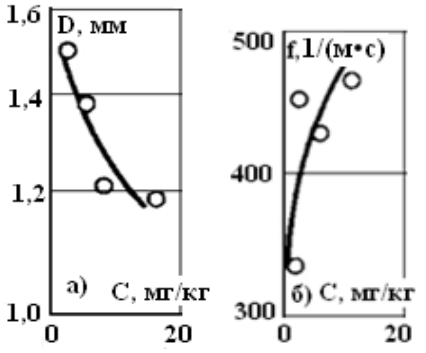


Рисунок 3 - Вплив концентрації ОДА на відривний розмір (а) і відносну частоту генерації парової фази (б) при p=100 кПа і q=40 кВт/м^2

Бічні стінки посудини, в якій відбувалося кипіння, були виконані з оптичного скла, що давало можливість візуально досліджувати зміну динаміки паротворення при різних концентраціях ПАА в об'ємі рідини. Аналіз кінограм дозволяв визначити середню швидкість росту парової бульбашки dR/dt; максимальний розмір бульбашки $R_{макс}$; час зростання бульбашки $t_р$; час очікування $t_о$ (коли бульбашка відсутня на поверхні) і частоту генерації парової фази f.

На рис. 4 наведені дані з кінетики зростання парових бульбашок при кипінні водних розчинів ОДА різної концентрації. Видно, що із зростанням концентрації ОДА зменшується максимальний розмір бульбашок $R_{макс}$, що генеруються. Одночасно відбувається зменшення часу зростання бульбашок $t_р$, а час очікування $t_о$ знижується практично до нуля. Частота відриву бульбашок $f=(t_р+t_о)^{-1}$ істотно збільшується із зростанням концентрації ОДА в розчині. Максимум частоти відриву бульбашок відповідає концентрації, за якої розчин ОДА переходить у фазу міцели. Аналіз кінокадрів дозволяє зробити ще один важливий вивід: при кипінні чистої води, що генеруються теплообмінною поверхнею бульбашки витягнуті в горизонтальному напрямі ($R_x/R_y \approx 2$), тоді як в присутності

ОДА вони мають сферичну форму. На другій установці виконано дослідження впливу добавок ОДА на інтенсивність теплообміну і критичні теплові потоки під час кипіння в діапазоні тиску p=0,07…0,5 МПа. Схема цієї установки наведена на рис. 5.

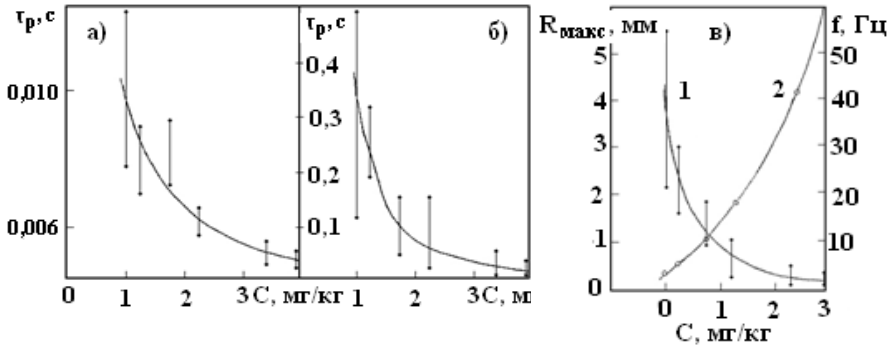


Рисунок 4 - Кінетика кипіння водяних розчинів ОДА: а) час росту, б) час очікування, в) максимальний розмір парових бульбашок і частота генерації (p=100 кПа, q=40 кВт/м^2)

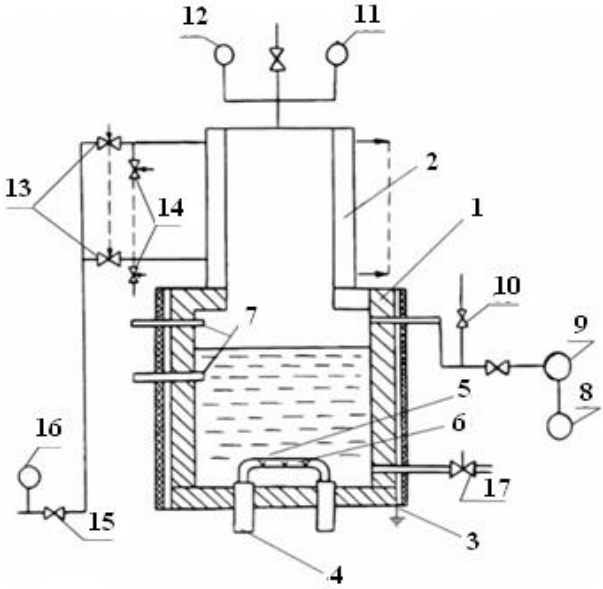


Рисунок 5 - Схема кип’ятильної частини дослідної установки: 1 – кип’ятильна посудина; 2 – підвід струму; 3 – поверхня нагріву; 4 – регулювання системи нагріву; 5 – дослідна ділянка; 6 і 7 – термопари; 8–10 – вакуумна система; 11, 12 і 16 – манометри; 13–15 – вентилі

Дослідні дані наведені на рис. 6 у вигляді часової залежності $\alpha = Cq^n$, де α, Вт/(м^2·К) – коефіцієнт тепловіддачі; q, кВт/м^2 – густина теплового потоку, C і n – сталі величини. Дозування ОДА виконувалося періодично.

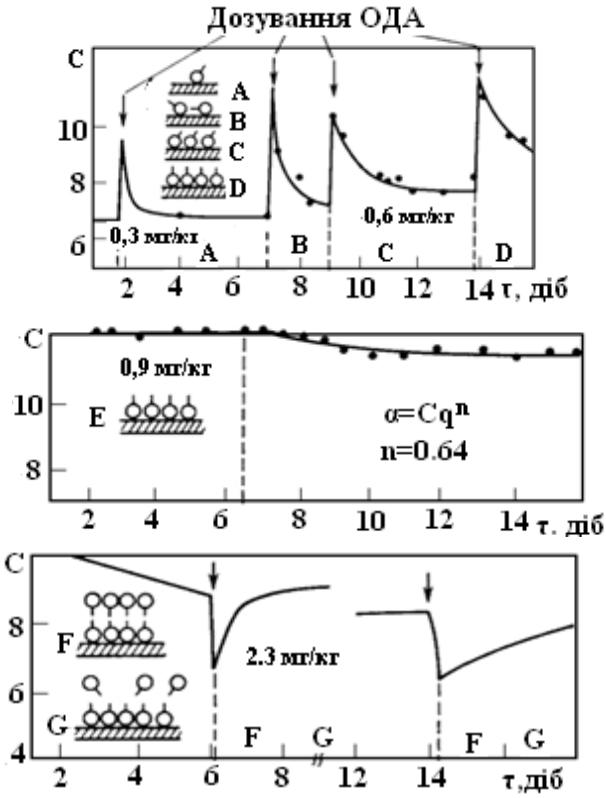


Рисунок 6 - Результат дослідження впливу дозування ОДА на теплообмін під час кипіння (p=70 кПа)

Аналіз отриманих даних дозволяє зробити наступні висновки. При одноразовій дозировці ОДА, внаслідок підвищення його концентрації у розчині частина молекул ОДА приводить до значного підвищення коефіцієнта тепловіддачі α, адсорбуючись на поверхнях концентрація ОДА в розчині зменшується, що призводить до зменшення α. (Ця обставина веде до певного зменшення α. але все ж чисельне значення залишається більшим, ніж для випадку кипіння чистої води).

Періодичне дозування ОДА веде до поступового насичення поверхні теплообміну молекулами ОДА і збільшення його концентрації в об'ємі рідини. При досягненні оптимальної концентрації, яка залежить від тиску, густини теплового потоку, матеріалу і стану поверхні, можна досягнути підвищення рівня тепловіддачі приблизно до 50% (рис. 6,E). Передозування ОДА може привести до утворення подвійних і багатошарових молекул ОДА на поверхні теплообміну. Стійкість цього шару тягне за собою короткочасне зменшення коефіцієнта тепловіддачі, але цей шар поступово руйнується і тепловіддача стабілізується (рис. 6,F).

Важливим фактом є те, що при довготривалій експлуатації поверхні теплообміну в умовах кипіння з добавками ОДА встановлюється певне граничне покриття цієї поверхні, за якої відбувається стабілізація тепловіддачі.

Висновки. 1. На підставі комплексних досліджень виявлено вплив ОДА на теплообмін і динаміку пароутворення під час кипіння у великому об'ємі. Визначені оптимальні концентрації ОДА від 2 до 10 мг/л, за яких зменшується відривний розмір парових бульбашок і збільшується частота їх генерації, при цьому коефіцієнт тепловіддачі зростає до 30%.

2. Дослідним шляхом виявлена спроможність добавок мікродоз ОДА в теплоносій до розпушування і винесення твердих відкладень з поверхні нагріву. Показано, що ОДА спроможний утворювати захисну плівку на поверхні металу при концентрації до 5 мг/л. Цю властивість доцільно використовувати як в режимі експлуатації теплового обладнання, так і на період його консервації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кукушкин А.Н. Кипение жидкостей, содержащих микродобавки поверхностно-активных веществ/ А.Н. Кукушкин, А.А. Симановский //Энергосбережение и водоподготовка. - 2007.- №4.- С. 52–54

BIBLIOGRAPHY

1. Kukushkin A.N. Local boiling inclusive microadditives of surface-active substances поверхностно-активных веществ /A.N. Kukushkin, A.A. Simanovskiy // Energosberezhenie i vodopodgotovka. 2007. -№4.-S. 52–54

HEAT –EXCHANGE EQUIPMENT THERMOHYDRAULIC PARAMETER CHANGING THROUGH THE USE OF OCTADECYLAMINE

O.P. Lomeiko, V.R. Kulinchenko

Summary

Experience has shown the impact on heat exchange during the use of octadecylamine and dynamics of steam formation at pool boiling resulting in reduce of steam bubbles linear dimension and their frequency of occurrence. The additives ODA lead to protective film appearance on heat exchanger surface which makes sense to use in operating and putting in prolonged storage mode of heat exchanger.

Key words: boiling, heat exchange, steam bubble, pool boiling, octadecylamine

УДК 581.43:543.06

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕТОКСИКАЦІЇ ТОКСИНУ В НАСІННІ РИЦИНИ ІНФРАЧЕРВОНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Дідур В.А., акад. МААО, д.т.н., проф.
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. (0619) 44-02-74
e-mail: didurva@mail.ru
Троїцька О.О., к.б.н., с.н.с.
Ковязина М.Ю., провідний фахівець
ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України
м. Запоріжжя, Україна
Тел. (061) 286-53-23
e-mail: troitskaya2012@gmail.com

Анотація. В статті надані результати експериментальних досліджень ефективності детоксикації інфрачервоним випро-

мінюванням токсину - рицину, який міститься у насінні рицини та в макусі або шроті, утворюваних після переробки насіння на олію. Приведені технологічні режими процесу мікронізації, що забезпечують повну інактивацію токсичних властивостей білку рицину та показники якості процесу детоксикації.

Ключові слова: детоксикація, інфрачервоне випромінювання, кормові цілі, токсин рицин, рицина, токсичні властивості.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу, впровадження науково обґрунтованої економічно доцільної конверсії біоенергетичного потенціалу рослинної сировини для виробництва кормів – це один з важливіших елементів відтворювального процесу. Рівень рентабельності виробництва продукції тваринництва в значній мірі залежить від раціонального використання кормів, які визначають більшу частину виробничих витрат [1, 3, 4].

Збільшення виробництва продуктів тваринництва і зниження їх собівартості в значній мірі стримуються за причини нестачі кормового протеїну. Дефіцит його у тваринництві складає від 20-30% загальної потреби. Неповноцінність раціонів тварин призводить до зниження ефективності використання кормів, внаслідок чого знижується продуктивність тваринницької галузі. Відомо, що через гостру нестачу високоякісної білкової сировини, щорічна перевитрата зерна в Україні складає близько 1,5 млн. т. Як наслідок, щорічно скорочується поголів'я худоби й птиці. У країнах ЄС споживання білкових кормів складає близько 450 кг на т фуражного зерна, в Україні ж цей показник складає всього лише 85 кг. Знизити витрати кормів на одиницю продукції можливо шляхом підвищення білкової повноцінності раціонів, що досягається також й за рахунок використання в годівлі сільськогосподарських тварин відходів, які утворюються внаслідок переробки олійних культур на олію [1, 3, 5].

Рицина культивується, як олійна культура. Унікальна за своїм складом рицинова олія, у котрій на частку рицинолевої кислоти припадає 90% всіх жирних кислот, є важливою промисловою сировиною. При переробці насіння рицини на олію, яка

широко застосовується у різноманітних сферах діяльності людини, а в останній час набула ще більшого значення у зв'язку з поширенням у всьому світі виробництва біодизілю. Залишається біля 40-45% відходів у вигляді макухи або шротів, які містять близько 45% білку і є цінною сировиною для виготовлення кормових добавок. Макуху або шрот, які залишаються після виділення з насіння рицини олії шляхом екстракції або пресування, не можна використовувати без обробки на корми для сільськогосподарських тварин, за причини вмісту у них ряду токсичних компонентів, таких як дуже токсичний білок рицин (він має основне токсикологічне значення і є надзвичайно отруйним), деякі глюкопротеїди та алкалоїд рицинін (практично не отруйний для теплокровних організмів) [5]. Однак, відходи, які в процесі обробки звільнюються від токсичних речовин, можна із успіхом згодовувати тваринам, що дозволить доповнити раціон сільськогосподарських тварин білковим кормом та зменшити навантаження на природні екосистеми.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз існуючих технологій детоксикації токсичних відходів процесу переробки олійних культур на кормові цілі, показав, що використовувані методи можна умовно класифікувати за типом вживаної дії. Основою всіх технологій детоксикації є деструкція токсичних речовин під впливом фізичних і хімічних чинників. Таким чином, основними технологічними прийомами, які застосовуються при детоксикації, являються [1, 3, 4, 5, 7]:

- екстрагування токсинів (з використанням хімічних речовин);
- термічна обробка у присутності вологи;
- комбінована дія фізичних та хімічних факторів.

Технологія екстрагування і фракціонування матеріалу з відходів олійного насіння з метою детоксикації рицину – це досить поширений технологічний прийом, який використовується в різних країнах.

Однак, навіть при використанні у технологічному процесі детоксикації рицинової макухи і шроту, екстракторів безперервної дії, процес екстрагування - це все одно досить енергоємний та ресурсовитратний процес, який вимагає використання хімічного реагенту, що викликає додаткові витрати та небажані наслідки (погіршення санітарних умов роботи, негативний вплив на технологічне обладнання та довкілля).

Також, для здійснення процесу екстрагування потрібне дороге, специфічне устаткування, що робить впровадження його у промислових умовах не доцільним. До того ж, детоксикація розчином хімічних реагентів призводить до втрати біля 20% цінного білку, що різко псує поживність отриманого кормового продукту [1, 3, 4, 5, 7]. Чисельні фахівці, з метою знешкодження токсичних речовин у рициновій макусі та шроті рекомендують застосовувати термічну обробку у присутності вологи.

Такий технологічний прийом виправданий з біохімічної точки зору, отже при нагріванні відбувається процес денатурації рицину, як речовини білкової природи, що й призводить до втрати ним токсичних властивостей.

Також, процес детоксикації рицинової макухи шляхом термічної обробки проводять у автоклавах. Використання у промислових умовах дорогого та енергоємного обладнання – автоклаву, з урахуванням того факту, що автоклування багатотоннажних кількостей макухи не прийнятно, призводить до того, що ця технологія не виправдовує себе в промислових умовах [1, 3, 4, 5, 7].

Отже, аналіз сучасного стану проблеми детоксикації відходів, які отримують після переробки насіння рицини на олію, показав, що не зважаючи на досить різноманітні технологічні прийоми детоксикації, які розроблені в різних країнах світу, досі не існує економної, простої в технологічному виконанні та ефективної технології, яка б забезпечувала якісну детоксикацію великих мас відходів.

Тому, виникла необхідність вдосконалення технологічного процесу детоксикації рицину з метою використання відходів, що утворюються після отримання олії, на кормові цілі та адаптації цієї технології до виробничого процесу в умовах малотоннажного виробництва олії з насіння рицини [5].

Таким чином, розробка надійного та ефективного способу детоксикації рицину – це проблема, вирішення якої дозволить не тільки включити відходи переробки насіння рицини на олію у господарчий обіг, збагатити раціон сільськогосподарських тварин білковою кормовою добавкою, а також знизити шкідливий вплив на довкілля.

Мета дослідження. Метою даної статті – є ознайомлення з результатами експериментальних досліджень з визначення ефективності детоксикації інфрачервоним випромінюванням

токсину - рицину, який міститься у насінні рицини та відходах, що утворюються після переробки насіння на олію.

Основна частина. Суть обробки насіння рицини ІЧ - випромінюванням полягає в зміні структури білків в результаті інтенсивного нагріву. Опромінювання викликає резонансну вібрацію молекул, при цьому виділяється тепло і підвищується тиск, за рахунок швидкого випаровування вологи відбувається денатурація білка, що призводить до детоксикації рицину, токсичність якого пов'язана з білком глобуліном. Термічна обробка насіння рицини інфрачервоним випромінюванням (ІЧ - випромінювання нагрітих фізичних тіл з довжиною хвилі в межах від 0,74 мкм до 2000 мкм), в процесі якої відбувається детоксикація токсину рицину, що дозволяє отримати відходи (макуху, шрот), які не потребують дорогої додаткової обробки з метою знешкодження антипоживних речовин [6].

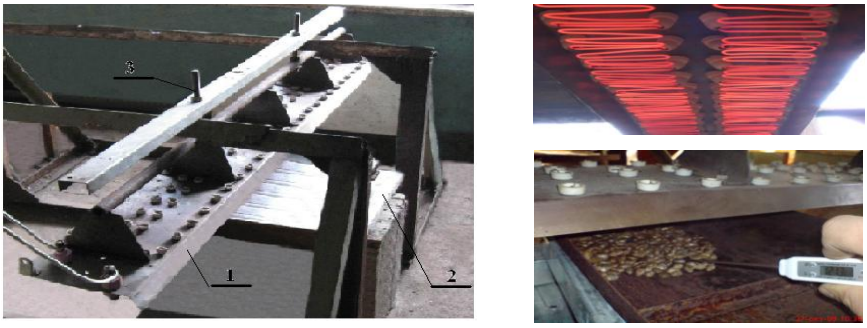


Рисунок 1 - Загальний вигляд експериментального устаткування для детоксикації насіння рицини: 1 – випромінювач; 2 – підкладка для оброблюваного матеріалу; 3 – регулювальні болти

Створено експериментальне устаткування (рис. 1), яке забезпечує обробку насіння рицини ІЧ-випромінюванням з довжиною хвилі від 1,8 мкм до 3,4 мкм, що проникає вглиб насіння на 2 - 3 мм і розігріває його зсередини. Базуючись на даних попередньо проведеного аналізу наукових джерел та попередніх лабораторних дослідженнях, визначено, що відстань між джерелом випромінювання і матеріалом – об'єктом опромінювання – впливає на щільність потоку

енергії, падаючого на поверхню матеріалу, а також на рівномірність опромінювання.

При відстані між об’єктом опромінювання та його джерелом - 100 мм, щільність потоку в 2 рази вища, ніж при 300 мм. Зокрема, якщо відстань між джерелом випромінювання буде значною, то матеріал, розташований між ними, не піддаватиметься опромінюванню. При збільшенні відстані до 300 мм відбувається поєднання епюр опромінювання, і рівномірність поля опромінювання підвищується, але щільність потоку зменшується приблизно в 2 рази, що призводить до зниження температури [5].

Визначені основні технологічні параметри детоксикації насіння рицини при обробці ІЧ-випромінюванням:

- відстань між джерелом випромінювання і насінням рицини, яка забезпечує повну детоксикацію рицину – 70 мм для обрушеного і 50 мм для необрушеного насіння рицини;
- температурний режим, який забезпечує повну детоксикацію рицину і не погіршує кормові властивості макухи – 137°С для обрушеного і 146-150°С для необрушеного насіння рицини;
- тривалість перебування насіння рицини в зоні ІЧ-обробки для необрушеного насіння - 2,5 хв., для обрушеного 1,5-2,5 хв. [6, 7].

Ефективність процесу детоксикації насіння рицини визначали за результатами реакції на рицин за ГОСТ 17290-71 [2]. Наявність або відсутність рицину визначали візуально за картиною гемаглютинації. При температурі ІЧ-обробки 146-150°С забезпечується повна детоксикація токсичної речовини білкової природи – рицину (рис. 2).

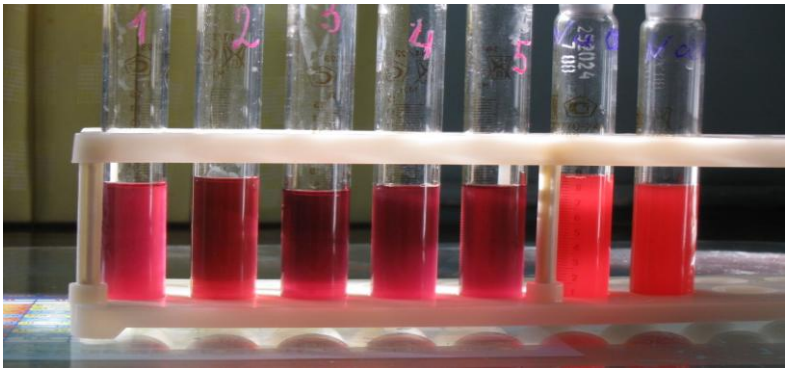


Рисунок 2 - Загальний вигляд проб, які за результатами реакції гемаглютинації показали відсутність рицину

Після проведення реакції гемаглютинації - рідина була рівномірно рожево-каламутної, при струшені пробірки, каламуть хвилеподібно рухалася, червоні грудки були відсутні. Підвищувати температуру обробки недоцільно, бо швидкість процесу денатурації білків під дією нагрівання нелінійно зростає, що призводить до глибокої денатурації білкових молекул. Для порівняння на рис. 3 надано типовий загальний вигляд проб, які за результатами реакції гемаглютинації визначено не детоксикованими.

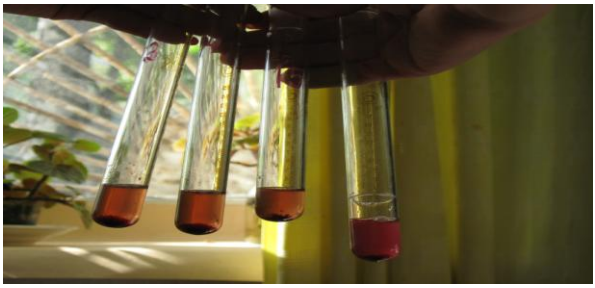


Рисунок 3 - Загальний вигляд проб, які за результатами реакції гемаглютинації показали наявність великої кількості рицину

Під впливом ІЧ - випромінювання процес детоксикації відбувається значно швидше, ніж при застосуванні традиційних методів волого - теплової обробки. При цьому у клітинному вмісті змінюється перебіг як ферментативних, так і некаталітичних біохімічних перетворювань, спричинених різким підвищенням температури, що може призвести до змінення складу і кількісного співвідношення протеїнових фракцій нативної сировини в бік значного погіршення кормових якостей отриманих макухи чи шроту. Тому, був визначений вплив технологічних режимів оброблення насіння рицини ІЧ-випромінюванням на якісні показники кінцевої продукції.

На рис. 4 представлені графіки, які ілюструють динаміку ферментативного гідролізу білків рицини травними ферментами. Для вивчення впливу обробки ІЧ-випромінювання на якість макухи визначали перетравність білків рицини при різних режимах ІЧ-обробки. Процес перетравлення білків рицини досліджували за методом Покровсь-

кого – Єртанова. Атакованість білків протеолітичними ферментами – пепсином і трипсином (фірми «Serva») визначали, використовуючи інкубацію дослідних зразків при температурі 37°С на протязі 6 годин. Про величину протеолізу судили за вмістом продуктів гідролізу в «переварі». Кількість продуктів гідролізу визначали методом Лоурі, який характеризується високою чутливістю. Перетравність білку виражали у відсотках, приймаючи за 100% вміст білка у наважці [7].

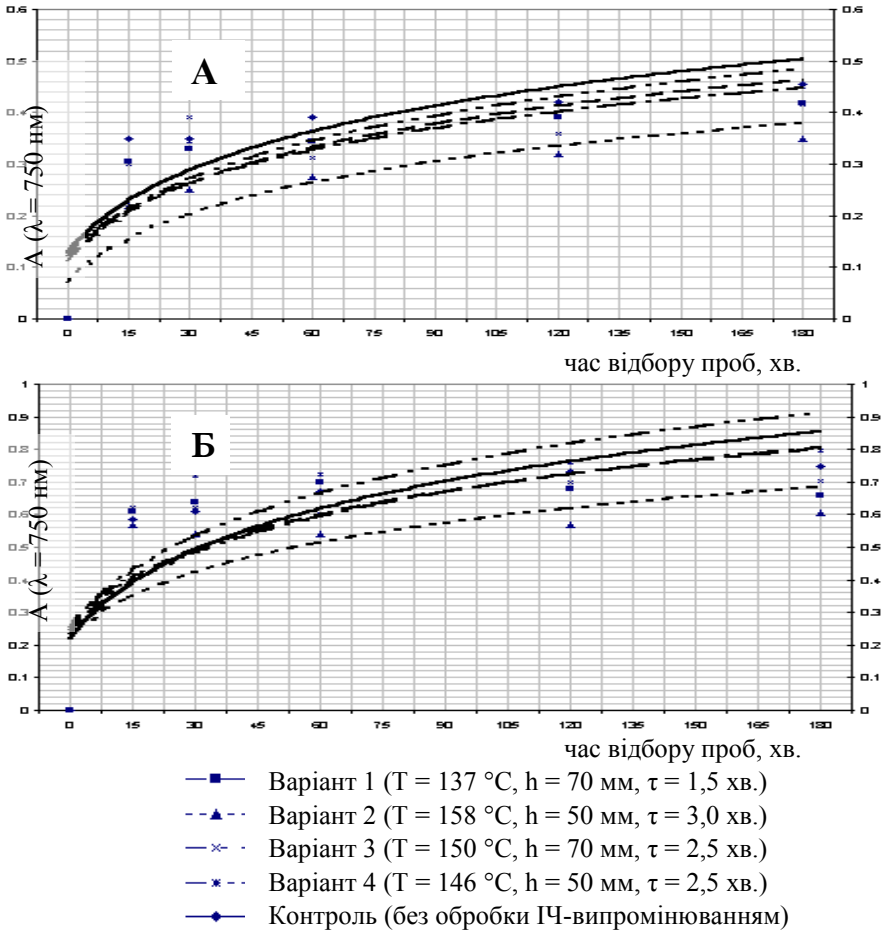


Рисунок 4 - Динаміка ферментативного гідролізу білків рицини травними ферментами: А – перетравність білків рицини пепсином; Б – перетравність білків рицини трипсином

З'ясовано, що обробка при температурі вищої за 150°С, призводить до зниження перетравності білку як пепсином, так і трипсином. Сумарна перетравність білку зразка, обробленого при температурі 158°С, була майже на 20% нижчою в порівнянні з контролем. Визначені раціональні режими обробки насіння рицини ІЧ-випромінюванням забезпечують сумарний рівень перетравності білка 50,5-57,5%, що відповідає контрольному показнику [7]. Визначення основних органолептичних і фізико-хімічних параметрів макухи проводилося відповідно ГОСТ 17290-71. Встановлено, що рицинова макуха отримана внаслідок переробки насіння рицини, яке пройшло обробку ІЧ-випромінюванням, і в якому за результатами реакції гемаглютинації повністю відсутній рицин, за органолептичними і фізико-хімічними показниками відповідають вимогам стандарту.

Висновки. За результатами проведених досліджень з визначення впливу технологічних режимів процесу детоксикації насіння рицини ІЧ-випромінюванням на якісні показники кінцевої продукції зроблено висновок, що рицинова макуха відповідає вимогам державного стандарту і зберігає відповідні фізико-хімічні та кормові властивості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барта Я. Нетрадиционные корма в рационах сельскохозяйственных животных/ Я.Барта, Х.Бергнер, К Бодя и др. . – М.: Колос, 1984.- 272 с.

2. ГОСТ 17290 – 71 Шрот клещевинный кормовой.

3. Гуменюк Г.Д. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в животноводстве/ Г.Д.Гуменюк, А.М.Жадан, А.Н.Коробко . – К.: Урожай, 1991. – 216 с.

4. Источники пищевого белка; под ред. и с предисл. В.Н. Сойфера. – М.: Колос, 1979. – 302 с.

5.Створити наукові основи глибокої переробки та використання біосировини для енергетичного і кормового забезпечення виробництва тваринницької продукції. Звіт з НДР (заключний)/ [Дідур В.А., Безпалов Р.І., Ткаченко В.О., Троїцька О.О., Шапаренко Л.Г. та ін.] // Інститут механізації тваринництва НААН. – УкрІНТЕІ; № ДР 0108U005350; Інв. № 0211U000689 – Запоріжжя, 2010 р. – 100 с.

6. Безпалов Р.І. Експериментальні дослідження процесу детоксикації насіння рицини ІЧ–випромінюванням/ Р.І.Безпалов., О.О.Троїцька, О.В.Кисельов, С.Ж.Панов., М.Ю.Ковязина// Збірник наукових праць Інституту механізації тваринництва Української академії аграрних наук «Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві».– Запоріжжя: ІМТ НААН, – вип. 1(7), 2011. – 9 с.

7.Троїцька О.О.Аналіз сучасних технологій детоксикації антипоживних речовин в насінні рицини/ О.О.Троїцька, С.Ж.Панов// Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – Запоріжжя:ІОКНААН, вип. 16, 2011. - 142-152 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Barta Ya.Alternative feed in diet of farm animals/ Ya.Barta, H.Bergner, K.Bodya and others. – M.: Kolos, 1984.- 272 s.

2. State Standard 17290 – 71 Extraction cake castor-oil plant fodder.

3. Gumeniuk G.D. Use of industry and agriculture waste in livestock/ G.D.Gumeniuk, A.M.Zhadan, A.N.Korobko. – K.: Urozhay, 1991. – 216 s.

4. Source of food protein; pod red. i s predisl. V.N.Soifera. – M.: Kolos, 1979. – 302 s.

5. Didur V.A. To create scientific basis of deep processing and using of bio feedstock for power and forage supply of livestock production. Research Report (final)/ [V.A.Didur, R.I.Bezpalov, V.O.Tkachenko, O.O.Troits'ka, L.G. Shaparenko and oth.] // Institut mekhanizatsii tvarynnytsva NAAN.– UkrINTEI; № DR 0108U005350; Inv. № 0211U000689 – Zaporizhzhya, 2010. – 100 s.

6. Bezpalov R.I. Test research of castor-oil plant seeds detoxication process by IR radiation/ R.I.Bezpalov, O.O.Troits'ka, O.V.Kysel'ov, S.Zh.Panov, M.Yu.Koviazyna// Zbirnyk naukovih prats' Instytutu mekhanizatsii tvarynnytsva Ukrainskoi akademii agrarnyh nauk «Mekhanizatsiya, ekologizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyny u tvarynnytsvi». - Zaporizhzhya: IMT NAAN, vyp. 1(7), 2011. – 9 s.

7. Troits'ka O.O. Analysis of modern technologies of antinutriment detoxication in castor-iol plant seeds/ O.O.Troits'ka, S.Zh.Panov// Naukovo-tekhnichny biuleten' Instytutu oliynyh kul'tur NAAN. – Zaporizhzhya:IOKNAAN, vyp. 16, 2011. - 142-152 s.

EFFICIENCY RESEARCH OF CASTOR-OIL PLANT SEEDS DETOXICATION BY INFRARED RADIATION

V.A. Didur, O.O.Troits'ka, M.Yu.Koviazyna

Summary

The results of experimental research of detoxication efficiency by infrared radiation of toxin ricin contained in castor-oil plant seeds and cake or oil meal obtained after seed processing have been given in the article. The processing methods of micronization process for providing complete inactivation of ricin protein toxic properties and quality parameters of detoxication process have been considered.

Key words: detoxication, infrared radiation, feed goals, toxin ricin, castor-oil plnt, toxic properties.

УДК 620.179.112/075.8

НАДЕЖНОСТЬ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВ

Коломоец В.А., асп. *
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. (619) 44-02-74

Аннотация. Работа посвящена определению показателей надежности элементов топливных насосов высокого давления, работающих как на дизельном, так и на биотопливе. Определены законы распределения параметрических отказов, с помощью которых установлены средние ресурсы. Сопоставлены значения средних ресурсов отдельных элеменов ТНВД, что позволило установить звенья с наименьшими показателями надежности, т.е. «слабые звенья». Установлено, что «сла-

---

* Научный руководитель: акад. МААО, д.т.н., проф. Дидур В.А.

бым звеном» ТНВД, работающего на биодизеле, является уплотняющие элементы. Расчитаны показатели надежности каждого элемента топливного насоса и надежность насоса в целом, работающего на различных видах топлива. При работе на биологическом топливе все показатели надежности ниже, чем при работе на дизельном топливе, что объясняется агрессивным воздействием метанолов биотоплива на конструкционные материалы.

***Ключевые слова*:** топливный насос высокого давления, биотопливо, надежность, гамма-ресурс, средний ресурс, вероятность безотказной работы, параметрический отказ, наработка до отказа.

Постановка проблемы. На основании анализа топлив биологического происхождения было определено, что перспективным альтернативным топливом ДВС для условий Украины есть топливо, которое получают путем смешивания жидких углеводородных топлив и производных рапсового масла (РМ) - метиловых эфиров РМ (МЭРМ). Однако, элементы топливной системы двигателей по разному реагируют на химическую активность топлив.

Анализ последних исследований. Эффективность использования сельскохозяйственной техники, в первую очередь, зависит от ее эксплуатационной надежности, которая поддерживается системой технического обслуживания и ремонта. В соответствии с нормативной документацией средний ресурс основных узлов и агрегатов машинно-тракторного парка должны соответствовать 10 – 15 тыс.мото-часов. Эти требования относятся и к топливной аппаратуре автотракторных и комбайновых дизельных двигателей. [1] Основными элементами топливной системы являются: топливный насос высокого давления (ТНВД), топливный насос низкого давления (ТННД), фильтры и форсунки. Практика показывает, что порядка 25 – 30 % всех отказов дизельных двигателей приходится на топливную аппаратуру. Из общего числа отказов топлтвной системы 60 % приходится на ТНВД. [2]. Основными показателями надежности топливной аппаратуры являются вероятность безотказной работы P(t) и средний ресурс в мото-часах

В соответствии с ГОСТ 10579-82 (СЭВ 2405-80)[3] средний ресурс топливного насоса высокого давления тракторных дизелей должен быть не менее среднего ресурса до первого капитального ремонта дизеля. Для тракторных дизелей средний ресурс топливных насосов высокого давления должен составлять 10000-12000 мото-часов,. А межрегулировочный период работы топливных насосов, соответственно не менее 4000 мото-часов. Это соответствует ресурсу всех элементов уплотнения, большинство которых заменяются при частичной разборке в процессе технического обслуживания [2].

Опыт эксплуатации сельскохозсйственной техники на топливе биологического происхождения, свидельельствует о том, что приведенные данные средних ресурсов элементов ТНВД существенно отличаются. Причем, в литературе приводятся весьма противоречивые сведения.[3,4].

Цель исследования. Целью данной работы является установление показателей надежности ТНВД, работающих на различных видах топлива.

Основная часть. Топливный насос высокого давления *Основная часть.* Топливный насос высокого давления дизеля представляет собой сложную систему, состоящую из корпуса, регулятора, насосной секции, подкачивающего насоса и элементов уплотнения.

Статистический анализ наработки элементов топливных насосов, поступающих в ремонт, позволил установить наработки до отказов элементов топливных насосов и их средний ресурс.

Результаты расчётов осуществлены на примере элементов топливного насоса высокого давления дизеля МТЗ-82. Отказы этих элементов статистически независимы. Результаты расчётов времени $t_н$, в течение которого вероятность выхода параметра за фиксированные границы допуска составляют не более Рт $\leq 0,5$ При этом $t_н$ соответствовует среднему ресурсу R(t), а при $P_т \leq 0,8$-$t_н = R_{\gamma 80\%}$, т.е. восьмидесяти процентный гамма -ресурс (табл. 1).

Анализ табл. 1 позволяет константировать наличие существенного отличия в значениях ресурсов R(t) и $R\gamma_{80\%}$ для рассматриваемых элементов ТНВД. Это свидетельствует о наличии «слабого звена» в общей цепи надежности ТНВД, Из табл.1 следует, что «слабым звеном» являются уплотнения.

Устранение «слабого звена» является одним из основопологающих принципов повышения надежности сложных систем. Например, средние ресурсы элементов топливного насоса,, работающего на ДТ составляют: плунжерные пары - 11150 мото-часов.; клапаны - 19200 мото-часов.; подкачивающая помпа - 13200 мото-часов.; уплотняющие элементы - 5200 мото-часов. Средние ресурсы этих элементов ТНВД, работотающих на МЭРМ ниже, чем при работе на ДТ.

Таблица 1 - Фактические ресурсы элементов ТНВД работающих на различных видах топлива

Наименование элемента топливного насоса	Фактический ресурс при работе на различных видах топлива, мото-часов				Нормируемый сред. ресурс, мото-часов
	80%		средний		
	ДТ	МЭРМ	ДТ	МЭРМ	
Плунжерная пара	8920	6080	11150	7600	10000-12000
Клапан	15360	10800	19200	13600	18000-20000
Подкачивающая помпа	10560	7400	13200	9300	12000-14000
Уплотнения	4160	768	5200	960	4000

Наработки до отказа элементов топливного насоса высокого давления, работающего на различных видах топлива представлено на рис.1. Распределение наработок до отказа элементов ТНВД, представленных на рис.1., подчиняются нормальному закону и определяляются следующней зависимостью [6].

$$f(t) = \frac{1}{\sigma_0\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t - t_0)^2}{2\sigma^2}\right], \qquad (1)$$

а вероятность безотказной работы при этом определяется следующим образом

$$P(t) = \int_0^t f(t)\,dt$$

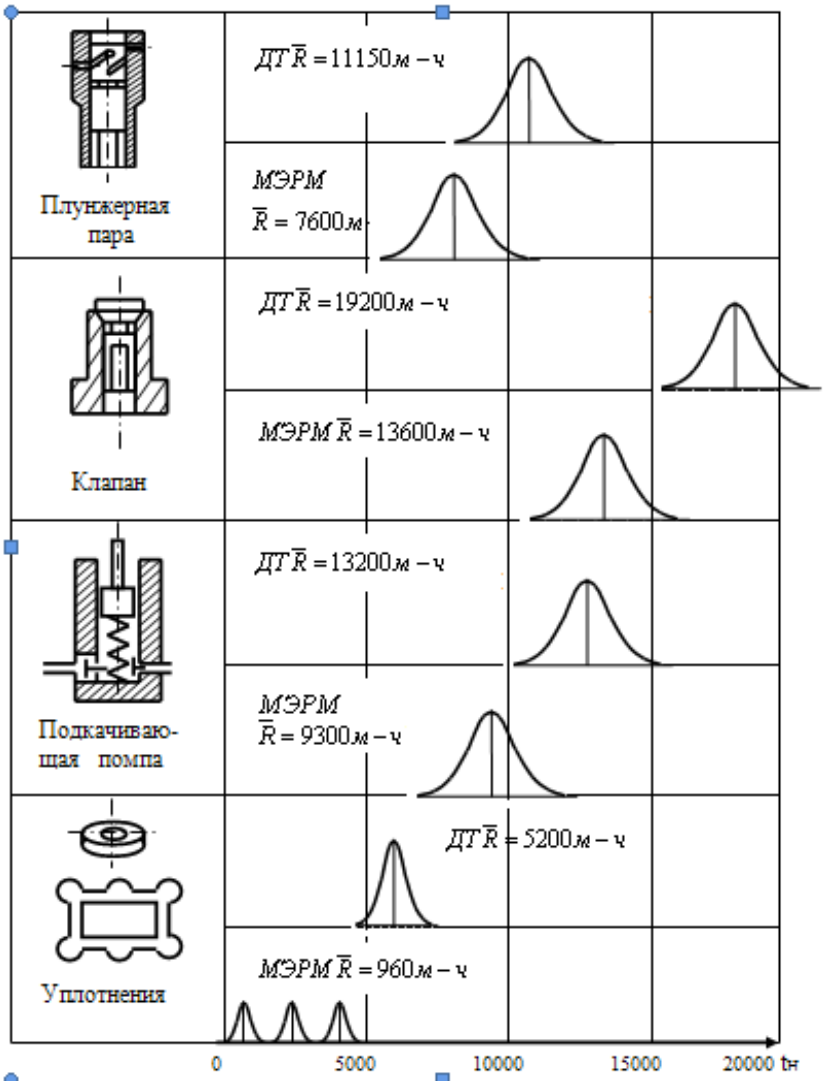


Рисунок 1 - Распределение наработки до отказа элементов ТНВД, работающих на различных видах топлива

Если ТНВД представить как сложную систему, состоящую из ряда элементов, то вероятность безотказной работы ТНВД, как слжной системы представляет собой произведение вероятностей составляющих элементов системы [6].

$$P_{стп.}(t) = \prod_{i=1}^{П} P_i(t) \qquad (2)$$

где $P_i(t)$- вероятность безотказной работы элементов системы подачи топлива.

Вероятность безотказной работы элементов топливных насосов высокого давления, работающих на ДТ и МЭРМ представлена на рис. 2.

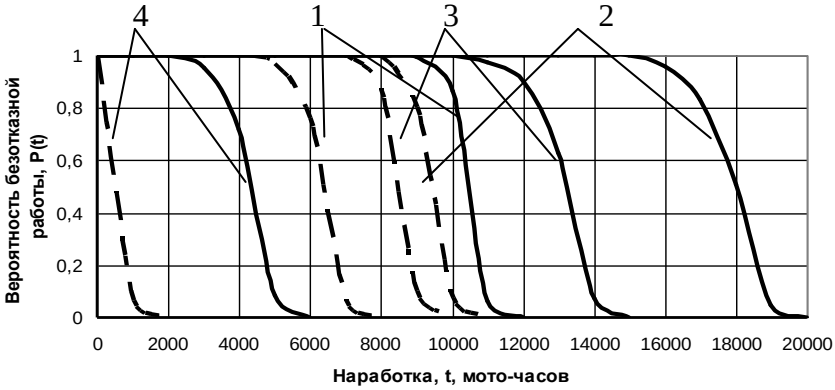


Рисунок 2 - Вероятность безотказной работы элементов топливных насосов высокого давления, работающих на ДТ (сплошная линия) и МЭРМ (пунктирная линия): 1 -плунжерная пара; 2 - клапан; 3 -подкачивающая помпа; 4 - уплотнения

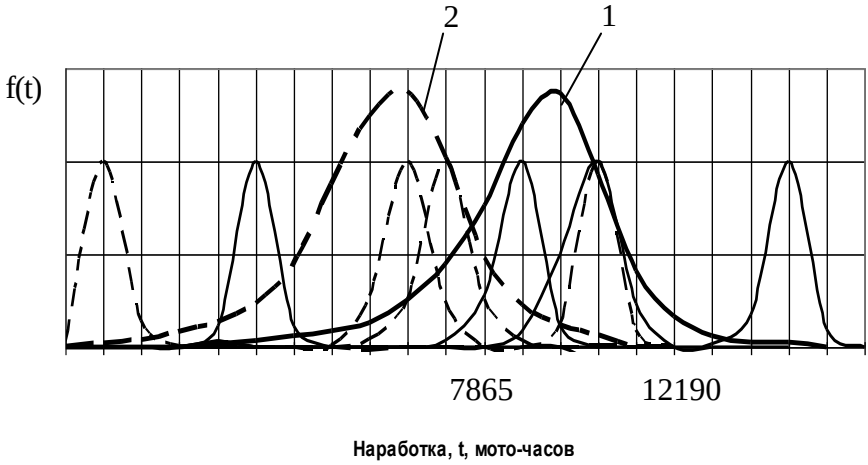


Рисунок 3 - Определение средних ресурсов топливных насосов высокого давления, работающих на 1 -ДТ и 2 – МЭРМ

Как видно из рис. 3, средний ресурс топливных насосов высокого давления, работающих на ДТ составляет 12190 мото-часов, а на МЭРМ - 7865 мото-часов, что меньше на 35,5%.

В основном, это падение ресурса происходит из-за низкой стойкости уплотняющих элементов, изготовленных из синтетических каучуков, которые очень активно взаимодействуют с эфирами биологических топлив.

Повышение среднего ресурса уплотнений до уровня среднего ресурса плунжерных пар, позволит поднять средний рсурс насоса с 7865 мото-часов до 8925 мото-часов, что даст увеличение ресурса на 13,5%.

Анализ приведенных данных показывает, что начиная примерно после 10000 мото-часов работы на ДТ, наступает непрерывный поток ресурсных отказов.

При работе на биологическом топливе, непрерывный поток ресурсных отказов наступает после 6200 мото-часов работы. Это ещё и сопряжено с тем, что при отсутствии средств диагностики из-за отказа одного из элементов, независимо от группы сложности, на практике требуется производить капитальный ремонт насоса в целом.

Выводы:

1. Установлено, что надежностьТНВД дизельного двигателя, работающего на биотопливе (МЭРМ) значитьельно ниже, чем при работе на дизельном топливе нефтянного происхождения (ДТ). Например, средний ресурс ТНВД, работающего на ДТ составляет 12190 мото-часов, а на МЭРМ -7865 мото-часов, что на 35,5% меньше по сравнению с топливным насосом, работающим на ДТ.

2. Установлено, что в топливном насосе высокого давления, работающего на биотопливе наиболее «слабым звеном» являются подвижные и неподвижные уплотнения. Повышение среднего ресурса уплотнений до уровня среднего ресурса плунжерных пар, позволит поднять средний рсурс насоса с 7865 мото-часов до 8925 мото-часов, что позволит увеличить средний ресурс на 13,5%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фанлейб Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей /Б.Н. Фанлейб// - Машино-строение, 1974. - 263 с.

2. Габитов И.И., Грехов Л.В., Неговора А.В. Техническое обслуживание и диагностика топливной аппаратуры автотракторных дизелей. М.: Легион-Автодата, 2008. - 248 с.

3. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакового масла / Марченко А.П., Семенов В.Г., Семенова Д.У., Ліньков О.Ю.// Машиностроение: Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Сборник научных трудов. Выпуск 101.-Харьков: ХГПУ.- 2000.- С.159-163.

4. Дидур В.А. Особенности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при использовании биодизельного топлива. /В.А.Дидур, В.Т Надыкто, Д.П.Журавель, В.Б. Юдовинский. - М. «Тракторы и сельхозмашины», 2009. - №3. - С.3-6.

5. ГОСТ 10579-82. Форсунки дизелей. Общие технические условия.

6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. -М.:1969.

BIBLIOGRAPHY

1. Fanleib B.N. Fuel equipment of motor and tractor diesel engines / B.N. Fanleib.- Mashinostroenie, 1974. - 263 s.

2. Gabitov I.I. Maintenance and troubleshooting of fuel equipment of motor and tractor diesel engines/ I.I.Gabitov, L.V.Grehov, A.V.Negovora.- M.: Legion-Avtodata, 2008. -248 s.

3. Marchenko A.P. Research of physicochemical parameters of alternative biofuel based on rapeseed oil / A.P.Marchenko, V.G.Semenov, D.U. Semenova, O.Yu. Lin'kov// Mashinostroenie: Vestnik Kharkovskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta. Sbornik nauchnih trudov. Vypusk 101.-Kharkov: KhGPU, 2000.- S.159-163.

4. Didur V.A. Service pecularities of agricultural mashinery when using of biodiesel /V.A.Didur, V.T.Nadykto, D.P.Zhuravel', V.B. Yudovinskiy. - M. «Traktory i sel'hozmashiny», 2009. -№3- S.3-6.

5. State Standard 10579-82. Diesel injector. General specifications.

6. Venttsel' E.S. Probability theory/ E.S. Venttsel'. - M.:1969.

RELIABILITY OF DIESEL FUEL INJECTION PUMP OPERATING ON DIFFERENT FUEL TYPES

V.A. Kolomoets

Summary

The article is devoted to the definition of parameters reliability of fuel injection pump elements operating both diesel and biofuel. There were determined the distributive laws of failure as related to products parameters by means of mean lives were set. The values of mean lives of diesel fuel injection pump single elements were mathched and it permitted to find out the links with least reliability parameters in other words “weak links”. It was defined that “weak link” of diesel fuel injection pump operating on diesel was sealing elements.

The reliability parameters of each element of fuel injection pump and reliability of pump operating on different fuel types have been calculated. All reliability parameters when operated at biofuel are less than the same ones when operated at diesel due to attack of biofuel methanols on constructional materials

Key words: fuel injection pump, biofuel, reliability, gamma-resource, mean life, probability of no failure, failure as related to products parameters, mean time to failure.

УДК 631. 363

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ДВОШНЕКОВОГО УЩІЛЬНЮВАЧА З ОДНОБІЧНИМ ОБЕРТАННЯМ ШНЕКІВ

Мілько Д.О., к.т.н., доц. *
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь
Тел. 067-7988546
e-mail: milko_dmitry@mail.ru

---

* Науковий керівник: д.т.н., проф. Шацький В.В.

Анотація. У статті представлено теоретичне обґрунтування для визначення продуктивності двошнекового ущільнювача з урахуванням відтоку матеріалу, що піддається ущільненню. На основі теоретичних відомостейщодо використання в процесах ущільнення рослинної сировини двошнекових ущільнювачів було адаптовано їх для процесу ущільнення рослинної сировини щнековими пристроями в галузі тваринництва.

Ключові слова: двошнековий ущільнювач, шнеки, ущільнення, однобічне обертання шнеків.

Постановка проблеми. При розрахунках продуктивності шнекових пристроїв не виникає проблем, оскільки проблема транспортування матеріалів у шнековому пристрої вивчена в достатній мірі. Тоді як обгрунтування процесу транспортування матеріалів у шнекових пристроях із послідуючим ущільненням викликає деякі питання. Це пов'язано із виникаючим при ущільненні зусиллям, яке в свою чергу зумовлено підвищенням пружних властивостей сировини і збільшенням внутрішнього тертя підчас стиснення та інших умов. При зростанні зусилля пресування можуть виникати так звані витоки матеріалу у просторі між корпусом і шнеком, а при застосуванні двошнекових пристроїв витоки матеріалу будуть присутні і у міжшнековому просторі.

Аналіз основних досліджень. Вперше рівняння для розрахунку продуктивності двошнекового екструдера було запропоновано Г. Шенкелем [1] у вигляді

$$Q_{\max} = iNh(2\pi - \alpha')(\pi D tg\,\alpha - e)(D - h), \qquad (1)$$

де i – кількість заходів шнекової нарізки;

N – швидкість обертання шнеків;

D, h, α – зовнішній діаметр, глибина та кут підйому шнекового каналу відповідно;

α' – кут перекриття, який визначається за формулою

$$\cos\alpha' = 1 - \frac{2h}{D-h} + \frac{h^2}{1(D-h)^2}. \qquad (2)$$

Рівняння (1) визначає продуктивність двошнекового екструдера для крайнього випадку, коли С-подібні секції гвинтів ізольовані одна від іншої, та увесь матеріал, що заповнює цей об'єм, виштовхується за один оберт.

Ціль дослідження. Застосування в процесах ущільнення рослинної сировини двошнекових ущільнювачів та адаптування їх для галузі тваринництва.

Основна частина. Однак в нашому випадку, а саме забезпечення самоочищення шнеків, необхідне деяке перекриття шнеків і, як наслідок, перетин С–подібних секцій. На додаток до цього відсутність ізольованості С–подібних секцій вимагає наявності зазорів між шнеками (витками). Саме наявність зазорів викликає створення переподрібнення та витоку матеріалу через них підчас виникнення певного опору при ущільненні.

При вивченні продуктивності багатошнекових ущільнювачів дослідники [2, 3, 4] виявили вплив конструкційних параметрів на показники цих пристроїв. Результати цих досліджень показали, що витоки з С–подібних секцій зазвичай відбуваються через бічні та, так звані, валкові зазори зачеплення шнеків. Причиною тому є наявність градієнту тиску $(dp/dz)_к$ вздовж шнекового каналу, що є наслідком замикання шнекового каналу, який спрягається з іншим шнеком та опором руху матеріалу у формуючому інструменті (дифузорі).

Треба також прийняти до уваги той факт, що виток, який замикає шнековий канал, розвиває уздовж нього градієнт тиску, тоді як від опору формуючого інструменту виникає градієнт тиску $(dp/dz)_W$, напрямок якого протилежний напрямку $(dp/dz)_к$. Величина $(dp/dz)_W$ є постійною. У всякому разі градієнт тиску у шнековому каналі можна виразити як

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)_K = \left(\frac{dp}{dz}\right)_{KS} + \left(\frac{dp}{dz}\right)_W. \qquad (3)$$

Також слід відмітити той факт, що градієнт тиску у шнековому каналі буде залежати від коефіцієнта щільності зчеплення шнеків.

Наявність витоків або переподрібнень (у разі ущільнення сухих компонентів із довжиною надто більшою за діаметр) буде причиною того, що дійсна продуктивність буде нижчою за максимальну, розраховану за рівнянням (1). Тому для розрахунку продуктивності з урахуванням витоків доцільним буде застосування рівняння

$$Q_{Заг} = Q_{\max} - Q_C - Q_\delta, \tag{4}$$

де $Q_{мах}$ – максимальна продуктивність двошнекового ущільнювача;

Q_C – сумарний виток з С–подібних секцій;

Q_δ – виток через радіальний зазор δ між поверхнями кожуху та гребня гвинта.

Для розрахунку сумарного витоку з С–подібних секцій Константинов В.Н. [5] пропонує наступний вираз

$$Q_C = 2i\int_0^W\int_0^h v_{zk}\,dxdy, \tag{5}$$

де v_{zk} – швидкість руху матеріалу у здовж вісі шнеку;

$$v_{zk} = \frac{4DN\cos\alpha}{\pi}\sum_{m=0}^{\infty}\left[\frac{1}{2m+1}\frac{sh\left(\frac{2m+1}{W}\pi y\right)}{sh\left(\frac{2m+1}{W}\pi h\right)}\sin\left(\frac{2m+1}{W}\pi x\right)\right] - \frac{\pi DN}{\cos\alpha} + \frac{1}{\mu_k}\left(\frac{dP}{dz}\right)_K \times$$
$$\times\left\{\frac{y^2}{2} - \frac{yh}{2} + \frac{4h^2}{\pi^3}\sum_{m=0}^{\infty}\left[\frac{1}{(2m+1)^3}\frac{ch\left[\pi(2m+1)\frac{2x-W}{2h}\right]}{ch\left[\pi(2m+1)\frac{W}{2h}\right]}\sin\left(\frac{2m+1}{h}\pi y\right)\right]\right\} \tag{6}$$

Проінтегрувавши вираз (4) після підстановки в нього залежність (5) отримаємо наступний вираз

$$Q_C = -2\pi h(-ie)\left[D\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{2}F_d F_c - h\right)\right]\times$$
$$\times N - \frac{h^3(-ie)F_p\cos\alpha}{6\mu_K}\left(\frac{dp}{dz}\right)_K, \tag{7}$$

де F_d, F_c, F_p – коефіцієнти, що враховують вплив бічних стінок та кривизну шнекового каналу на рух матеріалу;

$$F_d = \frac{16W}{\pi^3 h}\sum_{m=0}^{\infty}\left[\frac{1}{(2m+1)^3}\, th\frac{(2m+1)\pi h}{2W}\right], \tag{8}$$

$$F_p = 1-\frac{192h}{\pi^5 W}\sum_{m=0}^{\infty}\left[\frac{1}{(2m+1)^5}\, th\frac{(2m+1)\pi W}{2h}\right], \tag{9}$$

$$F_c = \frac{D}{2h} - \frac{\ln\dfrac{1}{1-\dfrac{2h}{D}}}{\dfrac{h}{D}\left[\left(\dfrac{1}{1-\dfrac{2h}{D}}\right)^2\right]-1} \tag{10}$$

D – зовнішній діаметр;
h – глибина шнекового каналу;
W – ширина шнекового каналу;
t – крок шнеку;
i – кількість заходів шнеку;
e – ширина гребня шнеку;
α – кут нахилу шнекового каналу.

Для розрахунку витоків через радіальний зазор можна використати вираз, який буде розглядати радіальний зазор як виток через плоску щілину, а саме

$$Q_\delta = \frac{\left[\pi - 2\arccos\left(\dfrac{A}{D}\right)\right]D\delta^3}{6\mu_\delta \cos\alpha}\,\frac{\Delta p}{L}, \tag{11}$$

де A – міжосева відстань шнеків;
L – довжина зони ущільнення по осі шнека;
Δp – перепад тисків у формуючому елементі (дифузорі);
μ_δ – ефективна в’язкість матеріалу;

$$\mu_\delta = \dot{\gamma} = \frac{\pi DN}{\delta}. \tag{12}$$

Висновки. Використання вищенаведених залежностей дозволить розширити теоретичні відомості щодо використання в процесах ущільнення рослинної сировини двошнекових ущільнювачів, а також адаптувати їх для процесу ущільнення рослинної сировини щнековими пристроями в галузі тваринництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс: пер. с нем. / Под. Ред. А.Я. Шапиро.- Л.: Гос. научно-техническое издательство химической литературы. 1962. - 468 с.

2. Kim W.S. Plaste und Kautschuk / W.S. Kim, Skatschkow W.W., Stungur Ju.W. 1976. Bd. 22. №8. - S. 16-26.

3. Kim W.S. Plaste und Kautschuk / W.S. Kim, Skatschkow W.W., Stungur Ju.W. 1973. Bd. 20. №9.- S. 665-669.

4. Ким В.С. Исследование смешивающей способности экструзионных машин и разработка основ теории и методов расчета процессов смешения полимерных материалов в экструдерах.Дис... докт. техн. наук/ В.С. Ким. - М.: МИХМ, 1979.

5. Константинов В.Н. Исследования влияния геометрических параметров червяков на производительность двухчервячного персса при грануляции некоторых термопластов. Дис… канд. техн. наук / В.Н. Константинов.- М.: МИХМ, 1963.

BIBLIOGRAPHY

1. Shenkel’ G. The expellers for plastic: transl.from German / Pod red. A.Ya. Shapiro. - L.: Gos. nauchno-tekhnicheskoe izdatel’stvo himicheskoy literatury. 1962.- 468 s.

2. Kim W.S. Plaste und Kautschuk / W.S. Kim, Skatschkow W.W., Stungur Ju.W. 1976. -Bd. 22. №8.- S. 16-26.

3. Kim W.S. Plaste und Kautschuk / W.S. Kim, Skatschkow W.W., Stungur Ju.W. 1973.- Bd. 20. №9.- S. 665-669.

4. Kim V.S. Research of mixing ability of extruding machine and development of theory basis and calculation methods of mixing processes of polymer materials in extruders. Dis.dokt.tekh.nauk/ V.S. Kim. - M.: MIHM, 1979.

5. Konstantinov V.N. Research of influence of two-wormed press geometrical parameters on productivity of twin screw under granulation of some thermoplastics. Dis.dokt.tekh.nauk/ V.N.Konstantinov.-M.: MIHM,1963.

THEORETICAL RESEARCH FOR PRODUCTIVITY OF TWIN-SCREW GASKET WITH ONE-SIDE SCREW ROTATION

D.A. Mil'ko

Summary

The theoretical substantiation for determination of the twin-screw gasket productivity taking into account the compacted material leakage has been presented in the article. On the basis of theoretical data concerning the use of the twin-screw gaskets in the processes of plant raw material compaction they have been adapted to the plant raw material compaction process with screw devices in livestock.

Key words: twin-screw gasket, screw, gasket, one-side screw rotation.

УДК 662.8:[636.085:662.81

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ БРИКЕТУВАННЯ ВІДХОДІВ РОСЛИННИЦТВА ПРИ ВИКОРИСТАННІ НА КОРМОВІ ЦІЛІ

Бакарджиєв Р.О., к.т.н., доц.*
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. (0619) 42-23-41
Троїцька О.О., к.б.н., с.н.с.
Кожемякін Г.Б., к.т.н., доц.
e-mail: troitskaya2012@gmail.com
Запорізька державна інженерна академія
м. Запоріжжя, Україна
Тел/факс (061) 212-38-87

Анотація. В статті надані результати експериментальних досліджень ефективності технології брикетування відходів

---

* Публікується по рекомендації: ак. МААО, д.т.н, проф. Дідура В.А.

рослинництва при використанні на кормові цілі. Визначено, що ефективність годування тварин брикетованим кормом залежить від багатьох факторів: структури, фізичного стану, складу та живильності компонентів.

Підвищення ефективності технології проявилося в зростанні продуктивності тварин, збільшенні настригу вовни, зниженні втрат кормів та робочого часу на обслуговування тварин.

Ключові слова: відходи рослинництва, ефективність годування, кормові брикети, поживна цінність, технологія брикетування.

Постановка проблеми. Один із головних напрямків державної стратегії України - охорона навколишнього середовища, тісно пов'язана з ефективним використанням вторинної сировини та утилізацією відходів. Вторинна сільськогосподарська сировина - це самий дешевий вид сировини і переробка її на кормові цілі, крім одержання додаткових поживних речовин, вносить значний внесок в діло охорони довкілля. Комплексне рішення проблеми одержання кормових засобів з відходів рослинництва, вимагає удосконалення відповідних технологій, які дозволяють попередити однобічний перехід біогенних речовин у воду, ґрунт та повітря і повернути їх у господарський цикл, що веде до утворення додаткових кормових засобів необхідних для годування тварин. Тварини у свою чергу перетворюють вторинні продукти (відходи) екосистеми у тваринний білок для харчування людини [1]. Тому, на сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу, розробка техніко-технологічних основ комплексної економічно доцільної конверсії біоенергетичного потенціалу відходів агропромислового виробництва для виробництва кормів – це один з важливіших елементів відтворювального процесу. А їх залучення у господарчий обіг представляє собою значне джерело виробництва матеріальних ресурсів і тим самим дозволить ефективно вирішувати проблеми раціонального використання всіх видів природних ресурсів та запобігання забруднення довкілля [1, 2].

Аналіз останніх досліджень. Брикетування сировини рослинного походження - ефективний спосіб підготовлення її до використання для господарських потреб. Він дозволяє знач-

но підвищити щільність матеріалу. Частки подрібненого матеріалу знаходяться в брикетах за рахунок механічного зчеплення між собою. Воно виникає унаслідок переплетення і деформації часток маси, а також спікання основного компонента зі зв'язуючим. При цьому частково порушується волокниста структура клітинних оболонок і знижується стійкість кліток соломи до дії ферментів в травному тракті [2, 3].

Численні дослідження показали, що з всіх фізико-механічних і технологічних характеристик матеріалів, які брикетують, домінуюче значення мають: вологість, фракційний склад, добавки, температура. Параметри які перераховані вище, визначають стан пресуємої маси, до того ж, необхідно знайти оптимальне сполучення конструктивних параметрів і режимів роботи пресу, котрі забезпечують отримання якісних паливних брикетів. Для виробництва брикетів існує ряд пресів, різних як за конструктивним виконанням, так й за параметрами і режимами їх роботи [2, 3, 4].

В кормоприготуванні використовується вагове і об'ємне дозування компонентів суміші. Вагове дозування особливо необхідне для птахів і свиней. При виробництві брикетів з використанням соломи для великої рогатої худоби і овець кількість компонентів значно скорочується, а споживання цих кормів тваринами в середньому за добу на голову буває більшим. В цьому випадку об'ємне дозування забезпечує одержання брикетів доброї якості, його й було використано в наших експериментах [3, 4].

Мета дослідження. Метою даної статті – є ознайомлення з результатами експериментальних досліджень з визначення ефективності згодовування сільськогосподарським тваринам брикетованих відходів рослинництва.

Основна частина. Нами були проведені дослідження з визначення ефективності згодовування брикетованого корму вівцям-яркам за схемою, наведеною у табл. 1. Для проведення досліджень підбирались тварини приблизно однакової живої ваги. Різниця в середній вазі овець дослідних груп не перевищувала 0,3 кг. Угодованість овець характеризує стан їх здоров'я. В піддослідні групи підбиралися тварини середньої угодованості. Утримання піддослідних овець було стійловим.

Проведення дослідів за вказаною схемою дозволяє встановити збільшується чи ні продуктивність тварин, при

згодовуванні кормів з відходів рослинництва в брикетованому вигляді (рис. 1). Для виготовлення брикетів використовувалася солома вологістю 12 - 14%. При виготовленні брикетів солому не розмелювали, а подрібнювали до часток величиною не більше 40 мм. В результаті зберігалася її вихідна структура, яка задовольняє фізіологічним потребам жуйних тварин.

Ефективність годівлі тварин брикетованим кормом залежить від багатьох факторів: структури, фізичного стану, складу і поживності. Такий корм повинен відповідати вимогам певної групи тварин, забезпечувати високу продуктивність і якість продукції, причому з підвищенням продуктивності перетравлення поживних речовин раціону також повинне підвищуватися. Виготовлені на прес-брикетувальнику кормові брикети мали діаметр 70 мм при висоті 40-50 мм. Величина і щільність брикетів дозволяла згодовувати їх контрольній групі тварин без додаткового подрібнення. Загальна поживність раціону склала 1,2 корм. од. в 1 кг корма при вмісті 110 г перетравного протеїну. Дослідна група отримувала таку ж кількість кормів, але брикетованих. В період проведення досліду облік завданих кормів і їх залишків був щоденним.

Рисунок 1 – Зовнішній вигляд кормових брикетів з відходів рослинництва

У всіх кормах, використаних в досліді було визначено склад основних поживних речовин.

Визначено, що брикетовані корми в порівнянні з розсипними поїдались вівцями на 27-36% більше. При згодовуванні брикетованого корма у овець інтенсифікувався процес травлення. Залишків брикетованого корма в годівницях не спостерігалось на протязі всього облікового періоду, в той

же час корм в розсипному вигляді часто залишався і розкидався тваринами. Дослідженнями встановлено, що при згодовуванні вівцям брикетованих кормів з включенням великої кількості озимої соломи (40-50% за вагою), брикети поїдались тваринами дуже охоче, продуктивність тварин збільшилась на 15-20% при однаковому їх утриманні, причому настриг вовни був вищим в дослідній групі у порівнянні з контрольною на 16%.

Таблиця 1 - Схема досліду при згодовувані кормових брикетів на вівцях-ярках

Показники	Групи	
	контрольна	дослідна
Кількість тварин в групі, гол.	5	6
Вік, міс.	25	25
Тривалість ідготовчого періоду, днів	15	15
Тривалість облікового періоду, днів	30	30
Тривалість годівлі, днів	150	150
Добовий раціон	Солома озимого ячменя (790 г), сіно злакове (540 г), сіно люцернове (300 г), зернова дерть із ячменю і пшениці (360 г), сечовина (8 г) та обезфторений фосфат	
Характер годівлі в обліковий період	Корми в розсипному вигляді	У вигляді брикетів діаметром 70 мм, висотою 40-50 мм при щільності від 500 до 600 кг/м^3

Застосування брикетованих кормів з відходів рослинництва при годівлі овець дозволило значно знизити втрати кормів, збільшити їх поїдання і знизити витрати робочого часу на обслуговування тварин в 2 рази. Проводився аналіз крові - гематологічні показники (вміст гемоглобіну, еритроцитів, РОЕ, лейкоцитів), на всьому протязі досліду, знаходилися в межах фізіологічної норми. Таким чином, кормові брикети на основі рослинних відходів відповідають фізіологічним потребам жуйних тварин.

Висновки. Результати експериментальних досліджень показали, що при згодовуванні вівцям кормових брикетів на основі відходів рослинництва (соломи), збільшилося поїдання кормів, що сприяло: зростанню продуктивності тварин на 15-20%; збільшенню настригу вовни на 16%; зниженню втрат кормів і витрат робочого часу на обслуговування тварин. Процес брикетування дозволяє інтенсифікувати використання рослинних відходів в якості кормів та є економічною і екологічною технологією їх підготування для подальшого згодовування сільськогосподарським тваринам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мануйлова Т. А., Панков Н. Ф. Экологические проблемы в отраслях пищевой промышленности/ Т. А.Мануйлова, Н. Ф.Панков. Хранение и переработка сельхозсырья, 2005. – № 7. – С. 18-22.

2.Бакарджиєв Р.О. Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи прес-брикетувальника для утилізації рослинних матеріалів. Автореф. дис. канд. техн. наук. - Мелітополь, 1997.

3. Кисельов О.В. Провести дослідження параметрів і режимів виготовлення паливних і кормових повнораціонних брикетів. Звіт з НДР (заключний) / [О.В.Кисельов, Р.О.Бакарджиєв, О.О.Троїцька та ін.] ІМТ УААН. - № ДР 0197U001013; Інв. №0200U003608.- Запоріжжя, 2001.- 24 С.

4. Троїцька О.О. Ефективність використання кормових брикетів на основі соломи, виготовлених на прес-брикетувальнику паливних брикетів/ О.О.Троїцька, Р.О.Бакарджиєв// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ, вип. 10, т. 4, 2010. -с. 64-69.

BIBLIOGRAPHY

1. Manuilova T.A. Ecological problems in branches of food industry/ T.A. Manuilova, N.F. Pankov. - Hranenie i pererabotka sel’hozsirya, 2005. – № 7. – S. 18-22.

2. Bakardzhiyev R. O. Substantiation of design parameters and operation modes of press-briquetting machine for plant material utilization. Avtoref. dis. kand. tehn. nauk/ R.O. Bakardgiyev.- Melitopol, 1997.

3. Kysel’ov O. V. To carry out the research of parameters and modes of fuel and feed complete cubes production. Research

Report (final) /[O.V.Kysel'ov, R.O.Bakardzhiyev, O.O.Troitska and oth.] // IMT UAAN. - № DR 0197U001013; Inv. №0200U003608.- Zaporizhzhya, 2001.- 24 s.

4. Troitska O.O. Efficiency of straw-based forage briquette using made on press-briquette machine of fuel briquette / O.O.Troitska, R.O.Bakardzhiyev// Pratsi Tavriskogo derzhavnogo agrotehnologichnogo universytetu. - Melitopol: TDATU, vyp. 10, t. 4, 2010.- s. 64-69.

EFFICIENCY OF PLANT CULTIVATION WASTE BRIQUETTING TECHNOLOGY WHEN USING AS FODDER

R.O.Bakardzhiyev, O.O.Troitska, G.B. Kozhemiakin

Summary

The results of efficiency research of plant cultivation waste briquetting technology when using as fodder have been given in the article. It has been defined that the feed efficiency of cubed feed depended on number of factors: structure, physical condition, composition and nutritious ingredients. Efficiency technology increase extended itself in animal productivity growth, wool clip increase, reduce of feed loss and animal management working hours.

Key words: plant cultivation waste, feed efficiency, feed forage briquette, nutritional value, briquetting technology.

УДК. 631.316

БІОНІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ДО СТВОРЕННЯ ДИСКОЗУБОВИХ БОРІН ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Бабицький Л.Ф., акад. МААО, д.т.н., проф.
Соболевський І.В., к.т.н., докторант*.
Південний філіал Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет»
м. Сімферополь
Тел/факс (0652)26-38-23.

---

* Науковий консультант: акад. МААО, д.т.н., проф., Л.Ф. Бабицький

Анотація. Стаття присвячена обґрунтуванню біосистемного підходу до створення робочих органів ґрунтообробних машин для сучасних технологій землеробства з метою підвищення надійності, працездатності та якості роботи при поверхневому обробітку ґрунту. У роботі розглянуто дискозубові робочі органи борін, що створені по біонічній подібності.

Ключові слова: біомеханіка, надійність, працездатність, система, середовище, ґрунт, зубці, логарифмічна крива.

Постановка проблеми. Основним завданням екологічного землеробства є отримання у природних умовах чистої сільськогосподарської продукції зі збереженням природної родючості ґрунтів. Інтенсивне використання орних земель і ерозійні процеси, що при цьому виникають, призводять до порушення екологічної рівноваги у природному середовищі. Це негативно впливає на якість отриманої сільськогосподарської продукції, що повинна відповідати стандартам якості.

Природне середовище, як система, є самовідновлювальна і самозберігаєма. Втручання людини шляхом хімічного і механічного обробітку ґрунту призвело до накопичення у ньому різних токсичних «неприйнятних» елементів що перешкоджають її відновленню і самозбереженню. Закладаючи принципи загальної теорії систем слід розглядати імовірність функціонування робочого органу, що створюється, в підсистемі, яка включає ґрунт, рослину і атмосферу [1].

Оскільки створений штучний робочий орган по відношенню до складових цієї підсистеми є неоднорідним, виникає необхідність пошуку шляхів адаптації його до природних умов. Яскравий приклад пристосованості до різноманітних умов існування показує жива природа. Багатообразний світ тварин і комах успішно існує у різноманітних природно – кліматичних умовах. За мільйони років існування у процесі природного відбору виживали тільки найбільш пристосовані організми. Їх слід використовувати для створення дієвих і ефективних робочих органів ґрунтообробних машин для екологічного землеробства. При такій постановці питання доцільно використовувати принципи і методи біоніки.

Слідуючи цьому, ґрунтообробний робочий орган необхідно створювати по біонічній подібності живому організму, який успішно функціонує у вищенаведеній підсистемі. Тому важливим першопочатковим етапом є вибір біонічного прототипу близького до функціонального призначення робочого органу, що створюється. Обґрунтування параметрів робочого органу, що створюється, виконується не простим копіюванням, а описом закономірностей і форм, які будуть закладені в основу біонічних передумов для нового робочого органу.

Аналіз останніх досліджень. У своєму розвитку ґрунтозахистний обробіток ґрунту в Україні розглянутий у роботах Ф.Т. Моргуна [2], М.К. Шикули [3], О.Г. Тарарико [4], І.Є. Щербака [5] та інших. Аналіз цих робіт свідчить про те, що ґрунтозахисна система землеробства є складною біоекологічною системою, вивчення якої не підлягає простому аналітичному принципу дослідження. Тому необхідний подальший розвиток досліджень із системним підходом в підсистемі, що включає ґрунт, рослину і атмосферу. Перші розробки по створенню як пасивних так і активних робочих органів на основі біонічних порівнянь [1] показали перспективність біонічного напрямку розробки ґрунтообробних машин, що може бути використане при обґрунтуванні форми ротаційних дискозубових розпушувачів ґрунту.

Мета дослідження. Метою статі є обґрунтування конструктивної схеми і технологічного процесу роботи робочих органів ротаційних дискозубових розпушувачів ґрунту за біонічною подібністю з досягненням технічного результату – підвищення ефективності розпушування ґрунту, а також його родючості для надійного функціонування екосистеми.

Основна частина. Одним з ключових завдань сучасного екологічного землеробства є збереження і підвищення родючості ґрунтів. Така система господарювання спирається на накопичення добрив, а також методи нехімічного контролю бур’янів, шкідників і хвороб. При цьому переважає поверхневий обробіток ґрунту. Для подрібнення рослинних залишків застосовують робочі органи активної дії. Суміш здрібненої маси грудок ґрунту і решток бур’янів стимулює розвиток мікроорганізмів, а також покращує фізичні властивості ґрунту. Однак існуючі ґрунтообробні робочі органи мають низьку адаптаційну надійність до технологічного процесу поверхневого обробітку ґрунту. Це відображається коефіцієнтом адаптаційного напрацювання:

$$k_{А.Н.} = 1 - \frac{T_{І.Г.Р.О.}}{T_{М.Г.Р.О.}}, \quad (1)$$

де $T_{І.Г.Р.О.}$ – напрацювання до відмови існуючого ґрунтообробного робочого органу мото.-год.;

$T_{М.Г.Р.О.}$ – напрацювання до відмови модифікованого ґрунтообробного робочого органу мото.-год, яке визначається по формулі:

$$T_{М.Г.Р.О.} = \frac{1}{\lambda_Б}, \quad (2)$$

де $\lambda_Б$ – інтенсивність відмов робочих органів за біонічною подібністю. Визначаючи зміну інтенсивності відмов біонічними показниками $Б_{Пп}$ у першому наближенні її рівняння матиме наступний вид:

$$\lambda_Б = f(Б_{П1}; Б_{П2}; ... Б_{Пп}), \quad (3)$$

Кожний біонічний показник, що входить у рівняння (3), характеризує зміну інтенсивності відмови в залежності від зміни визначеного фактору (форма поверхні (ФП); шорсткість (Ш); структура біологічного механізму (СБМ); принцип дії (ПД); кінематичні характеристики (КХ); динамічні характеристики (ДХ))

Найбільш раціональне значення кожного біонічного фактору визначається у вигляді функції:

$$Б_{Пп} = f(ФП; Ш; СБМ; ... n). \quad (4)$$

Чим вище коефіцієнт адаптаційного напрацювання тим більше роботоспроможність ґрунтообробного робочого органу. З точки зору біоніки найбільш високий коефіцієнт адаптаційного напрацювання у ґрунті мають комахи з зубчастими риючими органами. Це порівняння цілком реальне, оскільки порівняння продуктивності тварин-ґрунториїв, що проводилися раніше, з таким самим показником для сучасних

землерийних машин показало, що у ґрунтоpиючих цей показник вищий у 50…80 разів [6]. Найближчим біологічним прототипом серед ґрунтоpиючих комах, за характером життєдіяльності є жук-носоріг (Oryctes nasicornis). Його товсті копальні передні ноги мають три великих зубці (рис.1).

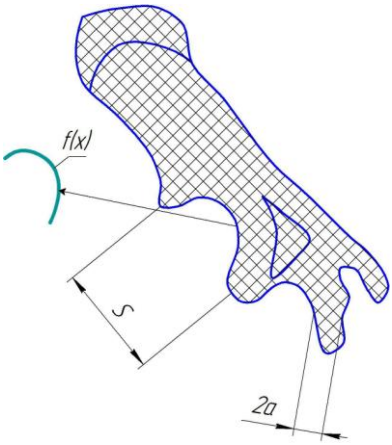


Рисунок 1 – Риюча кінцівка жука-носорога

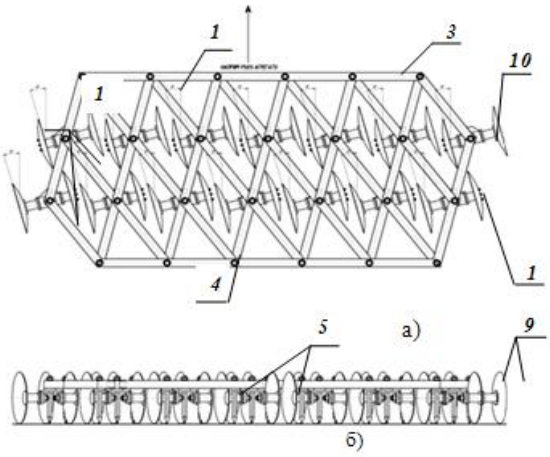
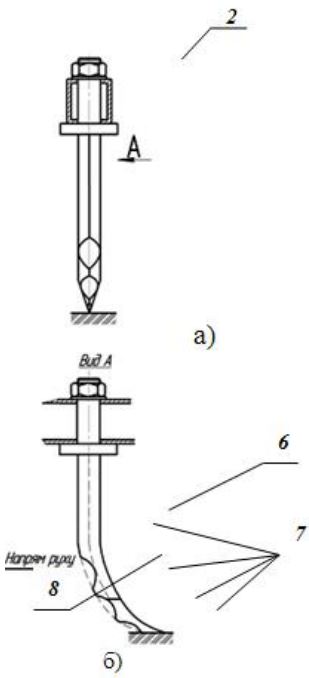


Рисунок 2 - Борона: а) вид зверху; б) вид ззаду.

Процес риття цих комах з проведенням кінозйомки показав, що він складається з трьох етапів: заглиблення зубців у ґрунт, його руйнування і переміщення. Подібні прийоми спостерігаються під час роботи ґрунтообробних знарядь.

Аналізуючи форму западин між зубцями жука-носорога де внутрішнє тертя ґрунту у міжзубовому просторі істотно впливає на енергетику процесу, апробували криву розгорнутої логарифмічної кривої. Таке розташування дає змогу рівномірно розподілити тиск на зубцях під час риття ґрунту. Визначення оптимальної форми і параметрів риючої кінцівки комахи дало змогу створити конструктивну схему борони (рис.2) яка містить раму 1 зварної конструкції з труб квадратного перетину 2 (рис.3), із зубцями, які утворюють зубове поле борони.



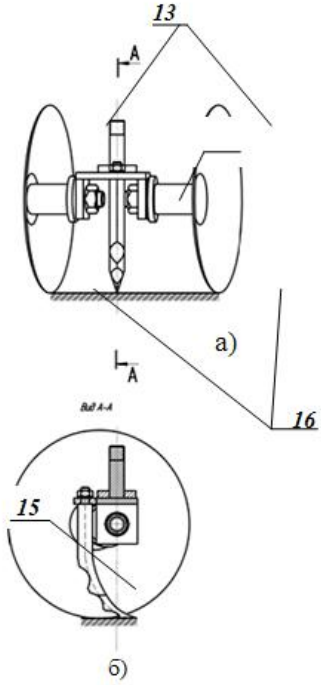


Рисунок 3 - Зубець:
а) вид зпереду; б) вид збоку

Рисунок 4 - Дискові розпушувачі:
а) вид зпереду;
б) вид збоку

На рамі 1 розташовані перший 3 і четвертий 4 ряди зубових розпушувачів 5 причому вони виконані у вигляді зубчастого ножа 6 (рис.3) робоча крайка 7 якого має форму логарифмічної кривої 8 з позитивною випуклістю кривизни до

напрямку руху. Дискові розпушувачі 9 другого 10 та третього 11 рядів виконані у вигляді встановлених на поворотній рамі 12 (рис.4) подвійних випуклих дисків 13 з протилежними випуклостями 14 кожного ряду під кутом атаки 15°. На кожному дисковому розпушувачеві 9 поміж дисками 13 встановленні змінні зубці 15.

Технологічний процес роботи борони відбувається наступним чином. На початку руху борони повздовж поля тиск, що виникає під дією ножа 6 з зубчатою лобовою поверхнею по формі логарифмічної кривої 8 з позитивною випуклістю кривизни до напрямку руху є достатнім для первинної деформації ґрунту, а також мінімізує опір проникненню зубових розпушувачів 5 у ґрунт. Зі збільшенням кількості грудок перед зубчастим ножем 6 зубового розпушувача 5 виникає багатоконтактна їх взаємодія з робочою крайкою 7 що забезпечує ефект перетирання грудок зменшуючи їх діаметр.

Подальше розпушування ґрунту забезпечують другий 10 та третій 11 ряди дискових розпушувачів 9 причому другий 10 ряд працює у розвал, а третій 11 ряд у звал. Заглиблення дискових розпушувачів 9 на глибину до 10 см забезпечує кут атаки 15°. При русі борони диски 13 зчіплюючись з ґрунтом обертаються і відрізають полосу ґрунту, а також відділяють пожнивні залишки рослин і підіймають їх на внутрішню сферичну поверхню 16. Потім ґрунт із залишками рослин з деякої висоти падає і відводиться дисками 13 у бік. Внаслідок переміщення по внутрішній сферичній поверхні 16 дисків 13 і падіння ґрунт кришиться, частково перевертається і змішується з залишками рослин. Це забезпечує прискорення ґумусоутворення за рахунок збереження вологи і інтенсивного змішування залишків рослин з ґрунтом.

Висновки. Запропонована борона, яка створена по біонічній подібності, дозволяє підвищити ефективність розпушування ґрунту, а також його родючість, за рахунок зменшення діаметру грудок при їх інтенсивному обробітку зубовою поверхнею зубців, відділенню пожнивних залишків рослин дисковими розпушувачами і закладення їх у ґрунт на глибину до 10 см, що забезпечує протиерозійну стійкість і якісний обробіток ґрунту при екологічному землеробстві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабицький Л.Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф.Бабицький. – Київ, «Урожай» 1998. –162 с.- ISBN 966-05-0063-7.

2. Моргун Ф.Т. Обработка почвы и урожай / Ф.Т. Моргун. – М.: Колос, 1997. – 272 с.

3. Шикула Н.К. Почвозащитная система земледелия: справ. кн. / Н.К. Шикула.– Х.: Прапор, 1987. – 200 с.

4. Моргун Ф.Т. Почвозащитное земледелие / Ф.Т. Моргун, Н.К.Шикула, А.Г. Тарарико. – К.: Урожай, 1988. –256 с.

5. Щербак И.Е. Почвозащитная обработка полей в южных регионах / И.Е.Щербак.– М.: Колос, 1974. – 125 с.

6. Бабицкий Л.Ф. Исследование зубчатых рабочих органов биологических прототипов землероев/ Л.Ф. Бабицкий, А.В.Бауков, А.С.Кушнарёв // Совершенствование процессов и рабочих органов с.-х. машин: Науч. тр. УСХА. – К.: УСХА, 1975. – Вып. 162. – С. 23 – 28.

BIBLIOGRAPHY

1. Babytsky L.F. Bionic directions of cultivating machine design / L.F.Babytsky. – Kyiv: Urozhay,1998. –162 s. -ISBN 966-05-0063-7.

2. Morgun F.T. Tillage and harvest/ F.T.Morgun – M.: Kolos, 1997. – 272 s.

3. Shikula N.K. Conservation cropping system: sprav. kn. /N.K.Shikula.– Kh.:Prapor, 1987. – 200 s.

4. Morgun F.T. Conservation farming / F.T.Morgun, N.K.Shikula, A.G.Tarariko. –K.: Urozhay, 1988. –256 s.

5. Shcherbak I.E. Soil protective cultivationin southern regions / I.E.Shcherbak. – M.: Колос, 1974. – 125 s.

6. Babytsky L.F. Research of toothed working bodies of dobeetles biological prototype/ L.F.Babytsky, A.V.Baukov, S.Kushnaryov// Sovershenstvovanie protsessov i rabochih organov s.-h. mashin: nauch. tr. USHA. – K.: USHA, 1975. – Vyp. 162. – S. 23 – 28.

BIONIC PREREQUISITES FOR DESIGNING DISK-TOOTHED HARROW FOR ECOLOGICAL FARMING

L.F.Babytskiy, I.V.Sobolevskiy

Summary

The article is devoted to the substatiation of biosystematic approach to design of tillage tools for modern technologies of farming to increase the realiability, working efficiency and quality work under surface tillage. The disk-toothed harrow tools modelled on bionic similarity are considered in the article.

Key words: biomechanics, reliability, system, environment, working efficiency, soil, tooth group, logarithmical curve.

УДК 619

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ СТЕРИЛІЗАЦІЇ М'ЯСНИХ ПАШТЕТІВ

Приліпко Т.М., акад. МААО д.с.г.н., проф.
Куций В.М., інж.-мех.,
Подільський державний аграрно-технічний університет
м. Кам'янець-Подільський, Україна

Анотація. За результатами проведених експериментальних досліджень та випробувань розробленого обладнання та технології для стерилізації м'ясних паштетів на основі побудованих поверхонь відгуку якісних показників означеного процесу визначено його оптимальні технологічні параметри. Встановлено істинні значення факторів матриці рототабельного центрально-композиційного планування багатофакторного експерименту на основі здійснення пошукових експериментів.

Ключові слова: м'ясоконсервна галузь, паштет, стерилізація, тиск, автоклав,параметри,фактор,регресія, сировина.

Важливим завданням м'ясоконсервної галузі [1, 7] є збільшення випуску і поліпшення якості продукції шляхом оптимізації технологічних процесів, виявлення і використання прихованих в них резервів, економії сировинних, енергетичних ресурсів. Виробництво комбінованих продуктів, до яких можна віднести і консервовані паштети, можна розглядати як частину штучно створеної людиною технологічної сфери.

Спосіб консервування стерилізацією у харчовій промисловості та громадському харчуванні є основним і найбільш надійним серед всіх методів збереження харчових продуктів. При цьому ставиться завдання, що стерилізація не повинна проводити до зміни білкових і екстрактивних речовин, вітамінів органолептичних властивостей, зниження харчової та біологічної цінності продукту. Залежно від фізичних властивостей продуктів, які стерилізуються, та мети стерилізації, застосовують різні методи стерилізації: гарячий (волога, дробова, суха стерилізація) і холодний (механічна стерилізація, іонізація, стерилізація ультразвуком та ультрафіолетовим випромінюванням). Основним з них є теплова стерилізація за рахунок нагрівання продукту до високих температур (100°С та вище) [4].

Наукове обґрунтування оптимальних режимів стерилізації паштетів повинно зводитися не тільки до вивчення можливості зниження стерилізуючого ефекту при отриманні промислових стерильних продуктів, але і встановлення залежностей об'єктивних критеріїв якісних показників та харчової цінності. Особлива увага повинна бути приділена вивченню структурних змін білків і ліпідів у консервованих паштетах залежно від складу і режимів теплової обробки [5].

Особливе значення приділяється питанню термінів придатності нових видів консервованих м'ясопродуктів. У зв'язку з чим необхідно провести дослідження якості розроблених паштетів у процесі зберігання при аггравірованій та контрольній температурах за об'єктивними критеріями, що характеризують процес абіогенних детеріоративних процесів в консервах[146, 193].

Матеріал і методика досліджень. Згідно наукової тематики кафедри технології переробки продукції тваринництва біотехнологічного факультету Подільського державного аграрно – технічного університету в умовах ТОВ «Кам’янець – Подільський м’ясокомбінат» Хмельницької області проводи-

лися дослідження з оптимізації процесу стерилізації та режимних і конструктивних параметрів вертикального автоклава періодичної дії для отримання консервованого м'ясного паштету, що відповідає сучасним вимогам ринку та принципам здорового харчування.

Основна частина. Ґрунтуючись на результатах попередніх експериментальних даних досліджуваних процесу стерилізації м'ясних паштетів за використання розробленої технології, здійснено статистичний аналіз якісних параметрів вихідної продукції. Якісними параметрами оптимізації досліджуваних процесів визначено: величина колоніє утворюючих одиниць – КУО / 1 гр×10^4; вміст амінокислот – $А_к$, (г/100г); вміст жирних кислот – ЖКС, %; кислотність оброблюваної продукції – pH, кислотне число – КЧ, мгКОН/г; перекисне число – ПЧ, моль/г; вміст вітамінів – $В_2$, мг.

$$\text{КУО, } А_к, \text{ЖКС, pH, КЧ, ПЧ, } В_2 = f(P, T, t_{нг}, t_{ох}, t_{стр}),$$

де P – робочий тиск в камері автоклава, атм; T – температура нагріву, С ; $t_{нг}$ – час нагріву, с ; $t_{ох}$ – час охолодження, с; $t_{стр}$ – час стерилізації, с.

Дослідження впливу перерахованих вище факторів на технологічні параметри досліджуваного процеу під час здійснення однофакторних експериментів пов'язане зі значними труднощами та об'ємами робіт. Тому доцільно здійснити статистичний аналіз для отримання функціональної залежності у вигляді множинної регресії другого порядку за допомогою рототабельного центрально-композиційного планування (РЦКП) багатофакторного експерименту [2].

Метод РЦКП дає змогу більш точно отримати математичний опис розподілу даних за рахунок збільшення кількості експериментів у центральних точках матриці плану і спеціального вибору величини "зіркового значення" α .

Кількість факторів (РЦКП) становить:

$$k = k_я + 2n + k_0,$$

де $k_я$ – кількість факторів у ядрі плану; n – кількість факторів; $2n$ – кількість досліджень у зіркових точ-

ках; k_0 – кількість факторів у центрі плану з координатами (0,0…0).

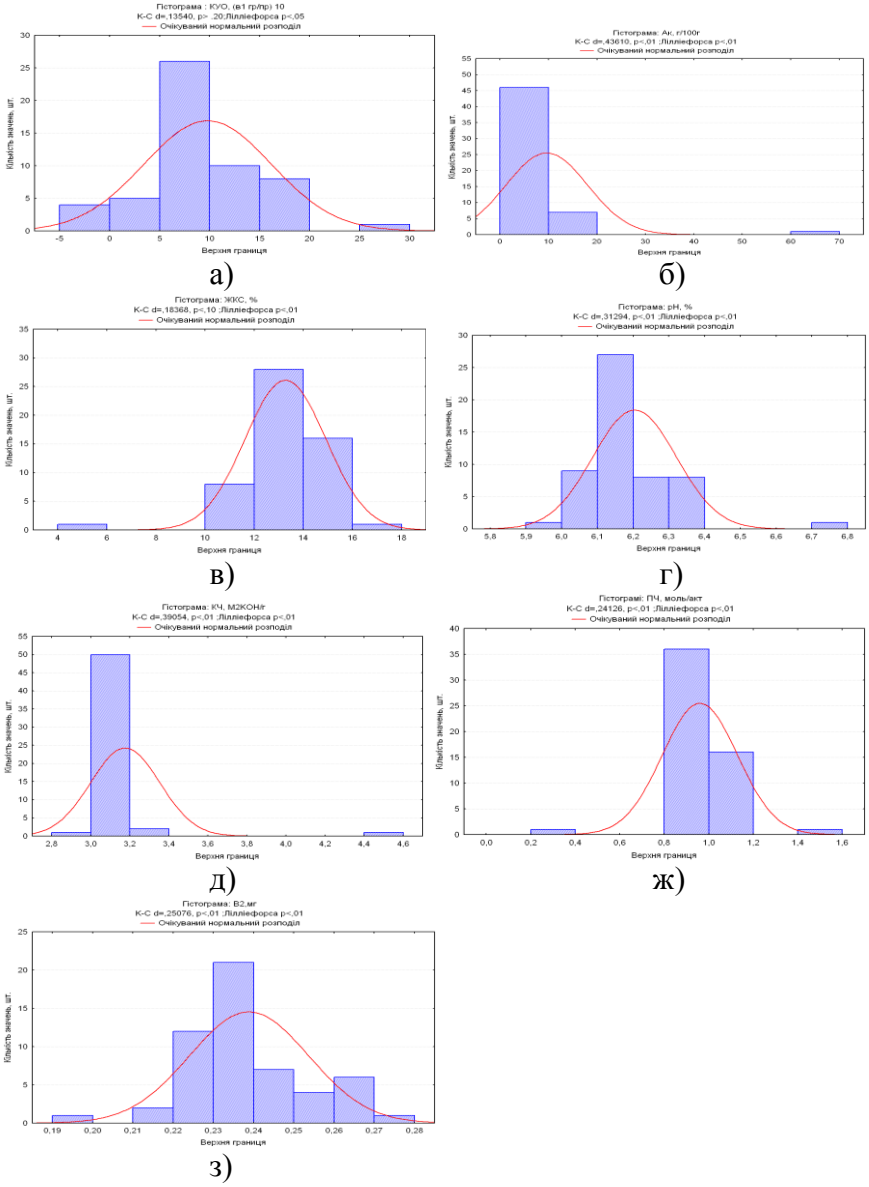


Рисунок 1 - Гістограма розподілу отриманих даних якісних параметрів досліджуваного процесу: а) колоніє утворюючих одиниць КУО; вміст амінокислот $А_к$; б) вміст жирних кислот ЖКС; в) кислотність оброблюваної продукції pH; г) кислотне число КЧ; д) перекисне число ПЧ; ж) вміст вітамінів $В_2$

Рототабельність композиційного плану набувається за умови, що зіркове значення α вибирається з інтервала $\alpha^{\frac{(n-1)}{4}}$ при $n \geq 5$, тобто для п'ятифакторного експерименту $\alpha = 2$.

Аналіз статистичних характеристик отриманих даних показав, що коефіцієнти їх асиметрії прямують до нуля, тобто розподіл експериментальних даних є симетричним та апроксимується за нормальним законом.

За негативного значення асиметрії несиметричність вибірки за зміщенням центру розподіляється праворуч, у протилежному разі – навпаки. Негативний коефіцієнт ексцесу свідчить про закругленість піка досліджуваного розподілу, додатній – про загостреність вершин. Також було проведено статистичний аналіз параметрів якості вихідної сировини та встановлено інтервали групування вихідних зразків отриманої продукції за якісними характеристиками досілджуваного процесу.

Вибір діапазонів варіювання факторів функції проводився таким чином, щоб будь–яка їх сукупність, передбачена планом експерименту, могла бути реалізована в даних інтервалах і не призводила до протиріч.

Для цього було здійснено пошукові експерименти для визначення областей, у яких необхідні сполучення рівнів факторів були б стійко реалізовані. Усі фактори, які входять до функції, є величинами, що мають різну розмірність, а значення цих величин факторів мають різні порядки. Тому, для отримання поверхні відгуку цих функцій було здійснено операцію кодування факторів, що являє собою лінійне перетворення факторного простору [30].

Встановлено такі значення рівнів факторів в умовному масштабі: мінімальний –1, середній 0, максимальний +1 та зіркові значення $-\alpha$; $+\alpha$. Істинні значення факторів матриці РЦКП встановлені на основі здійснення пошукових експериментів і наведені в табл. 1.

Заплановано отримати рівняння множинної регресії 2–го порядку:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i x_i + \sum_{i=1}^{n} b_{ij} x_i^2 + \sum_{i=1}^{n} b_{ij} x_{ij} x_{ij},$$

де y – одна з якісних функцій КУО, $А_к$, ЖКС, pH, КЧ, ПЧ, $В_2$; b_0, b_i, b_{ij} – коефіцієнти регресії, отримані методом найменших квадратів.

Таблиця 1 - Рівні факторів та інтервали варіювання параметрів оптимізації

Фактори	Рівні факторів					Інтервал варіювання
	$-\alpha$	–1	0	+1	$+\alpha$	
Процес подрібнення						
x_1 – робочий тиск, Р, атм.	0	1,5	2	2,5	3	0,5
x_2 – температура, Т, С	101	105	110	115	120	5
x_3 – час нагріву, $t_{нг}$	10	15	20	25	30	5
x_4 – час охолодження, $t_{ох}$	10	15	20	25	30	5
x_5 – час стерилізації, $t_{стр}$	30	35	40	45	50	5

Для оцінки адекватності отриманих регресійних рівнянь використаємо аналітичні та графічні методи аналізу. Гіпотезу про відтворюваність дослідів перевіряємо за допомогою критерію Кохрена, який показує, що на 95% рівні довірчої ймовірності дисперсії однорідні, тому що розрахункове значення критерію менше за табличне. Після обробки експериментальних даних у статистичному середовищі STATISTICA 6.0 було отримано коефіцієнти комплексних рівнянь множинної регресії 2-го порядку та побудовано функціональні залежності для досліджуваних параметрів від робочого тиску в камері автоклава, температури та часу нагріву, часу охолодження та часу стерилізації:

– кількість умовних мікроорганізмів

$$КУО = 823,76 - 6,2P - 15,1T + 0,99t_{нг} - 2,3t_{ох} + 5,4t_{стр} + 2P^2 +$$
$$+ 0,07T^2 + 0,03t_{нг}^{\ 2} + 0,02t_{ох}^{\ 2} + 0,04t_{стр}^{\ 2} - 0,01PT - 0,01Pt_{нг} - 0,01Pt_{ох} -$$
$$- 0,01Pt_{стр} - 0,01Tt_{нг} - 0,01Tt_{ох} - 0,07Tt_{стр} - 0,04t_{нг}t_{стр} - 0,01t_{ох}t_{стр}$$

– вміст амінокислот:

$$А_к = 836 - 117{,}6P + T - 11{,}8t_{нг} + 13t_{ох} - 11{,}24t_{стр} + 2P^2 + 0{,}03T^2 +$$
$$+ 0{,}02t_{нг}{}^2 + 0{,}02t_{ох}{}^2 + 0{,}02t_{стр}{}^2 + 0{,}75PT + 0{,}75Pt_{нг} - 0{,}75Pt_{ох} + 0{,}75Pt_{стр} +$$
$$+ 0{,}076Tt_{нг} - 0{,}074Tt_{ох} + 0{,}075Tt_{стр} - 0{,}075t_{нг}t_{ох} + 0{,}074t_{нг}t_{стр} - 0{,}074t_{ох}t_{стр}$$

– вміст жирних кислот:

$$ЖКС = -103 - 3{,}5P + 2{,}9T - 0{,}44t_{нг} - 0{,}9t_{ох} - 0{,}5t_{стр} + 0{,}87P^2 -$$
$$- 0{,}015T^2 + 0{,}01t_{нг}{}^2 + 0{,}01t_{ох}{}^2 + 0{,}01t_{стр}{}^2$$

– кислотність оброблюваної продукції:

$$pH = 39{,}93 - 0{,}06P - 0{,}54T - 0{,}01t_{нг} + 0{,}01t_{ох} - 0{,}13t_{стр} + 0{,}02P^2$$

– кислотне число:

$$КЧ = 53{,}3 + 0{,}46P - 0{,}97T + 0{,}06t_{нг} + 0{,}07t_{ох} + 0{,}13t_{стр} - 0{,}12P^2$$

– перекисне число:

$$ПЧ = 24{,}66 - 0{,}42P - 0{,}33T - 0{,}04t_{нг} - 0{,}05t_{ох} - 0{,}12t_{стр} + 0{,}1P^2$$

– вміст вітамінів:

$$В_2 = 1{,}33 - 0{,}017P - 0{,}0168T + 0{,}004P^2 + 0{,}001T^2 + 0{,}001t_{ох}{}^2 +$$
$$+ 0{,}001t_{стр}{}^2 + 0{,}001Tt_{стр}$$

Таблиця 2 - Оптимальні технологічні параметри досліджуваного процесу дезінтегрування

Технологічний параметр	Раціональне значення
Робочий тиск, Р, атм.	2...2,1
Температура, Т, С	115...118
Час нагріву, $t_{нг}$	24...26
Час охолодження, $t_{ох}$	24...26
Час стерилізації , $t_{стр}$	39...41

За результатами проведених експериментальних досліджень та випробувань розробленого обладнання та технології для стерилізації м'ясних паштетів на основі побудо-

ваних поверхонь відгуку якісних показників означеного процесу визначено його оптимальні технологічні параметри. Після лінеаризації отриманих рівнянь компромісне значення шуканих оптимумів отримано методом Крамера в математичному середовищі “Mathcad 15”.

Визначено, що за цих параметрів якісні характеристики вихідного продукту (м'ясного паштету) набувають своїх значень: кількість колоніє утворюючих одиниць 10×10^4 в 1 гр/пр; вміст амінокислот 8 г/100г; вміст жирних кислот 12,9 %; кислотність оброблюваної продукції 6,16 %; кислотне число 3,15 мг КОН/г; перекисне число 0,87 моль/акт; вміст вітамінів 0,235 мг.

Висновок. Встановлено істинні значення факторів матриці рототабельного центрально-композиційного планування багатофакторного експерименту на основі здійснення пошукових експериментів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) за редакцією М.В. Зубця, П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова. - К.: ННЦІАЕ, 2011. - 1008 с.

2. Алексеев Г.В. Компьютерные технологии проектирования и эксплуатации технологического оборудования / Г.В. Алексеев. - СПб. : ГИОРД, 2006. – 296 с.

3. Афанасов Э.Э.Аналитические методы описания технологических процессов мясной промышленности / Э.Э.Афанасов, Н.С.Николаев, И.А.Рогов. - М.: Мир, 2003. - 184 с. - ISBN: 5-03-00-35-95-8

4. Безгубов М.А. Разработка системы моделирования и оптимизации термических процессов для объектов с переменным состоянием среды : Автореферат дисс… кандидата технических наук : 05.18.12 / М. А. Безгубов. - М., 2005. - 25 с.

5. Зубов Н.Н. Моделирование и оптимизация технологических процессов: Учебное пособие / Н.Н. Зубов, В.А. Титов. - СПб. : Изд-во СПбГУСЭ, 2009. - 183 с. - ISBN/ISSN:978-5-228-00267-8

6. Лисицын А.Б. Современные аспекты теплового консервирования мясопродуктов / А.Б. Лисицын, Л.Б. Сметанина, Ю.Г. Костенко// под общ.ред. акад. РАСХН Лисицына А.Б. - М.: ВНИИМП, 2007. - 576 с.

7. Мамчур Л.В. Оцінка сучасного виробництва м'яса в Україні / Л. В. Мамчур // Економіка АПК. – 2008. – № 12. – С.55 - 58.

BIBLIOGRAPHY

1. Agrarian sector of economy of Ukraine (state and perspectives of the development) za red. M.V. Zubtsya, P.T. Sabluka, V.Ya. Mesel'-Veseliaka, M.M. Fedorova. - K.: NNTsIAE, 2011. - 1008 s.

2. Alekseev G.V. Computer technologies of designing and maintenance of production equipment / G.V.Alekseev. - SPb. : GIORD, 2006. – 296 s.

3. Afanasov E.E.Analytical methods of meat industry production prosess description/ E.E.Afanasov, N.S.Nikolaev, I.A.Rogov. - M.: Mir, 2003. - 184 s. - ISBN: 5-03-00-35-95-8

4. Bezgubov M.A. System development of modelling and optimization of thermal proesses for objects with variable environment state: Avtoreferat dis. kand. tehn. nauk: 05.18.12 / M. A. Bezgubov. - M., 2005. - 25 s.

5. Zubov N.N. Model operation and optimization of production processes: uchebnoe posobie / N.N.Zubov, V.A. Titov. - SPb: SPbGUSE, 2009. - 183 s. - ISBN/ISSN:978-5-228-00267-8

6. Lisitsyn A.B. Modern aspects of meat food heat canning/ A.B. Lisitsyn, L.B.Smetanina, Yu.G. Kostenko; pod obshch.red.akad. RASHN A.B. Lisitsyna.-M.: VNIIMP, 2007. - 576 s.

7. Мамchur L.V. Estimation of modern meat production in Ukraine / L.V.Мамchur. – Ekonomika АРК, 2008. – № 12. – S.55 - 58.

PARAMETER OPTIMIZATION OF MEAT PASTE STERILIZATION PROCESS

T.M. Prylipko, V.M. Kutsy

Summary

The optimal technological parameters based on the research findings and testing of developed equipment and technologies for sterilizating meat paste on the ground of constructed response surface of quality indicator of this process have been defined. True values of matrix factors of centric composition planning of multiple-factor experiment based on search experiments have been determined.

Key words: meat-packing industry, paste, sterlization, pressure, autoclave, parameters,factors, regression, raw material.

УДК 66.086.2

ОЧИСТКА СЛАБОПРОВОДЯЩИХ СУСПЕНЗИЙ В БЕГУЩЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Назаренко И.П., к.т.н., доц. [*].
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. 0619-42-25-85

Аннотация. На основе математической модели поля сил в многорядной системе цилиндрических электродов и уравнения движение частицы взвеси в межэлектродной области показано, что применение бегущего электрического поля в устройствах очистки и сепарации слабопроводящих суспензий позволяет увеличить силы, которые действует на поляризуемые частицы суспензии. Уменьшение размеров межэлектродной области позволяет снизить удельный расход энергии на процессы очистки слабопроводящих суспензий.

Ключевые слова: очистка, слабопроводящая суспензия, бегущее электрическое поле, электрод.

Постановка проблемы. Очистка жидкостей является составной частью многих технологий промышленного и сельскохозяйственного производства. Разнообразие свойств продуктов и технологических требований к их очистке способствовало созданию большого числа аппаратов для удаления примесей из жидкостей. Несмотря на большое количество конструктивных решений аппаратов очистки, в принцип их работы заложено не так много физических явлений. Все они могут быть разделены на две группы. К первой группе относятся все

---

[*] Научный консультант: акад. МААО, д.т.н., проф., Л.С. Червинский

способы очистки в пористых средах, ко второй - в силовых полях. С другой стороны, методы и средства очистки можно классифицировать по способу влияния на дисперсную систему: механические (отстаивание, центрифугирование, очистка в гидроциклонах, фильтрация); химические (окисление, восстановление, нейтрализация, осаждение, комплексообразование); физико-химические (коагуляция и флокуляция, флотация и электрофлотация, ионообмен и сорбция, экстракция, дистилляция и вымораживание, электро- и гальванокоагуляция, электродиализ, электролиз, ультра- и гиперфильтрация); физические (очистка в магнитном, электрическом и электромагнитном полях, ультразвуковая обработка, ионизирующее облучение), биохимические (биологические отстойники, аэротенки, биофильтры, окислительные каналы).

Применение электрических методов для очистки жидкостей имеет определенные преимущества, которые заключаются в малых энергозатратах, экологичности, малом гидравлическом сопротивлении аппаратов. К жидкостям, которые могут быть очищены в электрическом поле, относятся всевозможные растительные масла, животные жиры, их растворы, различные нефтепродукты, биотопливо растительного происхождения, трансформаторное масло и др. Небольшие энергозатраты при очистке таких жидкостей обуславливаются их малой удельной электропроводностью (удельная электропроводность растительных масел составляет величину порядка $10^{-9}\ldots10^{-8}$ См/м).

В настоящее время разработан ряд аппаратов электрической очистки и сепарации слабопроводящих жидкостей в электрическом поле, в которых применяют постоянный электрический ток высокого напряжения или переменный ток промышленной частоты, создающие постоянное или пульсирующее электрическое поле [1,2]. Такой подход исключает возможность применять преимущества бегущего электрического поля - организацию заданной траектории движения частиц примесей и создание благодаря этому аппаратов очистки и сепарации непрерывного действия.

Анализ последних исследований. В работе [3] показано, что в бегущем электрическом поле на частицу, которая находится в жидкости, действует сила

Направление и величина этой силы зависит от электрофизических свойств среды и частицы ($_c$, $_ч$, σ_c, $\sigma_ч$).

Бегущее электрическое поле может быть создано системой цилиндрических электродов, расположенных рядами, на которые подается многофазное напряжение.

$$\vec{F} = 4\pi\varepsilon_c a^3 \frac{\left(\varepsilon_ч - \varepsilon_c\right)\left(\frac{\sigma_ч}{\omega} + 2\frac{\sigma_c}{\omega}\right) - \left(\varepsilon_ч + 2\varepsilon_c\right)\left(\frac{\sigma_ч}{\omega} - \frac{\sigma_c}{\omega}\right)}{\left(\varepsilon_ч + 2\varepsilon_c\right) + \left(\frac{\sigma_ч}{\omega} + 2\frac{\sigma_c}{\omega}\right)^2} \times$$

$$\times\left(E_x\frac{\partial\vec{E}}{\partial x} + E_y\frac{\partial\vec{E}}{\partial y} + E_z\frac{\partial\vec{E}}{\partial z}\right) = A\left(E_x\frac{\partial\vec{E}}{\partial x} + E_y\frac{\partial\vec{E}}{\partial y} + E_z\frac{\partial\vec{E}}{\partial z}\right), \qquad (1)$$

где $_c$, $_ч$ - диэлектрическая проницаемость среды и частицы соответственно, Ф/м;

σ_c, $\sigma_ч$ - удельная электропроводность среды и частицы соответственно, См/м;

a - радиус частицы, м;

E - напряженность электрического поля, В/м.

В зависимости от электрофизических свойств в бегущем электрическом поле частицы примесей будут двигаться по направлению распространения электрического поля или встречно. Кроме этого, на электродную систему можно подавать две системы напряжений разной частоты с разным чередованием фаз. В результате в межэлектродной области создаются два электрических поля бегущих встречно. При определенных частотах этих полей можно добиться разделения двух частиц с разными электрофизическими свойствами. Это следует из вида зависимости силы от частоты (1), которая имеет один максимум [4]. Для анализа факторов, которые влияют на величину силы в работе [3] аналитически описано электрическое поле методом комплексного потенциала, и исходя из выражения (1) получены формулы для поля сил в двухрядной многофазной системе электродов:

$$\left.\begin{aligned} &\vec{F} = A\cdot\frac{B}{D}\cdot\frac{\overline{D}\cdot\overline{C} - \overline{H}\cdot\overline{B}}{\left(\overline{D}\right)^3}; \\ &z = \frac{h}{\pi}\sum_{k=1}^{n} ln\left(\sigma - a_k\right) + \frac{h}{\pi}\sum_{i=1}^{m} ln\left(\sigma - c_i\right); \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

$$B=\frac{dW_{\varpi}}{d\varpi}=\frac{1}{\pi}\left(\sum_{k=1}^{n}\frac{U_{1(k-1)}-U_{1k}}{\varpi-a_k}+\sum_{i=1}^{m-1}\frac{U_{2i}-U_{2(i+1)}}{\varpi-c_{i+1}}+\frac{U_{1n}-U_{21}}{\varpi-c_1}\right); \quad (3)$$

$$C=\frac{d^2W_{\varpi}}{d\varpi^2}=-\frac{1}{\pi}\left(\sum_{k=1}^{n}\frac{U_{1(k-1)}-U_{1k}}{(\varpi-a_k)^2}+\sum_{i=1}^{m-1}\frac{U_{2i}-U_{2(i+1)}}{(\varpi-c_{i+1})^2}+\frac{U_{1n}-U_{21}}{(\varpi-c_1)^2}\right); \quad (4)$$

$$D=\frac{dz}{d\varpi}=\frac{h}{\pi}\left(\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{\varpi-a_k}+\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{\varpi-c_i}\right); \quad (5)$$

$$H=\frac{d^2z}{d\varpi^2}=-\frac{h}{\pi}\left(\sum_{k=1}^{n}\frac{1}{(\varpi-a_k)^2}+\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{(\varpi-c_i)^2}\right), \quad (6)$$

где W - комплексный потенциал, В;

z - функция, которая конформно отображает верхнюю полуплоскость комплексной плоскости на многоугольник;

h - размер межэлектродной области (расстояние между рядами электродов), м;

a_k, c_i - параметры отображающей функции;

U - потенциал электродов, В.

В соответствии с формулами (2)...(6) сила прямо пропорциональна второй степени напряжения U и обратно пропорциональна третьей степени размера области h. Условие неизменности величины электрического поля (величина напряжения на электродах ограничивается допустимой напряженностью поля по условию пробоя жидкости) при изменении напряжения и размеров области приводит к выводу, что величина силы будет обратно пропорциональна первой степени размера области. Это значит, что при проектировании устройств очистки жидкостей для уменьшения энергозатрат целесообразно уменьшать межэлектродные расстояния.

Цель исследования. Теоретически исследовать динамику движения частицы слабопроводящей суспензии в бегущем электрическом поле.

Основная часть. Для проектирования аппаратов очистки или сепарации нужно исследовать траекторию движения частицы в бегущем электрическом поле. В соответствии со

вторым законом Ньютона уравнение движения частицы в жидкости имеет вид:

$$m\frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{F} + \vec{F}_c + \vec{F}_g, \tag{7}$$

где m - масса частицы; кг;

V - скорость движения частицы, м/с;

F - сила, которая действует на незаряженную поляризованную частицу в электрическом поле, Н;

F_c - сила сопротивления вязкой жидкости движения частицы, Н;

F_g - гравитационная сила, Н.

Будем считать, что частицы имеют форму сферы, векторы сил, которые действуют на частицу, лежат в плоскости XY. Гравитационной силой пренебрегаем в связи с ее малой величиной в сравнении с электрической силой. Для определения расчетной формулы для силы сопротивления жидкости движению частицы сделаем оценку числа Рейнольдса [5]

$$R = \frac{2\left(V - V_p\right)a}{\nu}, \tag{8}$$

где ν- кинематическая вязкость, м^2/с;

V - скорость движения частицы, м/с;

V_p- скорость движения жидкости, м/с;

a - радиус частицы, м.

При ориентировочной скорости движения частицы V=1 мм/с, размере частицы a=50 мкм, ν=2,5·10^{-5} м^2/с (подсолнечное масло при t=50 °С) формула (8) дает значение числа Рейнольдса Re=0,002. Такое значение числа Рейнольдса дает основание рассчитывать силу сопротивления вязкой жидкости движению частицы, которая имеет форму сферы по следующей формуле [5]:

$$\vec{F}_c = 6\pi\eta a\left(\vec{V} - \vec{V}_p\right)\left(1 + \frac{3a\left|\vec{V} - \vec{V}_p\right|}{8\nu}\right), \tag{9}$$

где η- динамическая вязкость, Па·с;

Оценим произведение, которое стоит в правых скобках формулы (9). Для выше принятых значений радиуса частицы и кинематической вязкости жидкости это произведение равно 1,00075. Это позволяет упростить выражение (9) для силы сопротивления жидкости и тогда уравнение движения имеет вид

$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}+\frac{9\eta}{2a^2\rho}\left(\frac{d\vec{r}}{dt}-\vec{V}_p\right)-\frac{3}{4\pi a^3\rho}\vec{F}(\vec{r})=0, \qquad (10)$$

где r - радиус - вектор, м;

ρ - плотность вещества частицы, кг/м^3.

Уравнение (10) является нелинейным уравнением второго порядка. В общем случае такое уравнение не имеет аналитического решения, но для некоторых векторных функций *F(r)* оно может быть сведено к линейному уравнению с постоянными коэффициентами. Для анализа поля сил, которые действуют на незаряженную поляризуемую частицу в бегущем электрическом поле на основании формул (2)…(6), была построена топология поля с помощью программных средств MATLAB (рис. 1).

При построении модели действующее значение потенциалов принималось $U=1$ В, размер области h=1 м. Анализ полей в элементарной межэлектродной области показал, что существует соотношение размеров области, при котором средняя сила будет максимальной. Отношение расстояния между рядами электродов к расстоянию между электродами в ряду лежит в интервале от 0,2 до 1 при движении бегущего поля вдоль рядов электродов [6].

Рассмотрим случай, когда частица находится в области, где X - составляющая силы равняется 0. Эта область лежит вдоль линии X=0. В связи с этим частица будет двигаться только под действием Y - составной силы. Вообще величина этой составляющей может зависеть от координаты Y, поэтому рассмотрим вид зависимостей силы от координаты Y для четырехфазной системы электродов со сдвигом фаз между потенциалами противоположных электродов при соотношении размеров 0,5 (рис. 1).

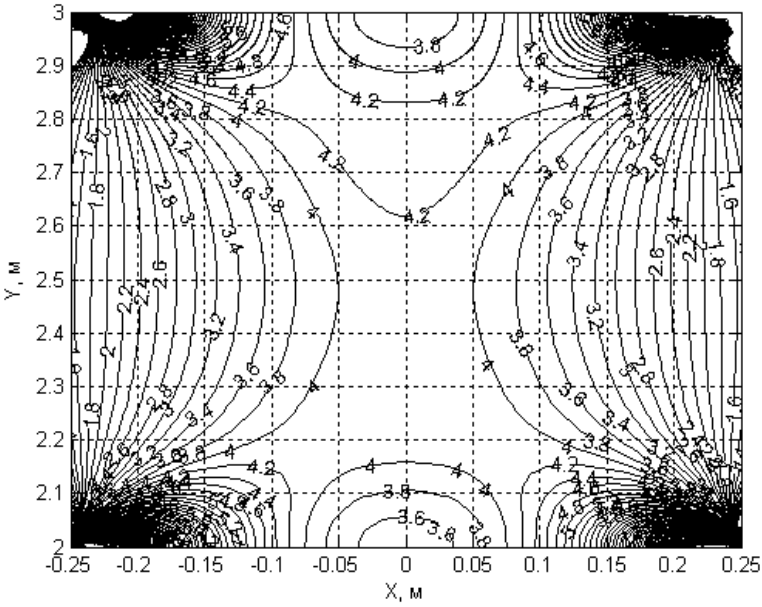


Рисунок 1 - Поле Y - составляющей силы при соотношении размеров межэлектродной области l/h = 0,5

Такая система напряжений и размеры области позволяют получить максимальную среднюю силу [6]. Эти зависимости имеют вид периодической функции (рис. 2).

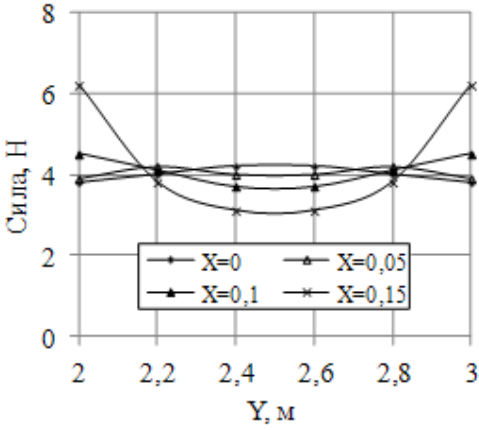


Рисунок 2 - Зависимости Y- составляющей силы от координаты Y

В центре области для X=0 величина переменной составляющей по отношению к постоянной не превышает 0,05 при средней величине силы 4 Н.

Поэтому в первом приближении принимаем $F^*=4$. Тогда при произвольных действующих значениях потенциалов электродов U и размерах области $h=1$ величина силы будет

$$F_y = F^* \frac{A \cdot U^2}{h^3}. \tag{11}$$

Ввиду принятых допущений, уравнение движения (10) может быть записано в виде

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{9\eta}{2a^2\rho}\frac{dy}{dt} = \frac{3F^*}{4\pi a^3 \rho}\frac{A \cdot U^2}{H^3}. \tag{12}$$

Уравнение (12) представляет собой линейное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами и правой частью.

Решение такого уравнения состоит из общего решения соответствующего уравнения без правой части и частного решения. Искомое решение есть

$$y = \frac{V_0 - C_3}{\gamma} e^{\gamma t} + y_0 - \frac{V_0 - C_3}{\gamma} + C_3 t,$$

$$C_3 = \frac{F^* A U^2}{6\pi\eta a H^3},$$

$$\gamma = -\frac{9\eta}{2a^2\rho}. \tag{13}$$

Исходя из формулы (11) сила, которая действует на частицу, прямо пропорциональна квадрату напряжения и обратно пропорциональна кубу размера межэлектродной области. К тому же величина электрического поля прямо пропорциональна на-

пряжению и обратно пропорциональна размеру. Вследствие этого появляется возможность увеличить силу, которая действует на частицы при неизменной напряженности поля за счет уменьшения размеров межэлектродной области и тем самым повысить скорость движения частиц.

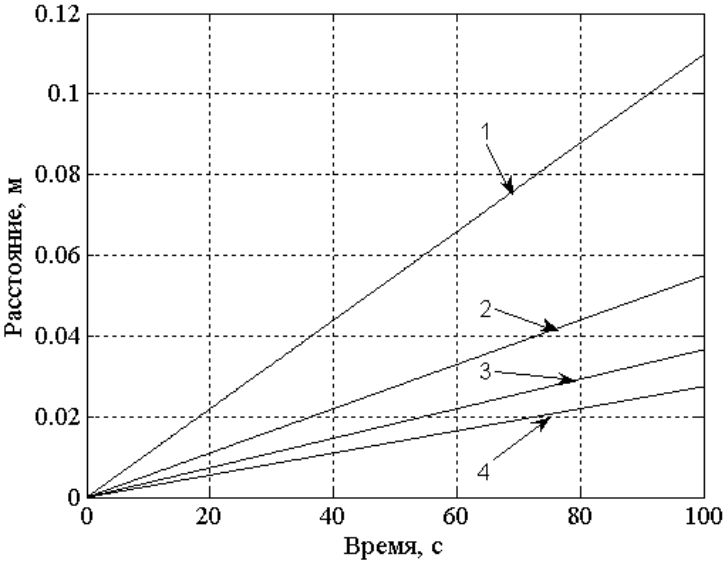


Рисунок 3 - Зависимости Y - координаты частицы от времени при: 1 - U = 2 кВ, h =2 мм; 2 - U = 4 $к$В, h = 4 мм; U = 6 кВ, h = 6 мм; U =8 кВ, h = 8 мм

Это заключение подтверждается результатами математического моделирования движения частицы радиусом а=50 мкм в бегущем электрическом поле, которое создается четырехфазными электродами (рис. 3.). Графики построены для $_c$=2,1·10^{-11} Ф/м, $_ч$=2,5·10^{-11} Ф/м, σ_c=10^{-8} См/м, $\sigma_ч$=10^{-7} См/м, η=0,022 Па·с, ρ=895 кг/м^3, ω=1800 рад/с (суспензия подсолнечного шрота в олеиновой кислоте).

Вывод. Применение бегущего электрического поля в устройствах очистки слабопроводящих суспензий позволяет увеличить силу, которая действует на поляризуемые частицы путем уменьшения размеров межэлектродной области при не-

изменной напряженности электрического поля, что приводит к увеличению скорости движения частицы.

При этом уменьшаются удельные расходы энергии за счет уменьшения времени, необходимого на очистку суспензии.

ЛІТЕРАТУРА

1. Эфендиев О. Ф. Электроочистка жидкости в пищевой промышленности / О. Ф. Эфендиев. - М.: Пищевая промышленность, 1977. -149с.

2. Болога М. К. Рафинация подсолнечного масла в электрическом поле: монография / М. К. Болога, И. И. Берилл ; АН Республики Молдова, Институт прикладной физики. - Молдова: Stinta, 2004.-214 с.ил.

3. Назаренко І. П. Теоретичні дослідження взаємодії електричного поля з діелектричними суспензіями в багатоелектродних системах / І. П. Назаренко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. фах. видання / ТДАТУ.- Мелітополь, 2012. - Вип. 12, т. 1. - С. 35-45.

4. Назаренко І. П. Визначення електрофізичних властивостей діелектричних суспензій / І. П. Назаренко, М. О. Рубцов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. фах. видання / ТДАТУ.- Мелітополь, 2011. - Вип. 11,т. 3. - С. 167-175.

5. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : в 10-ти т. : учеб. пособие для физ. спец. ун-тов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М. : Наука, 1973. - Т. 6. Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лившиц. - М.: Наука, 1988. - 736 с.

6. Назаренко І. П. Теоретичне обґрунтування геометричних параметрів багатофазних електродних систем електросепараторів слабопровідних суспензій / І. П. Назаренко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. фах. видання / ТДАТУ.- Мелітополь, 2013. - Вип. 13, т. 2. - С. 75-82.

BIBLIOGRAPHY

1. Efendiev O. F. Electrical cleaning in food industry/ O.F.Efendiev. - M.: Pishchevaya promishlennost’, 1977. -149s.

2. Bologa M. K. Refining of sunflower oilin electrical field: monograph / M. K. Bologa, I. I. Berill; AN Respubliki Moldova, Institut prikladnoy fiziki. - Moldova: Stinta, 2004.-214 s.ill.

3. Nazarenko I. P. Theoretical research of electical field interaction with dielectrical suspensions in multielectrode systems / I. P. Nazarenko // Pratsi Tavriiskogo derzhavnogo agrotehnologichnogo universytetu: nauk. fah.vydannya / TDATU.- Melitopol, 2012. - Vyp. 12, t. 1. - S. 35-45.

4. Nazarenko I. P. Electrophysical properties determination of dielectrical suspensions / I. P. Nazarenko, M. O. Rubtsov // Pratsi Tavriiskogo derzhavnogo agrotehnologichnogo universytetu: nauk. fah.vydannya / TDATU.- Melitopol, 2011. - Vyp. 11, t. 3. - S. 167- 175.

5. Landau L.D. Theoretical physics: v 10-ti t.: uchebnoe posobie dlya fiz. spets. un-tov / L. D. Landau, E. M. Lifshits. - M. : Nauka, 1973. - T. 6. Gidrodinamika / L. D. Landau, E. M. Lifshits - M.: Nauka, 1988. - 736 s.

6. Nazarenko I. P. Theretical substantiation of geometrical parameters of multiphases electrode systems of soft conductive suspensions electrostatic separators / I. P. Nazarenko // Pratsi Tavriiskogo derzhavnogo agrotehnologichnogo universytetu: nauk. fah.vydannya / TDATU.- Melitopol, 2013. - Vyp. 13, t. 2. - S. 75-82.

PURIFICATION OF DIELECTRIC SUSPENSIONS IN TRAVELING ELECTRIC FIELD

I. P. Nazarenko

Summary

It is shown that on the basis of mathematical model of the force field in a cylindrical electrode multi-row system and the equations of motion of suspended particles in the interelectrode space, the application of the traveling electric field in the purification and separation devices of dielectric suspensions allows to increase the forces exerted on polarized particles in suspension. Reducing the size of the interelectrode space permits to decrease the specific energy consumption for purification processes of dielectric suspensions.

Key worlds: purification, dielectric suspensions, traveling electric field, electrode.

УДК 677.051:677.312

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗА ЯКІСТЮ ОБРОБКИ КОМПОНЕНТІВ ВОЛОГИХ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ НА РОТОРНО-КАВІТАЦІЙНОМУ ДИСПЕРГАТОРІ РоКаДи-2

Павліченко В. М., к. б. н., с.н.с. [*]
Лиходід В. В., к. т. н.
Шапаренко Л. Г., к. б. н.
Луц П. М., к. т. н.
Забудченко В. М., с.н.с.
Ковальов І. І., с.н.с.
Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" НААН України
м. Запоріжжя, Україна
тел. (0612)289-81-44
e-mail: imtuaan@ukr.net

Анотація: Представлено результати експериментальних досліджень з кавітаційної обробки кормових компонентів зеленої маси гороху, пивної дробини, зерна ячменю та їх сумішей на експериментальному зразку роторно-кавітаційного диспергатора конструкції авторів. Отримані результати оцінки якості диспергації кормових компонентів та сумішей на їх основі за фізико-хімічними та біохімічними показниками підтверджують гіпотезу щодо прийнятих за результатами попередніх досліджень раціональних конструктивно-технологічних та режимних параметрів роботи створеного роторного кавітаційного диспергатора РоКаДи-2.

Ключові слова: роторний кавітаційний диспергатор, кормові компоненти, суміші, кавітаційна обробка, фракційний склад, модуль помелу, біохімічний склад, техніко-технологічний контроль.

---

[*] Публікується за рекомендацією: акад. МААО, д.т.н., проф.., В.А. Дідура

Постановка проблеми. Сучасні тенденції розвитку технологій кормоприготування спрямовані на інтенсифікацію технологічних процесів при приготуванні і обробці кормів, яка може бути реалізована не лише за рахунок фізико-механічного перетворення матеріалу, але й шляхом їх структурних змін на клітинному рівні, що розкриває природний потенціал корму [1].

Провідні наукові установи і підприємства різних країн ведуть пошук способів ефективного руйнування бар'єрів, передбачених природою для захисту накопичених рослинами запасів поживних речовин. При цьому вибір способів ефективного руйнування таких бар'єрів для підвищення рівня використання кормового потенціалу рослинної сировини можливий на основі урахування комплексу біохімічних і біофізичних особливостей окремих видів вихідної сировини [2]. Так, наприклад, значна концентрація легко перетравних вуглеводів забезпечує високу поживність зерна злакових - від 0,95 до 1,36 к. од. в 1 кг. Основним джерелом вуглеводів є крохмаль, якого в зерні злакових міститься до 65% від загальної маси. Крохмаль вимагає відповідної обробки, для того, щоб організм тварин і птахів міг засвоювати його вуглеводи. Справа в тому, що крохмаль в зерні і бобах міститься на клітинному рівні у вигляді крохмальних зерен, що мають граничні оболонки-мембрани і загальну мембрану, оточуючу клітку. Ці природні бар'єри охороняють їх від зовнішніх фізичних і хімічних дій, зокрема погано пропускають шлункові соки в кишково-харчовому тракті тварин і птахів і, отже, недостатньо перетравлюються.

Крім того, у зерні злакових культур міститься також до 120 г сирого протеїну, зокрема перетравного до 75% від загальної кількості. Проте протеїн зерна злакових культур має низьку біологічну цінність. Але при дії тепла і тиску руйнуються мембрани білкових тіл і значна частина білків переходить в лужні розчинні амінокислоти, тобто відбувається денатурація білка. Сама ж денатурація білка заснована на руйнуванні воднево-іонних і ковалентних зв'язків на клітинному рівнів, зниженні водовідштовхувального ефекту білкових тіл.

Встановлено, що денатурація білка наступає при температурі вище 55-60 °С і при її підвищенні до 85-90°С руйнується первинна структура білка, що сприяє засвоюваності продуктів розпаду [1]. Таким чином, аналіз біохімічних і біофізичних передумов дозволяє зробити висновок, що

традиційні технології обробки - фуражного зерна при виробництві комбікормів не можуть повною мірою використовувати його кормовий потенціал, закладений природою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомо, що одним із сучасних перспективних способів переробки рослинних кормових матеріалів є кавітаційний спосіб, який забезпечує фізико-механічну дезінтеграцію високомолекулярник сполук природних компонентів рослин в низькомолекулярні, які напряму всмоктуються в шлунково-кишковому тракті тварин. Це сприяє більшій доступності і перетравності речовин, зменшенню затрат власної енергії тварин на трофічні процеси асиміляції, знижує навантаження на ферментативну діяльність супутньої мікрофлори. І в той же час зменшуються потреби в кормах, а відповідно і об'єми відходів – вторинної продукції – гною [6, 7].

Такий підхід до вирішення проблеми в останні роки набуває широкого розповсюдження в Росії, Україні та Білорусі [1-7]. Так в Україні - ці дослідження, пов'язані із створенням і випробовуванням кормоприготувальних агрегатів серії АКГСМ «Мрія», «ТЕК-СМ»; в Росії - КаГУД-1, РИД-1 та ГКПРТ-гідрокавітаційних пристроїв роторного типу; в Білорусі - УПК-45М та ін. Кормоприготування на таких установках дозволяє підвищити ступінь засвоюваності кормів і кормових добавок, забезпечує високі добові прирости свиней, молодняка великої рогатої худоби, птиці та інших свійських тварин [4-6, 8-11].

Але відомі на теперішній час технічні засоби для кавітаційної обробки вологих кормових продуктів мають ряд технічних й технологічних недоліків: нестійкий кавітаційний ефект, висока енергоємність робочого процесу, недостатній ступінь подрібнення компонентів кормової суміші в процесі їх диспергації на базі рідкого середовища, не забезпечення достатнього ефекту пастеризації, що відображається на якості кормів при зберіганні, та ін.

Тому доцільним є продовження досліджень щодо удосконалення існуючих та створення новітніх конструкцій технічних засобів для кавітаційної обробки кормів.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводилися на спеціальному стенді (рис. 1) у складі роторного кавітаційного диспергатора РоКаДи-2 та комплекту вимірюваних приладів.

Рисунок 1 - Стенд для експериментальних досліджень

Контроль якості диспергації компонентів кормових сумішей здійснювався за показниками біохімічного аналізу сировини в дослідних і контрольних зразках в триразовій повторності. Біохімічні аналізи виконувалися за показниками: фракційний склад, суха речовина, зола, органічна речовина, білок, жир, вуглеводи, БЕР, розчинні вуглеводи, органічні кислоти, pH. В якості досліджуваного матеріалу було використано зелену масу гороху посівного, пивну дробину, зерно ячменю та суміш цих компонентів.

Основна частина. Одним з основних показників якості виконання процесу диспергації кормових компонентів є зміни їх фракційного складу, які пов’язані з руйнуванням структури сировини і трансформацією окремих органічних речовин. Нами проведено п′ять серій дослідів, в ході яких досліджено динаміку зміни фракційного складу окремих кормових компонентів і їх сумішей в часі, ступінь перерозподілу фракцій, а також вплив термінів обробки і температури на зміни основних біохімічних показників кормових сумішей (рис. 2).

Аналіз одержаних даних свідчить, що фракційний склад вихідної рослинної сировини відрізняється за вмістом окремих фракцій, що пов’язано із фізико-хімічною структурою, складом окремих компонентів, переважаючою наявністю ок-

ремих хімічних сполук (клітковини, крохмалю, білків, жирів, полісахаридів тощо), способом їх одержання. Так, за даними таблиці 1 видно, що більш цілісний склад має зерно, в якому 99,79% його маси представлено фракцією 3мм.

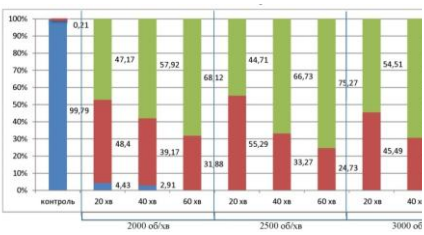
Пивна дробина, як продукт попередньої переробки в процесі виготовлення солоду в пивоварній промисловості, має лише 18,5% фракції 3 мм с превалюванням до 50,66% фракцій розміром від 2 до 0,5мм, тобто того розміру фракцій, які мають за діючими зоотехнічними нормами найбільший позитивний вплив на процеси травлення сільськогосподарських тварин.

Вихідна зелена маса гороху посівного, попередньо підготовлена шляхом подрібнення на промисловій м'ясорубці, має до 68,4% фракції 3 мм і приблизно рівну кількість – близько 6% більш менших фракцій – від 2 мм до 0,25 мм і менше.

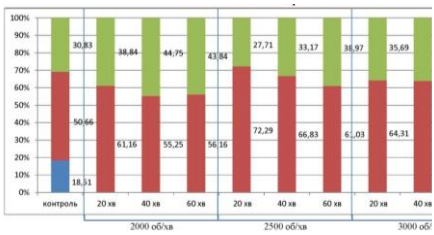
Вихідна суміш із попередньо подрібненої зеленої маси, пивної дробини і зерна ячменю, приготовлена за масовим співвідношенням компонентів 2:2:1 і гідромодулем 1:3, має в своєму складі до 71% фракції 3 мм, менші фракції займають 19,89% (2-0,5 мм) та 8,49% (0,25 мм і менше.). Останню сумарну фракцію розміром 0,25 мм і менше розглядаємо, як таку, що вміщує мінімум високополімерних сполук, які засвоюються в організмі тварин лише при активній ферментативній діяльності відповідних асоціатів мікроорганізмів. Тобто наявність в кормових сумішах дрібнодисперсних низькомолекулярних сполук передбачає їх безпосереднє підвищене засвоєння минаючи ферментативні мікробіологічні фази, що в свою чергу забезпечує економією енергетичних витрат організму на перетравлення корму.

Волога переробка кормових матеріалів кавітаційно-диспергаційним методом суттєво впливає на їх фракцій склад. При майже всіх режимах (рис. 2) в перші 20 хвилин обробки до 100% подрібнюються крупні фракції (3мм) і збільшуються фракції менших розмірів. Особливо це відмічається для таких рослинних матеріалів як зерно і пивна дробина, які відрізняються від, наприклад, зеленої рослинної біомаси, міцністю, тобто здатністю опиратися руйнуванню, особливо при зволоженні, коли знижується їх мікротвердість [12], розм'якшується рогоподібна частина, що приводить до розриву і руйнування білкового цементуючого прошарку [13].

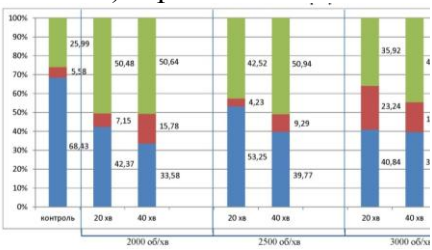
Стосовно зеленої маси кормових трав, треба відмітити, що її переробка в кавітаційному диспергаторі потребує попереднього подрібнення. З урахуванням конструктивних особливостей робочого органу (ротор-статор), в якому закладено специфічні розміри отворів, вихідна величина часток зеленої рослинної біомаси має бути в межах 3-10 мм.



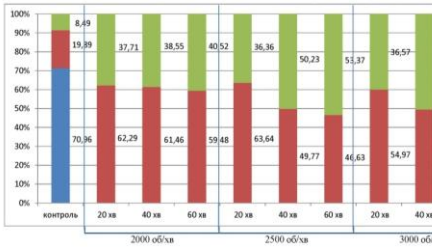
а) зерно ячменя



б) пивна дробина



в) зелена маса гороху



д) суміш зеленої маси, пивної дробини, зерна (2:2:1)

Рисунок 2 - Динаміка зміни фракційного складу зерна, пивної дробини та суміші компонентів при обробці на роторному кавітаційному диспергаторі

Попередні дослідження показали, що при більших розмірах часток (20-30 мм), в перші ж хвилини іде руйнування структури клітин, перехід в розчин вмісту кліток – цитоплазми з відокремленням волокнистої частини, яка забиває отвори робочого органу і нагромаджується в об’ємі робочої камери установки.

При кавітаційній диспергації у водному середовищі попередньо подрібненої зеленої маси за 20-40 хв. зменшується у розчині вміст фракції 3 мм на 22-42 % відповідно, при цьому вміст менших, найбільш фізіологічних фракцій 0,25 мм і менше, збільшується в 6-7 разів (рис.2).

Потреба в подрібненні кормів обумовлена самою фізіологією сільськогосподарських тварин. Річ у тому, що швидкість обробки частинок корму шлунковим соком прямо пропорційна площі їх поверхні. В результаті подрібнення кормів утворюється безліч частинок з більшою загальною поверхнею, що сприяє прискоренню травлення і підвищенню засвоюваності поживних речовин. У практиці, за критерій крупності частинок сухого продукту прийнято модуль помелу М – середньозважений діаметр частинок, встановлений для кожного виду тварин [14]: – свиней 0,2-1,0 мм (тонкий помел); – великої рогатої худоби 1,0-1,8 мм (середній помел); – птахів 1,8-2,6 мм (грубий помел). Але це стосується сухих кормів, насамперед зернових, бо доведено, що як вміст цілих зерен в сумішах до 0,3-,0,5%, так і подрібнених до пиловидного стану, знижує ефективність їх використання.

Дещо інший підхід до використання вологих кормів, в яких переважаюча більшість дрібнодисперсних частинок, тим більш водорозчиннних, сприяє підвищеному засвоюванню поживних речовин. Так, за деякими даними [4, 7, 8], рекомендований розмір оптимальних фракцій для вологої годівлі тварин, в тому числі для кормів приготовлених кавітаційним методом, знаходиться в межах 0,2-1,4 мм.

На основі результатів досліджень (рис. 2), для порівняння ефективності диспергації різних кормових компонентів, розраховано модуль помелу, як усереднюючий показник для варіантів різних культур, частот обертання ротора та терміну їх обробки. В процесі експериментальних досліджень встановлено, що з точки зору якості диспергації досліджуваних кормових матеріалів переважаючими є режими 2500-3000 об./хв. з терміном обробки до 40 хв.

Ефект подрібнення, що відбувається в роторному кавітаційному диспергаторі, сприяє дезинтеграційним процесам, що відбуваються на молекулярному рівні і призводить до змін біохімічного складу компонентів, як за рахунок власне подрібнення, так і ферментаційних процесів, що відбуваються в установці під дією гідродинамічних, термохімічних процесів і кавітації, що забезпечує подрібнення і підвищення температури кормових сумішей до 60 -70 ^{0}С.

Одержані в результаті переробки зразки вологих кормових компонентів і їх сумішей аналізувалися на вміст основ-

них біохімічних показників.

Одержані результати біохімічних аналізів найбільш характерних режимів роботи досліджуваного диспергатора показали, що за вмістом протеїну і білку переважає пивна дробина. Вміст в ній протеїну і білку сягає 24,72,-24,12% відповідно, тоді як в зеленій масі і зерні 13,19-12,62% та 15,06-9,22%. В ході процесу диспергації відслідковується тенденція до деякого зниження білкових компонентів, що може бути пояснено дезинтеграцією білка з розкладом на окремі амінокислоти, які за біохімічним аналізами не фіксуються у складі білку, а переходять до складу небілкового азоту, кількість якого зростає.

Спостерігається загальна тенденція зниження жирів, які при розщепленні розкладаються на гліцериди й жирні кислоти, або їх солі, що підвищує їх роль, як енергетичного матеріалу та сприяє поліпшенню травлення тварин та процесів клітинного обміну.

Загальна кількість клітковини зменшується в середньому в усіх варіантах досліджуваних кормових матеріалах: на 2-11% в диспергованому зерні, на 2-6% в пивной дробині, на 9-15% в зеленій масі гороху та на 6,7-12,5% у водній суміші зелена маса-пивна дробина-зерно (2:2:1). При цьому, в режимі роботи роторного кавітаційного диспергатора-3000 об./хв. забезпечується дещо більший ефект дезинтеграції за біохімічним складом у порівнянні з 2500 об./хв., але і не досить відчутний. Наприклад, по клітковині, як найбільш проблемній сировині, що має значну пружність структури, різниця в ефективності дії режимів 2500 об./хв. і 3000 об./хв. терміном 60 хвилин становить 4-6%.

Аналізи на золу свідчать про її підвищення в усіх досліджуваних матеріалах, що пов’язано з мінералізацією органічних речовин при проходженні
ферментаційних процесів. Безазотисті екстрактивні речовини (БЕР) досліджуваних компонентів кормів мають загальну тенденцію до підвищення за рахунок перерозподілу поживних речовин в ході кавітаційної обробки.

Особливо помітні зміни відбуваються, судячи з аналізів, з вуглеводною частиною біохімічного складу зерна, пивної дробини та їх сумішей. При диспергації зерна рівень цукрів на режимі 2500 об./хв. по відношенню до контролю-вихідної маси підвищується через 20 хв. в 5 разів, а через 60 хв. в 10 разів, дещо нижчі показники змін по інших культурах. В сумішах в

режимі 3000 об./хв. рівень цукру підвищується у порівнянні з контролем в 1,8-6,4 разу.

Таким чином, проведені дослідження процесу диспергації кормової сировини свідчать про наявність явищ дезинтеграції високополімерних органічних сполук і ферментації основних складових поживної цінності кормів – білків, жирів, вуглеводів та клітковини з утворенням певної кількості більш низькомолекулярних сполук, які можуть бути засвоєні організмом тварин без значних енергетичних затрат, тобто збільшення виходу легкодоступних розчинних фракцій перетравного протеїну, екстракції великої кількості харчових волокон і істотного (до 15%) зниження рівня клітковини у порівнянні з початковою сировиною, дозволяє істотно підвищити поживну цінність і біологічну ефективність кормів. Крім того в процесі такої переробки кормів досягається високий ступінь гомогенізації рослинної сировини і забезпечується схоронність отриманого продукту за рахунок пастеризуючої і бактерицидної дії в роторному кавітаційному диспергаторі.

Розрахунки обмінної енергії (ОЕ) для вихідної сировини та дослідних варіантів [15] показали, що кількість її в досліджуваних кавітаційно оброблених кормових компонентах має тенденцію до підвищення: в зерні на 0,6%, пивній дробині на 0,8%, зеленій масі на 5,8%, суміші – на 1,7%. Такі зміни з підвищенням вмісту обмінної енергії пояснюються змінами і перерозподілом поживних компонентів і в першу чергу зменшенням клітковини: в зерні на 11,8%, пивній дробині на 4,1-5,5%, зеленій масі на 13,1%, суміші – на 11%.

Висновки:

1. Експериментальний зразок роторного кавітаційного диспергатора типу РоКаДі забезпечує отримання стійкого ефекту кавітації – диспергації при обробленні кормових компонентів в водному середовищі.

2. Волога переробка кормових матеріалів кавітаційно-диспергаційним способом суттєво змінює їх фракційний склад. Встановлено, що на режимах (2500-3000 об./хв.) за перші 20 хв. обробки на 90-100% подрібнюються крупні фракції (3мм) і суттєво збільшуються частка фракції менших розмірів.

3. Аналізуючи якість диспергації досліджуваних кормових матеріалів за модулем помелу можна стверджувати, що

переважаючими є режими обробки протягом 20-30 хв. при частоті обертання ротора 2500-3000 об./хв.

4. Встановлено, що в процесі диспергації кормових матеріалів загальна кількість клітковини зменшується в в усіх варіантах: до 11% в зерні, до 6% в пивной дробині, до 15% в зеленій масі гороху та до 12,5% у водній суміші зелена маса-пивна дробина-зерно (2:2:1).

5. При кавітаційній обробці зерна на режимі 2500 об./хв. рівень цукрів по відношенню до контролю (вихідна маса) підвищується через 20 хв. в 5 разів, а через 60 хв. в 10 разів, дещо нижчі показники змін по інших культурах. В сумішах на режимі 3000 об./хв. рівень цукру підвищується у порівнянні з контролем в 1,8-6,4 разу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шаршунов В. А. Биохимические и биофизические предпосылки для внедрения технологий углубленной переработки сырья при производстве комбикормов / В. А.Шаршунов, А. В. Червяков, С. В. Курзенков [и др.] // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1999. – №2. – С. 6-10.

2. Шаршунов В.А. Корма и кормовые добавки: Справочное пособие / В.А. Шаршунов, А.В. Червяков. – Минск: Экоперспектива, 2001. – 487 с.

3. Кристович В. Л. Основы биохимии растений. / В. Л. Кристович. – М.: Высш. школа, 1971. – 464 с.

4. Скрыль И. И. Кавитационная технология и оборудование для производства жидких кормов [Интернет ресурс] / И. И. Скрыль, А. Н. Ковальчук // Материалы международной заочной научной конференции «Проблемы современной аграрной науки», 15 октября 2011 г. / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск.– КГАУ,2011.– Режим доступа: http://www.kgau.ru/img/konferenc/2011/d3.doc.

5. Ковалёв А. В. Технология влажного гомогенного кормления свиней, как инструмент повышения рентабельности и конкурентоспособности промышленных свинокомплексов / А. В. Ковалёв // Материалы международной конференции "Инновационные пути развития свиноводства в России" ("Свиноводство - 2011"). – Международная промышленная академия, 14-16 ноября 2011 г. – Пищепромиздат, 2011.

6. Смоляр В. І. Підвищення м’ясної продуктивності свиней/ В. І. Смоляр.– Режим доступу: http://www.ndipvt.org.ua/konf4/3/2.htm.

7. Гидромельница ГМ-2, Николаев – Режим доступа: http://www. ua.all.biz/g1532028/

8. Пат. 2447674 Российская федерация, МПК A23K1/00 A23K1/12 Способ получения биологически полноценной кормовой смеси [Текст] / Сидоров А. В., Ковалев А. В., Мошкутело И. И.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Кавикорм". – № 2010135931/10; заявл. 31.08.2010; опубл. 20.04.2012, Бюл. № 4. – 3 с.

9. Пат. 2316227 Российская федерация, МПК A23K1/00; A23N17/00 Способ приготовления жидких кормов и установка для его осуществления [Текст] / Петраков А. Д., Гурков В. В., Яковлев О. П.; заявитель и патентообладатель Петраков А. Д., Гурков В. В., Яковлев О. П. – № 2006113749/13; заявл. 21.04.06; опубл. 20.08.06, Бюл. № 8. – 3 с.

10. Открытие завода кормовых добавок «Кавикорм-Лебяжье» [Интернет ресурс] / Раздел «Репортажи» // Научно-производственный журнал “Молочное и мясное скотоводство”. – Режим доступа: http://www.skotovodstvo.com/ Reportage/ Cavikorm-2011.html.

11. Мошкутело И. И. Научно-практические основы формирования инновационной технологии "cavikorm®" и их экспериментальная апробация на свиноводческих комплексах / И. И. Мошкутело // ВИЖ РАСХН, ООО «Кавикорм». – Научно-практический семинар «Инновационные технологии кормления на животноводческих комплексах» в рамках 16-й Международной выставки «Зерно-Комбикорма-Ветеринария-2011», 3 февраля 2011 г.: итоговые материалы. – М, 2011. – С. 13-17.

12. Прочность как механическое свойство зерна.[Электронный ресурс] – Режим доступу: http://www.activestudy .info/prochnost-kak-mexanicheskoe-svojstvo-zerna/

13. Основы производства нативных крахмалов.[Электронный ресурс] – Режим доступу: http://sergeyosetrov.narod.ru / Projects/Water_and_heat_ processing / Crushing_grain 1.htm.

14. Зоотехнические требования измельчения зерновых кормов. – Режим доступа : http://gendocs.ru/v3189/?download=1

15. Методические рекомендации по определению энергетической питательности кормов для жвачных – М., 1984. – 25 с.

BIBLIOGRAHY

1. Sharshunov V.A. Biochemical and biophysical conditions for introducing technologies of deep raw material processing under forage production / [V. A. Sharshunov, A. V. Cherviakov, S. V. Kurzenkov and oth.] // Izvestiya Akademii agrarnix nauk Respubliki Belarus,1999. – №2.– S. 6-10.

2. Sharshunov V.A. Forage and Корма и feed additives: spravochnoe posobie / V. A. Sharshunov, A. V. Cherviakov. – Minsk: ekoperspektiva, 2001. – 487 s.

3. Kristovich V. L. Basics of phytochemistry / V. L. Kristovich. – M.: Vyssh. shkola, 1971. – 464 s.

4. Skryl' I. I. Cavitation technology and equipment for slop feed production [E-resource] / I. I. Skryl', A. N. Koval'chuk // Materialy mezhdunarodnoy zaochnoy nauchnoy konferentsii «Problemi sovremennoy agrarnoy nauki», 15 oktiabrya 2011 / Krasnoiarskiy gosudarstvenniy agrarny universitet. – Krasnoiarsk. – KGAU,2011. – Rezhim dostupa: http://www.kgau.ru/img/ konferenc/2011/d3.doc.

5. Kovalyov A. V. Technology of moisty homogeneous pig feeding as an instrument of profitableness and competiveness of commercial pig complexes / A. V. Kovalyov // Materialy mezhdynarodnoy konferentsii "Innovatsionnye puti razvitiya svinovodstva v Rossii" ("Svinovodstvo - 2011")/ Mezhdunarodnaya promyshlennaya akademiya, 14-16 noiabrya 2011. – Pishchepromizdat, 2011.

6. Smolir Increase of pig production/ V. I. Smolir. – Rezhim dostupu: http://www.ndipvt.org.ua/konf4/3/2.htm.

7. Gidromel'nitsa GM-2, Nikolaev. – Rezhim dostupa: ttp://www. ua.all.biz/g1532028/

8. Pat. 2447674 Russian Federation, MPK A23K1/00 A23K1/12 Method for the production of biologically complete diet mix [Text] / Sidorov A.V., Koval'ov A. V., Moshkutelo I. I.; zaiavitel' i patentoobladatel' Obshchestvo s ogranichennoy otvetsvennost'u "Kavikorm". – № 2010135931/10; zaiavl. 31.08.2010; opubl. 20.04.2012, Biol. № 4. – 3 s.

9. Pat. 2316227 Russian Federation, МПК A23K1/00; A23N17/00 Method for the production of slop feed and feed-milling plant [Text] / Petrakov A. D., Gurkov V. V., Yakovlev O. P.; zaiavitel' i patentoobladatel' Petrakov A. D., Gurkov V. V.,

Yakovlev O. P.–№ 2006113749/13; zaiavl. 21.04.06; opubl. 20.08.06, Bul.№ 8. – 3 s.

10. Plant opening of feed additives «Cavikorm-Lebiazh'e» [E-resource] / Razdel «Reportazhi» // Nauchno-proizvodstvenny zhyrnal Molochnoe i мiasnoe skotovodstvo. – Rezhim dostupa: http://www.skotovodstvo.com/ Reportage/Cavikorm-2011.html.

11. Moshkutelo I. I. Research and practice basics of formation of innovative technology "cavikorm®" and their testing on pig-breeding complexes / I. I. Moshkutelo // VIZh RASHN, OOO «Cavikorm». – Nauchno-prakticheskiy seminar «Innovatsionnye tehnologii kormleniya na zhivotnovodcheskih kompleksah» v ramkah 16-i Mezhdunarodnoy vystavki vystavki «Zerno-Kombikorma-Veterinariya-2011», 3 fevralya 2011: itogovie materialy. – M, 2011. – S. 13-17.

12. Strength as grain mechanical property.[E-resource] – Rezhim dostupu: http://www.activestudy.info/prochnost-kak-mexanicheskoe-svojstvo-zerna/

13. Production basics of native starches.[E-resource] – Rezhim dostupu: http://sergeyosetrov.narod.ru / Projects/Water_and_heat_ processing / Crushing_grain 1.htm.

14. Livestock requirements of feed milling.[E-resource] – Rezhim dostupa : http://gendocs.ru/v3189/?download=1

15. Method guidelines for defining feed nutrition for ruminants – M., 1984. – 25 s.

RESULTS OF DESIGN AND ENGINEERING QUALITY CONTROL OF DAMP FEED MIXTURE COMPONENT PROCESSING BY ROTARY CAVITATION DISPERSER RoKaDi-2

V. M. Pavlichenko, V. V Lyhodid., L. G Shaparenko., P. M. Luts, V. M. Zabudchenko, I. I. Koval'ov

Summary

The results of experimental research of cavitation processing of pea green material feed ingredients, beer pellet, barley and their mixtures in the experimental sample of rotary cavitation disperser have been presented. The obtained evaluation results of dispersion of feed components and mixtures on the basis of their physico-chemical and biochemical parameters confirm the hypothesis adopted on the results

of previous research of rational constructive and technological and operational parameters of the disperser RoKaDi-2.

Key words: rotary cavitation disperser, feed ingredients, mixture, cavitation provessong, fractional composition, milling module, biochemical composition, design and engineering control.

УДК 631.894:879.4

МОДЕЛЬ АЕРОБНО-АНАЕРОБНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІДХОДІВ

Павленко С.І. к.т.н., доц. *
Ляшенко О. О., інж.
Філоненко Ю. А., науковий співробітник
Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва ННЦ «ІМЕСГ»
м. Запоріжжя, Україна
Тел. (061) 289-81-84
e-mail: imtuaan@ukr.net

Анотація. Розглянуто процес поєднання технологічних операцій аеробної і анаеробної переробки сільськогосподарських відходів для отримання біогазу та органічних добрив. Створено модель аеробно-анаеробного процесу переробки сільськогосподарських відходів.

Ключові слова: компостування, органічні відходи, моделювання, аеробно-анаеробний процес.

Постановка проблеми. Основна ідея розроблюваного процесу полягає у поєднанні технологічних операцій аеробної і анаеробної переробки сільськогосподарських відходів з метою виробництва біогазу і органічних добрив. Основні прогнозовані переваги такого технологічного підходу базуються на таких положеннях:

---

* Публікується по рекомендації: ак. МААО, д.т.н, проф. Пастухова В.І.

- ведення процесу повинно проводитись за умов максимально можливого зниження вологості вхідного субстрату, яка б задовольняла технологічним вимогам як аеробного, так і анаеробного методу переробки відходів;

- залучення до процесу поряд з екскрементами тварин додатково рослинних відходів з метою підвищення питомого вмісту органічної речовини, здатної до мікробіологічного розкладу;

- скорочення обсягів перероблюваних відходів за рахунок уникнення надмірного використання води в технологічній стадії анаеробного зброджування;

- підвищення питомого виходу біогазу з одиниці об’єму перероблюваного субстрату й відповідно з одиниці об’єму технологічної споруди;

- зниження енергетичних затрат на підтримку температурного режиму за рахунок використання вивільненої теплової енергії на попередній стадії аеробної обробки;

- скорочення викидів в атмосферу неприємних запахів, шкідливих та парникових газів;

- зниження обсягів капіталовкладень на технологічні споруди і устаткування;

- уникнення санітарно-гігієнічних ризиків за рахунок знезараження субстратів в умовах біотермічних процесів на стадії попередньої аеробної обробки та на завершальній стадії термофільного компостування;

- підвищення питомого вмісту поживних біогенних речовин в кінцевих продуктах (компостах) з одночасним еквівалентним зменшенням їхніх обсягів;

- підвищення екологічної безпеки за рахунок уникнення загроз забруднення довкілля як сировинними компонентами, так і кінцевими продуктами переробки.

Основна частина. Розроблюваний технологічний процес може бути представлений його структурною моделлю (рис. 1), яка передбачає послідовне виконання цілого ряду технологічних операцій, що включають різні мікробіологічні стадії розкладу органічних сполук. Основні технологічні операції процесу: оцінювання обсягів та властивостей відходів → готування вихідного субстрату → аеробна стадія → анаеробна стадія (гідроліз, кислотогенез, ацетогенез, метаногенез) → рециркуляція зброджуваної рідини і зрошення субстрату → відбір біогазу →

аеробна стадія (стабілізація шляхом біотермічного компостування) → дозрівання компосту (витримування у термінах визначених агротехнічними заходами внесення на поля).

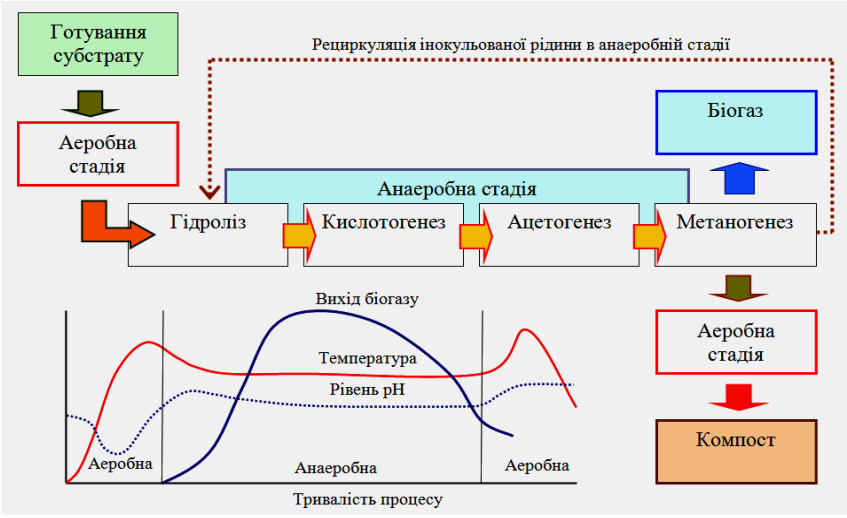


Рисунок 1 – Структурна модель аеробно-анаеробного процесу переробки органічних відходів з виробництвом біогазу і компостів

Таблиця 1 – Узагальнені дані вмісту органічної речовини і питомого виходу біогазу з сільськогосподарських відходів

Органічні відходи	Суха речовина (СР), %	Органічна речовина, (ОР), %(СР)	Відношення C:N (середнє)	Питомий вихід біогазу, $м^3$/кг(ОР)
Екскременти ВРХ	8,2-15,1	75-85	10-30 (19)	0,3-0,6
Екскременти свиней	9-14	75-83	10-20 (14)	0,5-0,9
Екскременти птиці	10-29	67-77	6-15 (10)	0,3-0,8
Екскременти овець	18-25	80-85	13-20 (16)	0,3-0,4
Екскременти коней	25-30	70-80	22-50 (30)	0,4-0,6
Гній рідкий ВРХ	6-11	68-85	16	0,1-0,8
Гній рідкий свиней	2-13	77-85	20	0,3-0,8
Трава зелена	20-37	86-93	9-25	0,7-0,8
Силос кукурудзи	20-40	94-97	60-80	0,6-07
Солома злакова	86	92-94	80-110	0,2-0,5

Сільськогосподарські органічні відходи, що можуть бути залучені до переробки в аеробно-анаеробному процесі (табл. 1).

Основним компонентом є екскременти сільськогосподарських тварин, у т.ч. безпідстилковий і підстилковий гній, послід та ущільнені мулові осади тваринницьких стоків. Додатковими компонентами слід вважати солому, рослинні відходи, такі як кормові з'їди, а також рослинна біомаса (стеблова кукурудза, бадилля і листя буряків, зелена трав'яна маса, тощо).

Технологічні вимоги до готування субстратів для аеробно-анаеробних процесів. Готування субстратів передбачає попередню механічну обробку відходів (за необхідності), збалансування за вмістом поживних речовин та відношенням C:N, урегулювання вологості (вмісту сухої речовини) та структури субстрату. Механічна обробка органічних відходів сільськогосподарського виробництва не передбачає цілого ряду технологічних операцій притаманних для переробки муніципальних відходів, а саме: сортування, відбір металевих та полімерних компонентів відходів, тканин тощо.

Основним технологічним заходом, з точки зору попередньої механічної обробки, який може бути використаний у розроблюваному процесі, є подрібнення довговолокнистих рослинних відходів з метою збільшення питомої поверхні матеріалу і, відповідно, прискорення її розпаду під дією мікроорганізмів. З іншого боку ступінь подрібнення суттєво впливає на структуру вихідного субстрату. Слід мати на увазі, що чим менше розмір частинок, тим сильніше вони ущільнюються й погіршать аерацію на першій стадії процесу. Висока щільності закладання субстрату може гальмувати фільтраційні процеси й інокулювання всієї маси збродженою рідиною в анаеробній стадії. Для механізованих систем з примусовою аерацією, рослинні компоненти можуть подрібнюватись до часток розміром від 12 мм до 15 мм. При відсутності примусової аерацією найкращим може бути подрібнення до 50 мм. Наступним елементом готування субстратів є збалансування їх за вмістом поживних речовин та відношенням C:N. Як зазначалось вище раціональним може бути початкове відношення ***C:N*** = 25±5 : 1 [1].

Методологічний підхід щодо урегулювання співвідношення *C:N* представлено на рис. 2.

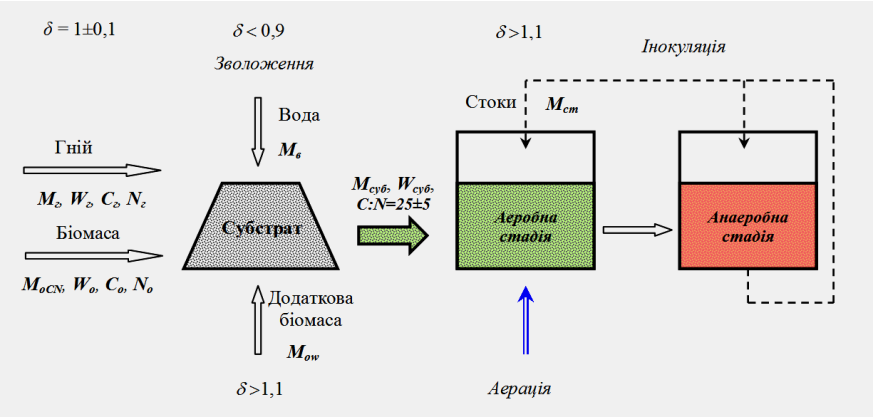


Рисунок 2 – Структурна модель готування субстрату шляхом збалансування вологості і C:N

Високе значення співвідношення ***C:N*** > 30 : 1 призводить до пролонгації процесу з тривалим окисленням надлишкового вуглецю або розпадом органічних сполук в анаеробній стадії. Чим вище відношення ***C:N*** в органічному субстраті, тим ймовірніше, що буде мати місце біологічне поглинання азоту. Якщо ***C:N*** < 20:1, як це характерно, наприклад, для гною чи посліду, азот буде втрачатись у вигляді аміаку, який є інгібітором в анаеробній стадії процесу. Одним з шляхів зменшення втрат азоту – це забезпечення оптимального співвідношення ***C:N*** ще на початку процесу. Для збалансування субстрату на першому етапі визначається вологість компонентів та вміст органічного вуглецю в сухій речовині. Для розрахунків масових пропорцій кожного з компонентів, з урахуванням фізико-хімічних властивостей, застосована математична модель [3.4]. Сутність балансуванням полягає у відносному оцінюванні розрахункових масових кількостей одного й того ж компонента (наприклад, зелена біомаса або суха біомаса - солома), за параметром δ

$$\delta = M_{ow} / M_{oCN} \ , \qquad (1)$$

де M_{oCN} - масова кількість органічного матеріалу (як енергетичного компонента) для збалансування субстрату за поживними речовинами, т;

M_{ow} - масова кількість органічного матеріалу (як вологопоглинача) для збалансування вологості субстрату, т

$$M_{ow} = M_г (W_г - W_{суб}) / (W_{суб} - W_o), \qquad (2)$$

де $W_г$, W_o - відповідно, вологість гною (посліду) і базового органічного компонентів, %

$W_{суб}$ - технологічна вологість субстрату, %;

$M_г$ - кількість гною (посліду) за масою, т.

У свою чергу M_{oCN}

$$M_{oCN} = kM_г (100 - W_г) / (100 - W_o), \qquad (3)$$

де k – поправний коефіцієнт, який враховує вміст поживних біогенних речовин в гної (посліді) і в органічному матеріалі:

$$k = (N_г k_{CN} - C_г) / (C_o - N_o k_{CN}), \qquad (4)$$

де $N_г$, N_o – вміст азоту в сухій речовині гною (посліду) і базовому органічному компоненті, %;

$C_г$, C_o – вміст органічного вуглецю в сухій речовині гною (посліду) і базовому органічному компоненті, %;

k_{CN} – оптимальне відношення вуглецю і азоту для ефективної життєдіяльності мікроорганізмів (для анаеробного процесу k_{CN} = 25±5, оптимально для розрахунків k_{CN} = 25).

Якщо δ = 1±0,1 то слід вважати, що субстрат збалансований за вмістом біогенних речовин. Таким чином, до гною масою $M_г$, як основного компонента субстрату, слід додати базовий енергетичний компонент у кількості M_{oCN}, що розрахована за формулою (3).

Маса субстрату становитиме (для δ = 1±0,1)

$$M_{суб} = M_г + M_{oCN} \qquad (5)$$

Методологічний підхід щодо регулювання вологості субстрату. У випадку, коли $\delta < 0{,}9$, означає про збалансованість субстрату за *C:N*, але його вологість буде нижча за технологічно необхідну. У такому разі додаткове балансування субстрату ведуть за вологістю шляхом зволоження її під час змішування компонентів з уведенням води (або за рахунок рециркуляції стоків) у кількості, яка визначається за формулою

$$M_в = \left[M_{oCN}\left(W_{суб} - W_o\right) - M_г\left(W_г - W_{суб}\right)\right] / \left(100 - W_{суб}\right), \quad (6)$$

де $M_в$ - масова кількість води (стоків) для зволоження субстрату, т.

Для випадку маса субстрату становитиме

$$M_{суб} = M_г + M_{oCN} + M_в \quad (7)$$

У тому разі, коли δ > 1,1 балансування суміші за вологістю ведуть шляхом додавання сухого компоненту (солома, суха трава, тощо) з попереднім визначенням його вологості. Кількість сухого компоненту

$$M_{ск} = \left[M_г\left(W_г - W_{суб}\right) - M_{oCN}\left(W_{суб} - W_o\right)\right] / \left(W_{суб} - W_{ск}\right), \quad (8)$$

де $M_{ск}$ - масова кількість сухого компоненту, т;

$W_{ск}$ - вологість сухого компоненту, %.

Субстрат (для δ > 1,1) може бути підготовлений за двома варіантами.

Перший варіант передбачає можливість уведення додаткової кількості органічного вологопоглинального компонента. Маса субстрату при цьому становитиме

$$M_{суб} = M_г + M_{oCN} + M_{ск} \quad (9)$$

При цьому слід зазначити, що за такого підходу дещо порушується співвідношення *C:N*, яке зросте в більшу сторону до показника 30:1.

Другий варіант передбачає додавання до гною базового енергетичного компонента у кількості M_{ow}, що визначається за формулою (2) для збалансування вологості субстрату, а також інокульованої стічної рідини за кількістю $M_{ст} = M_{в}$.

Маса субстрату становитиме

$$M_{суб} = M_{г} + M_{ow} + M_{ст}. \qquad (10)$$

Технологічним урегулюванням розглянутих положень може бути: для першого варіанту – урахування того, що розпад органіки на стадії аеробного процесу призведе до зниження показника *C:N* перед процесом зброджування; для другого варіанту – пониження *C:N* шляхом використання інокульованої стічної рідини з вмістом певної кількості амонійного азоту (рециркуляція азоту), якою буде періодично зрошуватись субстрат у процесі анаеробної переробки.

Аеробна стадія процесу. Переробка відходів на цій стадії передбачає виведення процесу на мезофільно-термофільний режим з метою максимально можливого скорочення затрат на розігрівання субстрату й відповідно його розкислення та гідролізу перед переходом на анаеробний метаногенний процес зброджування. Тривалість аеробної стадії залежить від швидкості розігрівання субстрату і виходу принаймні на мезофільний режим до температур не вище 42°С. Теплоенергетичний баланс біотермічного процесу розігрівання субстрату в узагальненому вигляді можна представити наступним чином:

$$E = \Sigma E_{вх} \pm \Sigma E_{перетв} - \Sigma E_{вих}, \qquad (11)$$

де E – накопичена енергія системи, МДж;

$\Sigma E_{вх}$ – сумарна енергія на вході в систему, МДж;

$\Sigma E_{перетв}$ – сумарна енергія біохімічних перетворень, МДж;

$\Sigma E_{вих}$ – сумарна енергія на виході системи (втрачена енергія), МДж.

Тобто динаміка аеробного процесу залежить і змінюється під впливом його вхідних і вихідних параметрів, а також від цілого ряду параметрів, які характеризують

біохімічні перетворення (ендогенні і екзогенні) органічної речовини в органічних субстратах (рис. 3).

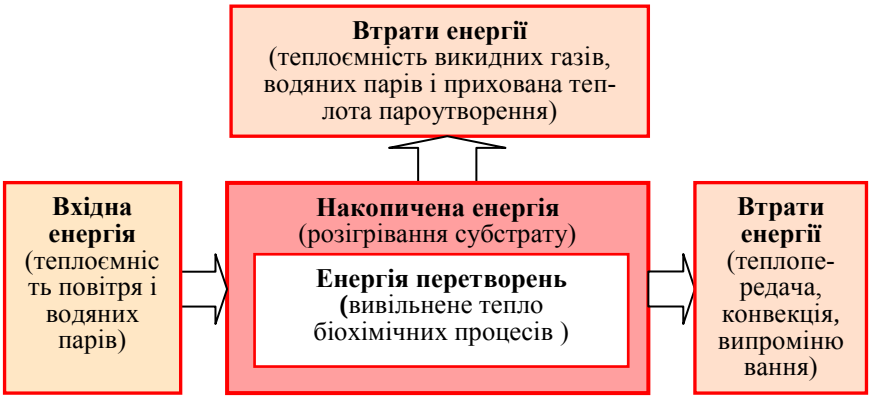


Рисунок 3 – Схема теплоенергетичних потоків в аеробних процесах

Розглядаючи аеробний процес для закритої теплоізольованої системи теплоенергетичний і масовий баланс можна оцінити за наступною модельною схемою (рис.3). Для оцінювання енергетичних затрат, необхідних для розігрівання субстрату від початкової його температури t_n до температури мезофільного режиму $t_{мез}$, вдамося до наступних припущень. По-перше, втрати теплової енергії приймаються мінімальними; по-друге, енергія випаровування трансформується в енергію нагрівання огороджуючих конструкцій (принаймні, на першому етапі запуску системи в роботу); по-третє, енергія на нагрівання субстрату еквівалентна енергії вивільненій у результаті аеробних мікробіологічних перетворень (розпад частини органічних сполук субстрату); і останнє – на першій стадії аеробного процесу розпаду піддаються переважно леткі органічні сполуки гною у зв’язку з невеликою його тривалістю. Таким чином, енергія розірвання субстрату E_p (накопичена енергія) може бути оцінена наступним рівнянням

$$E_p = cM_{суб}(t_n - t_к), \qquad (12)$$

де c – теплоємність субстрату, МДж/(кг град);

t_n – початкова температура субстрату, °С;
$t_к$ – кінцева температура субстрату, °С.

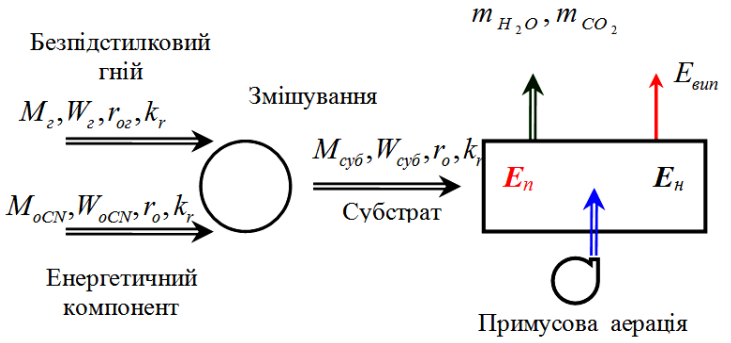


Рисунок 4 – Схема моделі енергетичного і масового потоків аеробної стадії обробки субстрату з примусовою аерацією

Потенційна теплова енергія, вивільнена у результаті біохімічних процесів розпаду органіки, розраховується за формулою:

$$E_n = \Delta m_{o.г} q_{o.г} = M_г (1 - W_г) r_{o.г} k_{r.г} q_{o.г} \quad , \quad (13)$$

де E_n – потенційна енергія розпаду летких органічних речовин, МДж;

$q_{o.г}$ – питома енергія розпаду органічної речовини, МДж/кг;

$\Delta m_{o.г}$ – маса леткої органічної речовини гною, кг;

$r_{o.г}$ – відносний вміст органіки в сухій речовині гною, в.о.;

$k_{r.г}$ – коефіцієнт ступеню розпаду органічної речовини, в.о.

Питома енергія розпаду леткої органічної речовини залежить від її біоенергетичних властивостей і у нашому варіанті приймається на рівні окислення вуглеводів гною, яке супроводжується вивільненням енергії у межах від 16,8 до 17,6 МДж/кг. Маса леткої частини органічної речовини, якої достатньо під час розпаду для розігрівання субстрату до мезофільного режиму становитиме

$$\Delta m_{о.г} = cM_{суб}(t_п - t_к) / q_{о.г} \qquad (14)$$

Відповідним чином можна встановити втрати від можливого виробництва біогазу

$$\Delta Q_б = \Delta m_{о.г} q_б \qquad (15)$$

де $\Delta Q_б$ - втрати виходу біогазу від розпаду органіки на аеробній стадії, м^3;

$q_б$ - питомий вихід біогазу з 1 кг органічної речовини, м^3/кг(ОР).

Відносна теплоенергетична ефективність аеробної стадії може бути оцінена шляхом порівняння енергії біотермічних процесів і теплової енергії від згорання втраченої кількості біогазу

$$k_е = E_п / (\Delta Q_б E_б) \qquad (16)$$

де $E_б$ - питома теплота згорання біогазу, МДж/м^3.

Висновки. Перспективним, з точки зору скорочення питомих капіталовкладень на одиницю перероблюваної органічної речовини, є поєднання технологічних операцій в єдиний технологічний процес аеробно-анаеробної переробки відходів з відпрацюванням технологічних і режимних параметрів на основі вивчення ефектів впливових чинників властивих компостуванню і зброджуванню. Одним із таких процесів може бути процес твердофазової ферментації за циклом аеробна-анаеробна-аеробна обробка. Основною гіпотезою такого процесу є виробництво біогазу і високоякісних органічних добрив на основі субстратів з сільськогосподарських тваринницьких і рослинних відходів з високим вмістом сухої речовини, принаймні не менше ніж 30%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ляшенко О.О. Компостування гною методом біотермічної твердофазної ферментації / Техніка АПК. – 1996. – №1. – С. 31-32.

2 ВТ 46.16.20.33-2001 Технологія прискореного енергозберігаючого компостування гною з органічними відходами.

Вихідні вимоги. – Запоріжжя: Мінагрополітики України, ІМТ УААН, 2001.

3 Ляшенко О.О. Методологія готування та алгоритм визначення складу збалансованих компостних сумішей // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА. – 2006. – Вип. 36. – С. 20-25.

4 Патент UA №8463. МКІ C05F 17/00 Спосіб прискореного біотермічного компостування органічних відходів / О.О.Ляшенко, №20041109774; Заявлено 29.11.2004; Опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8.

BIBLIOGRAPHY

1. Liashenko O.O. Manure composting through biothermic solid state fermentation/ O.O. Liashenko. - Tekhnika АРК,1996. – №1. – S. 31-32.

2 VT 46.16.20.33-2001 Technology of rapid energy-saving composting manure with organic waste. Outgoing requirements. – Zaporizhzhya: - Minagropolityky Ukrainy, IMT UAAN, 2001.

3. Liashenko O.O. Methodology of compounding and the algorithm of composition analysis definition of well-balanced composting compounds / O.O. Liashenko // Pratsi Tavriyskoi derzhavnoi agrotekhnologichnoi akademii. – Melitopol: TDATA,2006. – Vyp. 36. – S. 20-25.

4 Patent UA №8463. МКІ C05F 17/00 The way of rapid biothermic composting of organic waste / O.O.Liashenko, №20041109774; Zaiavleno 29.11.2004; Opubl. 15.08.2005, Biul. № 8.

MODEL OF AEROBIC AND ANAEROBIC PROCESS OF AGRICULTURAL WASTE PRODUCTS PROCESSING

S.I. Pavlenko, O.O. Liashenko, Yu.A. Filonenko

Summary

The combination process of technological operations of aerobic and anaerobic agricultural waste products processing for obtaining biogas and organic manure has been considered. The model of aerobic and anaerobic process of agricultural waste products processing has been developed.

Key words: composting, organic waste, modeling, aerobic and anaerobic process.

УДК 658. 345 + 502. 58.

ОЦЕНКА ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВОЙ ПРОДУКЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

Бойко О.В., акад. МАБЖ, к.т.н.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. 0619-42-13-48

Аннотация. В работе определены факторы влияющие на состояние плодовой продукции в процессе ее хранения и оказывающие вредные воздействия на человека при его употреблении.

Ключевые слова: плодовая продукция, безопасность, качество, риск, опасность, методика, НАССР, контроль.

Постановка проблемы. В современных условиях развития социально-экономических отношений возрастают требования к безопасности пищевой продукции. Стандартами и техническими регламентами устанавливаются более жесткие требования к пищевой продукции по показателям качества и безопасности. Эти требования касаются не только розничной торговли, но и распространяется на всю цепочку поставщиков, включая производителей плодовой продукции, пункты хранения и транспортные компании, то есть на все процессы жизненного цикла продукции [1, 2].

На каждой стадии жизненного цикла продукции могут формироваться условия влияющие на состояние продукции, при котором может возникать недопустимые риски связанные с вредными воздействием на здоровья людей при употреблении такой продукции. Выявление главных этапов технологического процесса, то есть тех операций, на которых могут возникать недопустимые риски является задачей, позволяющей принимать соответствующие меры по недопущению превышения установленных граничных значений показателей безопасности.

Анализ последних исследований и публикаций. В настоящее время системы контроля качества и безопасности плодовой продукции разрабатываются с учетом требований стандартов Codex Alimentarius, ISO 9000, GFSI (Глобальная

инициатива по пищевой безопасности), IFS (международный пищевой стандарт) и других. Применение данных стандартов в отраслях производства пищевой продукции, а в данном случае плодовой продукции, дает возможность повысить безопасность и сохранить качество продукции [4, 6].

Цель исследований. Формирование системы контроля в технологии хранения плодовой продукции путем определения главных этапов в технологических процессах хранения, где может изменятся состояние продукции, оказывающее вредное воздействие на здоровье человека при ее употреблении.

Основная часть. Концепция HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) – является инструментом для определения состояния продукции, которое влияет или может влиять на ее безопасность, а также для разработки систем контроля и мер по обеспечения безопасности процессов производства продукции. Сегодня, концепция HACCP принята во всем мире и стала основным документом по безопасности продуктов питания в международной торговли. Однако внедрение HACCP для производства свежих продуктов не решает всех проблем безопасности. В идеале, концепция HACCP должны быть интегрированы с эффективным использованием, таких программ как GAP, GMP и GHP [5, 6].

HACCP совместим с другими системами менеджмента качества, таких, как ISO серии 9000, а также с частными промышленными стандартами, такими как British Retail Consortium (BRC) или EUREPGAP, а также Таможенного союза.

В основу системы HACCP положено семь принципов, которые должны соблюдаться при обеспечении безопасности процессов и производства продукции:

1 Провести анализ рисков - список всех потенциальных опасностей на каждом этапе производства. Анализировать каждую определенную опасность и оценить свой риск безопасности пищевых продуктов. Определить меры контроля по каждому виду установленных опасностей.

2 Определения критических контрольных точек (ККТ). Определить посты контроля, где вероятность неблагоприятных изменений в состоянии продукции высока.

3 Сформировать систему внешних воздействующих факторов и установление граничных значений. Уточнить и проверить (измерить) критические пределы для каждой ККТ.

4 Создание системы мониторинга управления ККТ. Контроль каждого ККТ по отношению к своему критическому пределу (КП).

5 Определить какие корректирующие действия должны быть приняты, в случае когда у ККТ отклонения от нормативных значений.

6 Установить процедуры для проверки, чтобы подтвердить, что Система НАССР является эффективной и рабочей. Процедуры проверки и мониторинга, используется для определения, если система НАССР работает должным образом.

7 Установить соответствующие документации для всех процедур записи. НАССР процедуры должны быть документально точны и эффективны [5, 6].

Для повышения безопасности продукции, необходимо, установить возникновение опасностей в производственной среде и их влияние на состояние продукции.

Способы хранения свежих плодов и овощей в охлажденном состоянии разделяется по методам отвода физиологического тепла, и представляют три группы:

1. Способы, базирующиеся на использовании теплопроводности, как главного средства отвода тепла;
2. Способы, основанные на использовании закономерностей конвективного теплообмена;
3. Смешанные способы, применение которых связано с отводом тепла конвекцией и теплопроводностью [7].

В процессе хранения плодовая продукция может подвергаться воздействию внешних факторов, которые вызывают изменения в состояния плодов опасное для здоровья человека.

В зависимости от характера воздействия на продукцию все внешние воздействующие факторы согласно [8] делятся на: механические; климатические и другие природные; биологические; радиационные; электромагнитные поля; специальные среды; термические.

Классификация внешних воздействующих факторов разработанная на основе [8, 9] и приведена на рисунке 1.

Согласно, принципов НАССР стадию хранения плодовой продукции рассмотрим с учетом контроля параметров качества и безопасности в критических точках процесса. Так в ККТ №1 – оценка и контроль оборудования и хранилищ, в ККТ №2 – оценка плодовой продукции в процессе закладки, в

ККТ № 3 – контроль в процессе хранения и в ККТ №4 - оценка и контроль плодовой продукции после хранения.

Рисунок 1 - Классификация внешних воздействующих факторов [8, 9].

На основании установленных ККТ предложена модель хранения плодовой продукции, которая представлена в виде таблиц 1, 2.

Таблица 1 - Модель хранения плодовой продукции

№ ККТ	Название процесса	Название технологической операции
1	2	3
ККТ №1	Подготовка тары, холодильных камер и транспортных средств к хранению продукции	1.1 Дезинфекция камер
		1.2 Дезинфекция тары
		1.3 Дезинфекция стен и потолков
		1.4 Охлаждение камер
		1.5 Подготовка транспортных средств
ККТ №2	Получение продукции	2.1 Входной контроль качества продукции
		2.2 Сортировка продукции
		2.3 Загрузка тары
		2.4 Подвоз тары

Продолжение табл. 1

1	2	3
		2.5 Погрузка продукции
		2.6 Контроль сортировки
		2.7 Вывоз урожая
		2.8 Инвентаризация
ККТ №3	Транспортирование продукции	3.1 Подвоз продукции
	Закладка урожая на хранение	3.2 Приём продукции
		3.3 Выгрузка продукции
		3.4 Подвоз продукции в хранилище
		3.5 Закладка продукции
	Хранение	3.6 Контроль качества продукции
		3.7 Контроль работы технических систем
ККТ №4	Снятие продукции с хранения	4.1 Переборка, сортировка и упаковка
		4.2 Вывоз продукции
		4.3Контроль качества продукции

Таблица 2 - Внешние воздействующие факторы, возникающие при хранении плодовой продукции

№ п/п	Вид	Наименование Фактора (параметр)	Ед. измерения	Граничные значения	Методы определения
1	2	3	4	5	6
1.5 3.7	Случайная вибрация	Частота синусоидальной вибрации	Гц	60 [12]	ГОСТ 12. 1.012 [13]
1.5 3.7	Акустический шум	Диапазон частот акустического шума	дБ	80 [14]	ГОСТ 12. 1.028 [15]
2.1	Специальные среды	Содержание нитратов	ГДК, мг/кг	60 [4]	ДСТУ 494 8:2008 [16]
2.1		Пестициды гексахлорциклогексан (альфа, бета, гамма-изомеры)	ГДК, мг/кг	не более 0,05 [4]	ГОСТ 30 349-96 [17]МУ 3222-85 [18]
2.1		ДДТ та их метаболиты	ГДК, мг/кг	не более 0,1[4]	ДСТУ 494 8:2008 [16]
2.1	Биологически активная среда	Численность на плодрвых/таре изделии (Патогенные микроорганизмы)	m, г (грамм)	не более 25[11]	ГОСТ 10444.15-94 [19]

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
2.1	Биологически активная среда	Относительная площадь заселения организмов	КОЕ/г	не более 100 -1000 [11]	ГОСТ 10444.15-94 [19]
2.1		Численность организмов на изделии (Бактерии кишечных палочек)	г /см^3	не допускаются в массе продукта 0,1 [11]	ГОСТ 10444.15-94 [19]
2.1	Ионизирующее излучение	Активность радионуклидов Цезій137 (Cs-137)	Бк/кг	не более 40	МВИ 70-94 [22]
2.1		Стронций 90 (Sr-90)	Бк/кг	не более 50	МВИ70-94
1.4	Температура среды	Повышенная или пониженная рабочая температура среды	°С	От -1 до +4	ЕН 12900:2006 [20]
1.4	Влажность воздуха или других газов	Повышенная или пониженная влажность	%	90-95	ДСН 3.3.6.042-99 [21]

Выводы. Контроль качества продукции по предложенной модели позволяет своевременно выявить возможные ухудшения качества и своевременно принять меры по регулированию параметров до нормативных значений, что позволит минимизировать риски, негативно влияющие на здоровья человека от употребления плодовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон України Про безпечність та якість харчових продуктів:// Відомості Верховної Ради України. N 771/97-ВР, 23.12.1997. (Бібліотека офіційних видань).

2. Закон України Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 27. – (Бібліотека офіційних видань).

3. Галузева програма розвитку садівництва України на період до 2025 року від 30.01.2009 р.

4. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових

продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, грунті. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001.- N 137.

5. Сисетми управління безпечністю харчових продуктів (ISO 22000:2005, IDT) ДСТУ ISO 22000:2007. Наказ Держспоживстандарт Українни від 2.04.2007 р. № 72 з 08.01.2007р. – 39 с.

6. Торстен Міхальські. Управління якістю у харчовій промисловості із врахуванням європейського харчового кодексу і міжнародно визнаних стандартів / Торстен Міхальські, Ліліє Франк, Досін Анжеліка: Довідник.-Львів: ПАІС, 2006.-336с.

7. Методические указания. Выбор рационального способа хранения сельскохозяйственной продукции (плодов и овощей). Общие положения. РД 50-191-80. Утв. Постановлением Госстандарта от 31 марта 1980 г. № 1445. - 16 с.

8. Внешние воздействующие факторы. Номенклатура и характеристика. ГОСТ 21963-76 (СТ СЭВ 2693-80). Утверждены Постановлением Госстандарта от 25.06.1976 г. № 1554. - 29 с. – (Издательство стандартов).

9. Внешние воздействующие факторы. Термины и определения. ГОСТ 26883-86 (СТ СЭВ 5127-85). Утверждены Постановлением Госстандарта от 29.04.1986 г. № 1142. - 18 с.

10. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.

11. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.560-96

12. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. ДСН 3.3.6.039-99. - Затверджено Постанова Головного державного санітарного лікаря України 01.12.1999 N 39. – (Бібліотека офіційних видань).

13. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования ГОСТ 12.1.012-90 Утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 13.07.90 № 2190.

14.Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. ДСН 3.3.6.037-99. Затверджено Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 року N 37.

15. Шум. определение шумовых характеристик источников шума. ГОСТ 12.1.028-80 (СТ СЭВ 1413-78). Постанов-

лением Государственного комитета СССР по стандартам от 13 октября 1980 г. № 5030 срок введения с 01.07. 1981 г. – 18 с.

16. Фрукти. овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення вмісту нітратів. ДСТУ 4948:2008 - Затверджено Постанова Гол. держ. сан. лікаря України 01.01.2009 - 22 с.

17. Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов ГОСТ 30349-96. - Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 10 от 4 октября 1996 г. – 15 с.

18. Унифицированная методика определения фосфорорганических пестицидов в продуктах растительного и животного происхождения, лекарственных растениях, кормах, воде, почве хроматографическими методами. МУ 3222-85. - Утверждено 11.03.85 N 3222-85 – 16 с.

19. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов. ГОСТ 10444.15-94 продукты пищевые. - Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 6 от 21 октября 1994 г. – 7 с.

20. Компрессоры холодильные. Условия испытаний по определению основных характеристик, допуски и представление данных производителями. ЕН 12900:2006.

21. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. ДСН 3.3.6.042-99. - Затверджено Постановою Гол. держ. санітарного лікаря України № 42 від 01.12.99.- 10 с.

22. МВИ 70-94 Методика экспрессного определения по гамма-излучению удельной и объемной активности радионуклидов цезия в воде, почве, продуктах питания, продукции животноводства, растениеводства, сырье и материалах с помощью радиометров РУГ-91 и РУГ-91М.

BIBLIOGRAPHY

1. Ukraine Law About safety and quality of food products:// Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. N 771/97-BP, 23.12.1997. (Biblioteka ofitsiinyh vydan’).

2. Ukraine Law About provision of sanitary and epidemic welfare of population: // Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. – 1994. – № 27. – (Biblioteka ofitsiinyh vydan’).

3. Branch program of Ukraine horticulture development on period before 2025 year from 30.01.2009 y.

4. Permissible dose, concentration, quantity and content level of pesticides in agricultural raw materials, food products, air, work place, ornamental water, soil. DSanPIN 8.8.1.2.3.4-000-2001.

5. System of international standards (ISO 22000:2005, IDT) DSTU ISO 22000:2007. Nakaz Derzhspozhivstandart Ukrainy vid 2.04.2007-№ 72 z 08.01.2007. – 39 s.

6. Torsten Mikhal'ski.Quality management in food industry taking into account European food code and world recognized standards Torsten Mikhal'ski, Liliye Frank, Dosin Angelika: Dovidnyk.-L'viv: PAIS, 2006.-336s.

7. Methodology instructions. Option of agricultural production storing short-cut (fruit and vegetables). General points. RD 50-191-80. Utverzhdeny Postanovleniem Gosstandarta ot 31 марta 1980. -№ 1445. - 16 s.

8. Externally acting factor. Nomenclature and characteristics. GOST 21963-76 (ST SEV 2693-80). Utverzhdeny Postanovleniem Gosstandarta ot 25.06.1976.- № 1554. - 29 s. - (Izdatel'stvo standartov)

9. Externally acting factor. Terms and definitions. GOST 26883-86 (ST SEV 5127-85). Utverzhdeny Postanovleniem Gosstandarta ot 29.04.1986.-№ 1142. - 18 s.

10. Technical regulations of customs union TR CU 021/2011 About safety of food products. Decision of commission of Customs Union from 9 December 2011. № 880.

11. SanPiN 2.3.2.560-96 Hygienic requirements to quality and safety of alimentary raw materials and food products.

12. State sanitary norms of production general and local vibration. DSN 3.3.6.039-99 - Zatverdzheno Postanova Golovnogo derzhavnogo sanitarnogo likarya Ukrainy 01.12.1999 N 39. – (Biblioteka ofitsiinyh vydan').

13. Labour safety standard system. Vibration safety. General points. GOST 12.1.012-90 Utverzhden Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po upravleniu kachestvom produktsii I standartam ot 13.07.90 № 2190.

14. Sanitary norms of production noise, ultrasound and infrasound. DSN 3.3.6.037-99. Zatverdzheno Postanova Golovnogo derzhavnogo sanitarnogo likarya Ukrainy vid 1 grudnya 1999 r. N 37

15. Noise. Definition of noise characteristics of noise origin. GOST 12.1.028-80 (ST SEV 1413-78). Postanovleniem

Gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 13 oktiabrya 1980. № 5030 srok vvedeniya ustanovlen s 01.07 1981. – 18 s.

16. Fruit, vegetables and products of their processing. Nitrate concentration assessment methods. DSTU 4948:2008 - Zatverdzheno Postanovoiu Gol. derzh. san. likarya Ukrainy 01.01.2009 - 22 s.

17. Fruit, vegetables and products of their processing. Methods for determination of organochlorine pesticide residual quantities. GOST 30349-96.- Priniat Mezhgosudarsvennym sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii (protokol N 10 ot 4 oktiabrya 1996. – 15 s.

18. Standardized technique for determining organophosphorus pesticides in products of vegetable and animal origin, medicinal herbs, forage, water, soil by chromatographic methods. MU 3222-85. - Utverdzheno 11.03.85- N 3222-85 – 16 s.

19. Methods for determination of quantity of mesofilic, aerobiotic and optionally anaerobic microorganisms. GOST 10444.15-94 food products. – Prinyat Mezhgosudarsvennym sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii (protokol N 6 ot 21 oktiabrya 1994. – 7 s.

20. Refrigerating compressors. Test conditions for determination of general characteristics, limits and data layout by producers. EN 12900:2006

21.Sanitary norms of production facilities microclimate. DSN 3.3.6.042-99. - Zatverdzheno Postanovoiu Gol. derzh. sanitarnogo likarya Ukrainy № 42 vid 01.12.99.- 10s.

22. MVI 70-94 Express determination method on gamma radiation of specific and volumetric activity of cesium radionuclides in soil, water, food products, production of livestock, crop production, raw materials and materials by means of radiometers RUG-91 and RUG-91M.

EVALUATION OF FRUIT PRODUCT STORAGE BY QUALITY AND SAFETY FACTORS

O.V. Boiko

Summary

The factors impacting the condition of fruit production while in its storage and affecting adverse influence on person when use it.

Key words: fruit production, safety, quality, risk, danger, methodology, Hazard Analysis and Critical Control Points, control.

УДК 637.116:621.51

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ РОТАЦІЙНОГО ПЛАСТИНЧАТОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА НВ-1200

Линник Ю.О., інж.*
Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет
м. Дніпропетровськ, Україна
Павленко С.І., к.т.н., доц.
Алієв Е.Б., к.т.н.
Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва ННЦ «ІМЕСГ» НААН
Тел. (098) 596-84-70
e-mail: aliev@meta.ua

Анотація. Встановлені залежності зміни режимних і технологічних параметрів розробленого ротаційного пластинчатого вакуумного насоса НВ-1200, які дозволяють створити алгоритм роботи системи сервоконтролю вакуумметричного тиску доїльних установок.

Ключові слова: доїльна установка, вакуумний насос, режимні параметри, технологічні параметри, система сервоконтроля.

Постановка проблеми. Сьогодні ротаційні пластинчасті вакуумні насоси знайшли широке використання як силові агрегати доїльних установок [1-4]. Поруч із звичайними системами регулювання вакуумметричного тиску насоси даної конструкції використовуються і при серворегулюванні з використанням частотного регулятора електродвигунів [2, 5]. Однак існуючі ротаційні пластинчасті вакуумні насоси не забезпечують належну ефективність системи сервоконтролю вакуумметричного тиску.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз досліджень [1-5] показав, що для ефективної роботи системи сервоконтролю вакуумметричного тиску доїльних установок необхідно знати

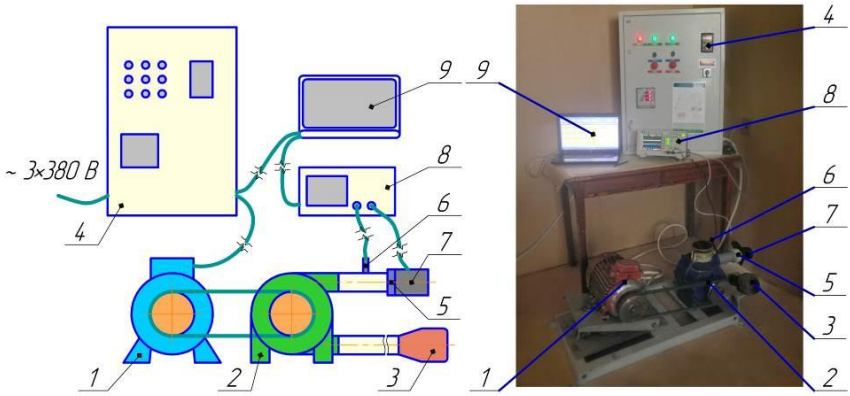
---

* Публікується по рекомендації: акад. МААО, д.т.н., проф. Дідура В.А.

режимні характеристики розробленого вакуумного насоса, на основі яких можна скласти алгоритм роботи системи.

Мета досліджень. Встановити залежності зміни режимних і технологічних параметрів розробленого ротаційного пластинчатого вакуумного насоса НВ-1200.

Основна частина. Експериментальні дослідження проводилися на експериментальному стенді, що складався з асинхронного електродвигуна, експериментального зразка ротаційного пластинчатого вакуумного насоса НВ-1200, глушника, частотного регулятора Danfoss VLT MicroDrive, регулятора витрат повітря, датчика тиску MPX5100D, датчика витрат повітря BOSCH 0 280 218 037, осцилографа RIGOL DS1022C і персонального комп'ютера (рисунок 1).



а б

Рисунок 1 – Загальний вигляд (а) та схема (б) експериментального стенду для досліджень розробленого вакуумного насоса НВ-1200: 1 – асинхронний електродвигун; 2 – експериментальний зразок ротаційного пластинчатого вакуумного насоса НВ-1200; 3 – глушник; 4 – частотний регулятор Danfoss VLT MicroDrive; 5 – регулятор витрат повітря; 6 – датчик тиску MPX5100D; 7 – датчик витрат повітря BOSCH 0 280 218 037; 8 – осцилограф RIGOL DS1022C; 9 – персональний комп'ютер

Дослідження з визначення залежностей впливу режимних параметрів розробленого вакуумного насоса на

ефективність його експлуатації проводились із застосуванням методу математичного планування багатофакторного експерименту, який дозволяє визначити математичні моделі процесів у вигляді рівнянь регресії (полінома).

Дослідження впливу режимних параметрів ротаційного пластинчатого вакуумного насоса на ефективність його експлуатації проводились за двома факторами: частота обертання ротору n, об/хв. і величина вакуумметричного тиску P, кПа. Критеріями оцінки досліджень були продуктивність вакуумного насоса Q, $м^3$/год, споживана потужність приводу вакуумного насоса N, кВт і флуктуації вакууму ΔP, кПа.

Згідно результатів досліджень було створено математичну модель впливу досліджуваних факторів на продуктивність вакуумного насоса. Отримана математична модель має вигляд:

$$Q = 44{,}5436 + 0{,}426725\ n - 1{,}56184\ P + \\ + 0{,}16936\ P^2 - 0{,}00266467\ P^3, \qquad (1)$$

де Q – продуктивність вакуумного насоса, л/хв;

n – частота обертання ротору, об/хв.;

P – величина вакуумметричного тиску, кПа.

За розрахованим значеннями коефіцієнта кореляції 0,97 модель є адекватною на заданому рівні довірчої ймовірності (0,95).

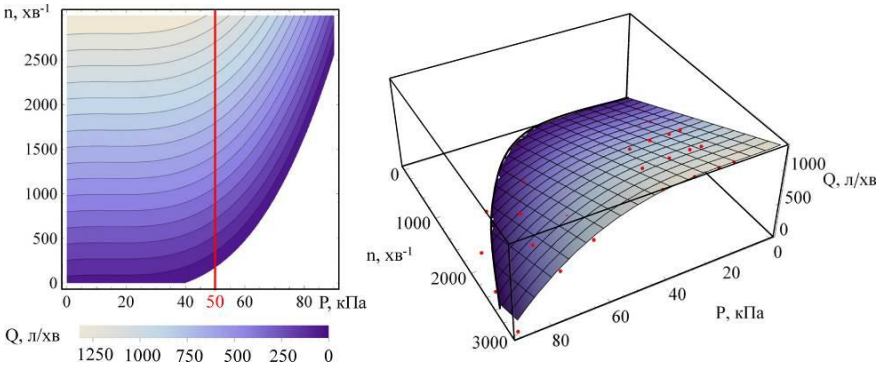


Рисунок 2 - Вплив частоти обертання ротору n та величини вакуумметричного тиску P на продуктивність вакуумного насоса Q

Аналізуючи рівняння (1), можна стверджувати, що на продуктивність розробленого вакуумного насоса впливають всі вищезгадані фактори. Графічну інтерпретацію залежності (1) представлено на рисунку 2. З рисунку 2 видно при певному значені частоти обертання ротора вакуумного насоса продуктивність збільшується із падінням вакуумметричного тиску на ділянці від 50 до 90 кПа.

Далі на ділянці від 0 до 50 кПа продуктивність вирівнюється на максимальну величину, яка лінійно залежить від частоти обертання.

Для флуктуації вакуумметричного тиску отримана математична модель впливу досліджуваних факторів (рисунок 4):

$$\Delta P = 0{,}087207 - 0{,}00001671\ 77\ n + \\ + 0{,}104101\ P - 0.00001524\ 04\ n\ P \qquad (2)$$

де ΔP – флуктуація вакуумметричного тиску, кПа.

За розрахованим значеннями коефіцієнта кореляції 0,93 модель є адекватною на заданому рівні довірчої ймовірності (0,95).

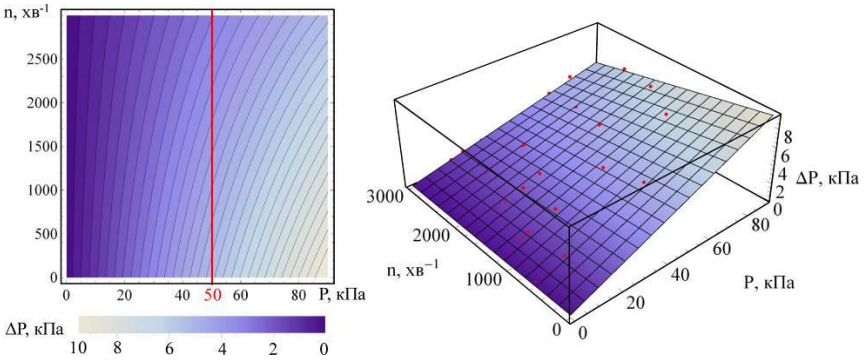


Рисунок 3 – Вплив частоти обертання ротору n та величини вакуумметричного тиску P на флуктуацію вакуумметричного тиску ΔP

Аналізуючи рисунок 3 встановлено, що із збільшенням вакуумметричного тиску збільшується і його флуктуація, а при збільшені частоти обертання флуктуація згасає. Це пов’язано із швидкістю зміни об’єму робочої камери ротаційного вакуумного насоса.

Отримана математична модель впливу досліджуваних факторів на споживану потужність привода вакуумного насоса має вигляд:

$$N = 0{,}087207 - 0{,}00001671\ 77\ n + \\ + 0{,}104101\ P - 0{,}00001524\ 04\ n\ P \qquad (3)$$

де N – споживана потужність приводу вакуумного насоса, кВт.

За розрахованим значеннями коефіцієнта кореляції 0,94 модель є адекватною на заданому рівні довірчої ймовірності (0,95).

Аналіз залежності (3) і її графічної інтерпретації (рисунок 4) показав, що на споживана потужність приводу вакуумного насоса досліджувані фактори впливають лінійно. Причому зміна частоти обертання надає більшого впливу на потужність при вакуумметричному тиску від 50 до 90 кПа.

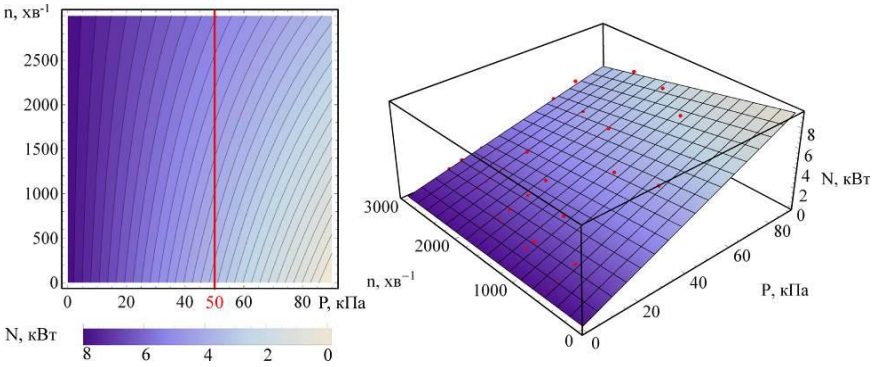


Рисунок 4 – Вплив частоти обертання ротору n та величини вакуумметричного тиску P на споживану потужність приводу вакуумного насоса N

Висновки. Встановлені залежності зміни режимних і технологічних параметрів розробленого ротаційного пластинчатого вакуумного насоса НВ-1200, які дозволяють створити алгоритм роботи системи сервоконтролю вакуумметричного тиску доїльних установок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Wycliffe H. Rotary pumps and mechanical boosters – as used on today's high vacuum systems / H. Wycliffe. – Vacuum.– № 37.– 1987. – P. 603-607.

2. Kubina Ľ. Decreasing energetic demands of vacuum pumps being used in machine milking with utilization of a frequency convertor / Ľ. Kubina, Š. Kováč // RES. AGR. ENG. – 2002. – № 48. – P. 103-111.

3. Соляник С.С. Обзор работ по исследованию вакуумных насосов / С.С. Соляник // Совершенствование методов строительства сооружений агропромышленного комплекса: Сборник научных трудов. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2006. – С. 122-130.

4. Борознин В.А. Анализ технического и функционального состояния доильных установок / В.А. Борознин, Ю.В. Бобылев // Проблемы и тенденции устойчивого развития аграрной сферы: Сб. науч. тр. — Волгоград, 2008. – С. 328-330.

5. Бобылев Ю.В. Система автоматической стабилизации вакуумного режима / Ю.В. Бобылев // Наука и молодежь: Новые идеи и решения. – Волгоград, ИПК «Нива», 2008. – С. 394-397.

BIBLIOGRAPHY

1. Wycliffe H. Rotary pumps and mechanical boosters – as used on today's high vacuum systems / H. Wycliffe // Vacuum. – № 37. – 1987. – P. 603-607.

2. Kubina Ľ. Decreasing energetic demands of vacuum pumps being used in machine milking with utilization of a frequency convertor / Ľ. Kubina, Š. Kováč // RES. AGR. ENG. – 2002. – № 48. – P. 103-111.

3. Solianik S.S. Performance review of vacuum pumps/ S.S. Solianik // Sovershenstvovanie metodov stroitel'stva sooruzhenii agropromyshlennogo kompleksa: Sbornik nauchnyh trudov. – SPb.: Izd-vo SPbGAU, 2006. – S. 122-130.

4. Boroznin V.A. Analysis of technical characteristics and functiality of milking machine / V.A. Boroznin, Yu.V. Bobylev// Problemy i tendencii ustoichivogo razvitiya agrarnoy sfery: Sb. nauch. tr.– Volgograd, 2008. – S. 328-330.

5. Bobylev Yu.V. Automatic stabilization system of air free mode / Yu.V. Bobylev // Nauka i molodezh': Novye idei i resheniya. – Volgograd, IPK «Niva», 2008. – S. 394-397.

EXPERIMENTAL STUDY OF ROTARY PLATE VACUUM PUMP NV-1200 OPERATING PARAMETERS

Yu.O. Linnik, S.I. Pavlenko, E.B. Aliyev

Summary

The change dependencies of operating and process parameters of developed rotary plate vacuum pump NV-1200, which permit to create an algorithm of servo control vacuum pressure system of milking machines, have been determined.

Key words: milking machine, vacuum pump, operating parameters, process parameters, servo control system.

УДК 631.348

ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМОГО ЧАСУ ВИМУШЕНОГО ПРОСТОЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ В ПЕРІОД ВИКОНАННЯ ПОЛЬОВИХ РОБІТ

Вольвак С.Ф., акад. МААО, к.т.н., проф. *
Невзоров А.В., к.т.н., доц.
Дідур В.В., к.т.н.
Уманський національний університет садівництва
Тел/факс (04744)-3-98-37
e-mail: 2andrey2@ua.fm

Анотація. У роботі пропонується методика, що дозволяє визначати допустимий час простою зразків сільськогосподарської техніки під час виконання польових робіт на основі відомостей про наявний парк техніки та агротехнічних вимог до терміну виконання тих чи інших операцій. Використовуючи отримані дані пропонується планувати забезпечення потрібних показників надійності техніки при підготовці до польових робіт.

---

* Публікується по рекомендації: акад. МААО, д.т.н., проф. Пастухова В.І.

Ключові слова: відмови, простої, показники надійності, технологічний процес, втрати.

Постановка проблеми. Розробка та виробництво високоефективної та надійної сільськогосподарської техніки є однією з головних задач в галузі машинобудування. Роботи у цій галузі спрямовані на те, щоб забезпечити максимальну надійність її роботи, особливо в періоди використання за прямим призначенням, тобто під час сезонних польових робіт. Це, у свою чергу, сприяє жорсткому дотриманню агротехнічних вимог до тих чи інших операцій по вирощуванню продукції рослинництва. Особливо актуальним рішення цієї задачі є у теперішній час, коли більшість сільськогосподарських підприємств мають у своєму штаті обмежену кількість працівників, машин та обладнання. У такій ситуації низькі показники надійності машин призводять до тривалих простоїв, які, у свою чергу можуть спричинити порушення агротехнічних термінів виконання робіт. Цей факт однозначно викликає значні втрати продукції і, відповідно, зменшення прибутку господарства або ж взагалі його збитковість.

Від кількості відмов сільськогосподарської техніки, що виникають під час виконання польових робіт, залежить тривалість простою машин, що і визначає необхідний рівень її показників надійності. Визначення цього рівня в практичній діяльності є досить важливим, оскільки це дає змогу спланувати виконання технологічних робіт у задані агротехнічні терміни.

Окрім того, це дає змогу налагодити раціональну роботу інженерно-технічних підрозділів сільськогосподарських підприємств і управлінь з метою підтримання показників надійності техніки на рівні не нижче допустимого і, відповідно, запобігти зриву виконання технологічних операцій у задані агротехнічні терміни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах [1–3] розглянуто підходи і запропоновано ряд методик щодо визначення оптимальних показників надійності машин, у тому числі і сільськогосподарського призначення. Проте ці методики не завжди враховують план їх використання, який базується на агротехнічних термінах виконання технологічних операцій.

Основним визначальним фактором при висуванні вимог до показників надійності тут є максимальний прибуток від використання техніки за призначенням.

На наш погляд, цей факт може спричинити невиправдане підвищення питомої вартості експлуатації техніки за рахунок посилення вимог до проектування, системи технічного обслуговування та ремонту. Тому вважається за необхідне змінити існуючі підходи до визначення рівня необхідних показників надійності сільськогосподарської техніки.

Мета досліджень. Виходячи з вищевикладеного, сформулюємо мету досліджень, що були проведені. Вона полягає в тому, що, на наш погляд, потрібно визначати мінімально необхідний рівень показників надійності, виходячи із максимально допустимого рівня простою машин під час виконання польових робіт. У статті пропонується один з можливих варіантів реалізації такого підходу, який дає змогу пов'язати показники надійності з кінцевим результатом роботи техніки.

Основна частина. З урахуванням агротехнічних термінів виконання технологічних операцій у рослинництві, а також показників надійності зразків сільськогосподарської техніки, необхідна кількість машин X для виконання тієї чи іншої операції визначається за формулою [4]

$$X = \frac{F}{W_{год} \cdot T_{зм} \cdot Д_{опт} \cdot K_{к} \cdot K_{тв}}, \qquad (1)$$

де F – обсяг робіт, необхідний для повного виконання технологічної операції, га або т;

$W_{год}$ – середня годинна продуктивність відповідної машини (агрегату), га/год або т/год;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год;

$Д_{опт}$ – оптимальна тривалість виконання технологічної операції, дн.;

$K_{к}$ – коефіцієнт використання календарного часу за метрологічними умовами [5];

$K_{тв}$ – коефіцієнт технічного використання відповідного зразка техніки.

Згідно з [6] коефіцієнт технічного використання визначається за таким виразом:

$$K_{тв} = \frac{t_р}{t_р + t_{ТО} + t_{рем} + t_в}, \qquad (2)$$

де $t_р$ – час використання машини за призначенням, год;

$t_{ТО}$ – час проведення планових технічних обслуговувань, год;

$t_{рем}$ – час проведення планових ремонтів, год;

$t_в$ – час простою машини по причині відмов, год.

Для того, щоб технологічна операція була виконана в межах агротехнічних термінів, потрібно, щоб оптимальна його тривалість відповідала часу використання машини за призначенням, тобто щоб виконувалась умова $t_р = Д_{опт}$. В такому разі вираз (2) перепишемо у вигляді

$$K_{тв} = \frac{Д_{опт}}{Д_{опт} + t_{ТО} + t_{рем} + t_в}. \qquad (3)$$

Розв'яжемо (1) відносно коефіцієнта технічного використання $K_{тв}$ та прирівняємо його до виразу (3). В результаті отримаємо:

$$\frac{F}{W_{год} \cdot T_{зм} \cdot Д_{опт} \cdot K_к \cdot X} = \frac{Д_{опт}}{Д_{опт} + t_{ТО} + t_{рем} + t_в}. \qquad (4)$$

Введемо позначення: $T_{пр} = t_{ТО} + t_{рем} + t_в$ – загальний час простою машини (агрегату) за технічними причинами. Після чого розв'яжемо відносно нього рівняння (4) і в результаті простих перетворень отримаємо:

$$T_{пр} = \frac{Д_{опт} \cdot (Д_{опт} \cdot X \cdot W_{год} \cdot T_{зм} \cdot K_к - F)}{F}, \text{ год.} \qquad (5)$$

За виразом (5) стає можливим визначити припустимий максимальний час простою одиниць техніки за технічних причин, що характеризують показники надійності зразка, що виконує кон-

кретну технологічну операцію. Ця величина повинна визначатись у період найбільш напруженого виконання робіт і закладатись у конструкторську розробку на періоді проектування та конструювання. З урахуванням умов експлуатації вона має включати до свого вкладу час на виконання заходів з планового обслуговування і ремонту, а також час на усунення наслідків раптових (аварійних) відмов. У разі зростання $T_{пр}$, що буде відповідати відхиленню від агротехнічних термінів виконання тих чи інших робіт, почнуть, відповідно, зростати економічні втрати, зумовлені втратою урожаю. Ці втрати можна виразити залежністю

$$B = K_в \cdot U_{max} \cdot C_п \cdot Д \text{, грн/га,} \qquad (6)$$

де B – економічні втрати від недобору урожаю;

$K_в$ – коефіцієнт врахування втрат збору продукції (у відсотках) при відхиленні агротехнічних термінів виконання тих чи інших операцій від оптимальних;

U_{max} – величина урожайності, що відповідає виконанню операцій суворо в агротехнічні терміни, ц/га;

$C_п$ – закупівельна ціна одиниці продукції, грн/ц;

$Д$ – відхилення виконання операції від агротехнічних термінів, дн.

З урахуванням виразу (6), надається можливість здійснювати розрахунок необхідних показників надійності того чи іншого зразка техніки на будь-якому етапі його життєвого циклу. Для виконання машиною (агрегатом) технологічної операції у чітко визначені агротехнічні терміни необхідно, щоб загальний час простою $T_{пр}$, визначений згідно з виразом (5), не перевищував фактичного значення простою машини (агрегату).

З урахуванням вищевикладеного, вважаємо за доцільне створювати у сільськогосподарських підприємствах, а за технічної чи фінансової неможливості – у їх регіональних об’єднаннях, центри ремонту та технічного сервісу для максимального асортименту зразків сільськогосподарської техніки, яку вони використовують. Для прикладу, розглянемо методику визначення вимог до рівня показників надійності машин та агрегатів технологічної лінії з підготовки насіння картоплі для посадки та парку комбайнів у одному із сільськогосподарських

підприємств Кіровоградської області. У господарстві, яке аналізувалось, під вирощування картоплі відведено 480 га земельних угідь. Згідно з агротехнічними вимогами, норма посадки становить 3,7 т/га, продуктивність технологічної операції з підготовки насіннєвого матеріалу – 12 т/год. Тривалість роботи технологічної лінії – 14 год на добу. Оптимальні агротехнічні терміни висаджування картоплі за конкретних погодних умов – 12 діб.

Згідно з виразом (5), максимально допустимий час простою технологічної лінії з підготовки насіннєвого матеріалу, при якому агротехнічні терміни будуть витриманими, складатиме

$$T_{пр} = \frac{14 \cdot (14 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 0{,}95 - 480 \cdot 3{,}7)}{480 \cdot 3{,}7} \approx 7{,}8 \text{ год.} \qquad (7)$$

Таким чином, щоб у даному розглянутому прикладі агротехнічні терміни посадки картоплі не перевищили розраховані (12 діб), необхідно організувати підрозділи підприємства, зайняті технічним сервісом та ремонтом, таким чином, щоб за цей термін простої технологічної лінії з підготовки насіннєвого матеріалу не перевищили 7,8 год.

Висновки. Враховуючи вищевикладене, цілком логічним є висновок про необхідність налагодження ефективної роботи системи технічного сервісу та ремонту об’єктів сільськогосподарської техніки безпосередньо на місцях її використання. Це надасть можливість виробникам значно підвищити ефективність функціонування підприємств шляхом зростання прибутків, а отже, і підвищити податкові відрахування до державного бюджету, що, безумовно, сприятиме підвищенню рівня економіки України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кормаков Л.Ф. Методы определения оптимального срока службы машин / Л.Ф. Кормаков // Мех. и электр. соц. сельского хозяйства. – 1975. – № 11. – С. 3-5.

2. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка / Ю.К. Киртбая. – М.: Колос, 1982. – 320 с.

3. Григорьева А.С. Определение состава машин для ком-

плексной механизации в сельском хозяйстве / А.С. Григорьева, Ю.А. Коган, Н.А. Востриков и др. – М.: Колос, 1975. – 288 с.

4. Хазов В.Ф. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования / В.Ф. Хазов, В.Я. Дидусев. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.

BIBLIOGRAHY

1. Kormakov L.F. Determination methods of optimal lifetime of machine / L.F. Kormakov // Meh. i elektr. sots. sel'skogo hoziastva, 1975. – № 11. – S. 3-5.

2. Kirtbaya Yu.K. Reserves in use of machine and tractor fleet/ Yu.K. Kirtbaya. – M.: Kolos, 1982. – 320 s.

3. Grigor'ieva A.S. Composition analisis of machines for integrated mechanization in agriculture / A.S. Grigor'ieva, Yu.A. Kogan, N.A. Vostrikov and oth. – M.: Kolos, 1975. – 288 s.

4. Hazov V.F. Calculation manual of reliability machines at the design stage / V.F. Hazov, V.Ya. Didusev. – M.: Mashinostroenie, 1986. – 224 s.

DEFINITION OF ALLOWED FORCED OUTAGE HOURS OF FARM MACHINERY DURING AGRICULTURAL LABOUR

S.F. Vol'vak, A.V. Nevzorov, V.V. Didur

Summary

The technique for defining allowed forced outage hours of farm machinery sample workpieces during agricultural labour on basis of record about current fleet and agrotechnical requirements to due date of one or another jobs was proposed in the article. Using obtained data it was suggested to plan support of machinery reliability required data as part of preparation for agricultural labour.

Key words: refusals, outage time, reliability parameters, technological process, losses.

УДК 630.36

ОБОСНОВАНИЕ ВИДА ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Войтюк В.Д., д.т.н., проф. *
Дидур В.В., к.т.н.
Невзоров А.В., к.т.н., доц.
Уманский национальный университет садоводства
Тел/факс (04744)-3-98-37
e-mail: 2andrey2@ua.fm

Аннотация. Анализируются статистические модели для оценки надежности механических систем на основе результатов испытаний и наблюдений во время эксплуатации. Предлагается однопараметрическая функция распределения для оценки показателей надежности и формулы для определения этих параметров.

Ключевые слова: безотказность, вероятность, закон распределения, наработка, интенсивность.

Постановка проблемы. Оценка надежности современных, наиболее сложных технических систем методами прогнозирования на основе прочностных и трибологических расчетов отдельных ее элементов на стадии проектирования, не всегда отражают реальные значения параметров надежности системы в целом. На основе этого предположения, можно заключить, что оценка надежности современных технических объектов на основе статистической обработки результатов испытаний (стендовых, полигонных) и данных эксплуатации может давать более достоверные результаты, несмотря на возрастающий объем, длительную продолжительность и высокую стоимость выполненных работ.

Анализ последних исследований и публикаций. Для описания надежности по результатам испытаний и наблюдений методами математической статистики применяется статистическая мо-

---

* Публикуется по рекомендации: акад. МААО, д.т.н., проф. Пастухова В.И.

дель – закон распределения наработки до отказа. С этой целью на практике часто используют различные математические законы распределения случайных величин, как нормальное, экспоненциальное, Вейбулла и т.д. [1]. Но практика показывает, что, несмотря на широкий выбор существующих теоретических законов распределения, не всегда удается описать реальную картину распределения фактических отказов механической системы во время эксплуатации. Выбор теоретического закона распределения наработки до отказа является весьма ответственной задачей, ибо от этого зависит достоверность результатов выполненных расчетов. Для оценки надежности механической системы методами математической статистики необходимо иметь закон распределения одной из основных показателей надежности. В [2] представлен ряд некоторых практических случаев распределения интенсивности отказов $\lambda(t)$ для различного рода машин и оборудований (рис. 1). Случай распределения интенсивности отказов по виду *г)* может встречаться в основном при эксплуатации машин старого парка, состоящих главным образом из механических узлов. Для математического описания этого случая, срок службы машины делят обычно на три характерных периода – приработка, нормальная эксплуатация и старение, а потом для каждого периода отдельно определяют значения параметров распределения Вейбулла [2]. В [3] для описания данного случая была предложена трехпараметрическая функция распределения отказов, что еще более усложняет аналитические расчеты. При оценке показателей надежности машин часто применяют экспоненциальный закон распределения, который соответствует случаю распределения отказов по виду *б* на рис. 1. Но такой случай с постоянной интенсивностью отказов для всего жизненного цикла встречается крайне редко. Поэтому экспоненциальный закон распределения может быть применена только для приближенной оценки показателей надежности или только для отдельных периодов эксплуатации, где интенсивность отказов изменяется несущественно (рис. 1, *а, б, в, д*). Для описания случая *е* можно используется линейная зависимость вида

$$\lambda(t) = \lambda_0 + m \cdot (t - t_0), \qquad (1)$$

где t_0 – время начала наблюдений (испытаний);
λ_0 – значение интенсивности отказов при $t=t_0$;
m – коэффициент пропорциональности.

При t_0=0 и λ_0=0 получим распределение Релея с коэффициентом пропорциональности $m=1/\sigma^2$, где σ – параметр распределения Релея.

В [4] для математического описания случаев *б, в, д*, которые часто встречаются, предложена следующая модель:

$$\lambda(t) = \lambda \cdot [1 + (\alpha - 1) \cdot e^{-\beta \cdot (t - t_0)}], \qquad (2)$$

где λ – значение интенсивности отказов в период нормальной эксплуатации;

β – параметр, характеризующий длительность периода приработки;

$\alpha=\lambda_0/\lambda$– параметр формы.

При α=1 получим экспоненциальный закон (рисунке 1, *б*), при значениях α<1 получим распределение вида рис. 1, *в*, а при α >1 – вида рис. 1, *д*.

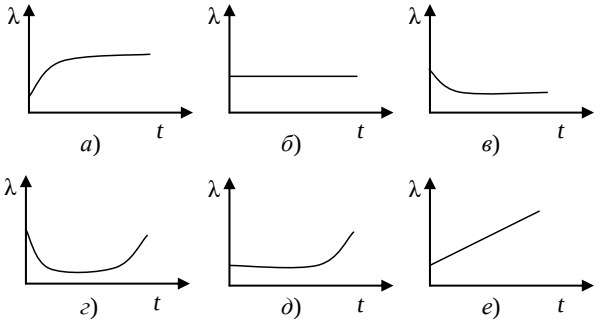


Рисунок 1 -Внешний вид графиков функций интенсивности отказов λ(*t*)

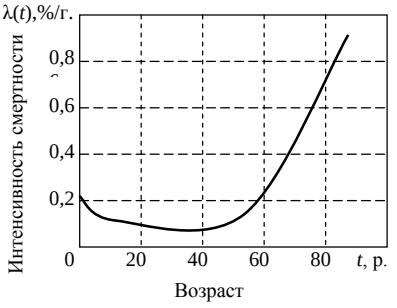


Рисунок 2 - Интенсивность смертности живых организмов

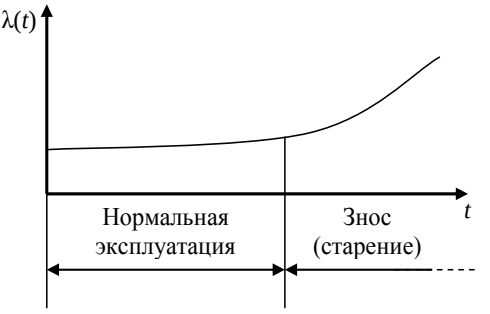


Рисунок 3 – Интенсивность отказов с/х техники

Для аналогии на рис 2 представлена зависимость интенсивности смерти живых организмов от времени. Практика показывает, что изменение интенсивности отказов технических систем во времени имеет примерно такой же вид [2]. Доказано, что после определенной наработки вследствие усиления влияния на интенсивность отказов $\lambda(t)$ элементов и узлов процессов износа и старения деталей она нелинейно возрастает [5]. На основе этого приходим к выводу, что λ-характеристика технических систем будет иметь вид, представленный на рис.3.

Цель исследований. Целью исследования, результаты которого положены в основу данной статьи, есть обоснование целесообразности использования при анализе и прогнозировании показателей безотказности образцов сельскохозяйственной техники предлагаемых математических моделей. Кроме того, предлагается методика для калибрования предложенной модели с учетом анализа статистических данных об эксплуатационных и испытательных отказах техники.

Основная часть. В настоящей работе предлагается следующая однопараметрическая функция для описания λ-характеристики (интенсивности отказов) объектов сельхозтехники, соответствующей кривой на рис. 2, 3:

$$\lambda(t) = \frac{1}{T} \cdot \left(1 + e^{\frac{t}{T}}\right), \tag{3}$$

где T – параметр масштаба.

С учетом основной теоремы надежности, выражение для вероятности безотказной работы $P(t)$ будет иметь вид [1]:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t)dt} = e^{1-\frac{1}{T}-e^{\frac{t}{T}}}. \tag{4}$$

С учетом (4) вероятность отказов $F(t)$ будет иметь вид

$$F(t) = 1 - P(t) = 1 - e^{1-\frac{1}{T}-e^{\frac{t}{T}}}, \tag{5}$$

а плотность времени наработки до отказа $f(t)$ – вид

$$f(t) = P(t) \cdot \lambda(t) = \frac{1}{T} \cdot e^{1-\frac{1}{T}-e^{\frac{t}{T}}} \cdot \left(1 + e^{\frac{t}{T}}\right). \qquad (6)$$

На рис. 3 представлены графики зависимости от времени представленных показателей надежности для различных значений параметра формы T.

Как видно из рисунка, график интенсивности отказов совпадает с кривой на рис. 4. Это говорит об адекватности сделанного предположения об аналитическом виде функции интенсивности отказов (3).

Одним из основных достоинств предложенного распределения является то, что оно определяется только одним параметром T. Этот параметр характеризует значение наработки, при которой вероятность безотказной работы будет равна $P(T)$=0,066. Для определения параметра T достаточно иметь статистические данные об отказах в какой-нибудь период эксплуатации. Допустим, что известны сведения об отказах в интервале Δt_i , после времени эксплуатации t_i . Тогда интенсивность отказов в этот момент времени будет равно приближенно

$$\lambda(t_i) = \frac{\Delta n(t_i)}{N_i \cdot \Delta t_i}, \qquad (7)$$

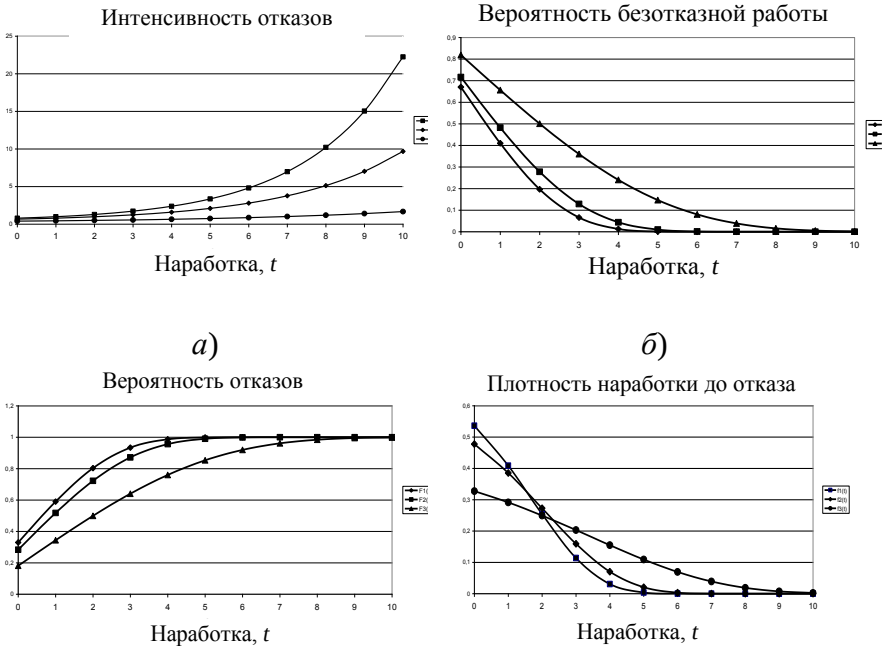
где N_i – количество работоспособных объектов на момент времени t_i;

$\Delta n(t_i)$ – количество отказавших объектов в интервале Δt_i.

Используя выражение (3), получим

$$\lambda(t_i) \cdot T = 1 + e^{\frac{t_i}{T}}. \qquad (8)$$

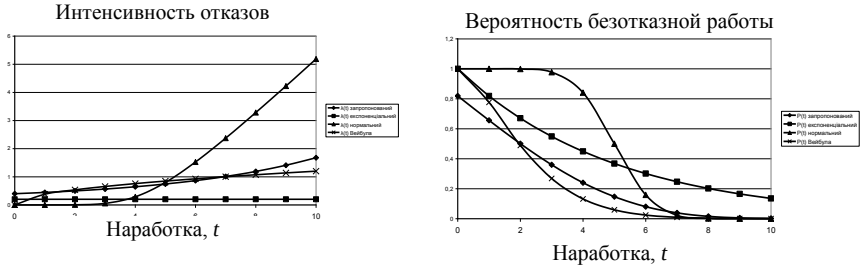
Уравнение (8) не имеет аналитического решения относительно T. Поэтому для нахождения статистического значения параметра формы нужно использовать численные методы (например, метод итераций).



а) *б*)

в) *г*)

Рисунок 4 - Графики основных показателей безотказности в соответствии с выражениями (3 – 6) при различных параметрах масштаба



а) *б*)

Рисунок 5 - Графики показателей безотказности для различных законов распределения времени наработки до отказа

При известном T, используя (3) – (6), рассчитываются показатели надежности для произвольного момента эксплуатации. Для сравнительного анализа предложенного распределения (с параметром T=5) с другими известными распределениями – экспоненциального (при λ=0,4), нормального (при T_0=5 и σ=1) и

Вейбулла (при b=1,5 и T=2,5) построим графики зависимостей интенсивности отказов $\lambda(t)$ и вероятности безотказной работы $P(t)$ (рис. 5). Введя в (3) дополнительный параметр a, запишем выражение для интенсивности отказов в более общем виде:

$$\lambda(t) = \frac{1}{T} \cdot \left(1 + a \cdot e \frac{t}{T}\right) \cdot \qquad (9)$$

Остальные показатели безотказности с учетом распределения (9) рассчитываются согласно (4) – (6).

Вероятность безотказной работы:

$$P(t) = \exp\left[a \cdot \left(1 - e^{\frac{t}{T}}\right) - \frac{t}{T}\right]; \qquad (10)$$

вероятность отказов:

$$F(t) = 1 - \exp\left[a \cdot \left(1 - e^{\frac{t}{T}}\right) - \frac{t}{T}\right]; \qquad (11)$$

плотность распределения наработки до отказа:

$$f(t) = \frac{1}{T} \cdot \left(1 + a \cdot e \frac{t}{T}\right) \cdot \exp\left[a \cdot \left(1 - e^{\frac{t}{T}}\right) - \frac{t}{T}\right]. \qquad (12)$$

На рис. 6 показаны графики зависимости $\lambda(t)$ для двухпараметрического распределения (9) при различных значениях параметра a.

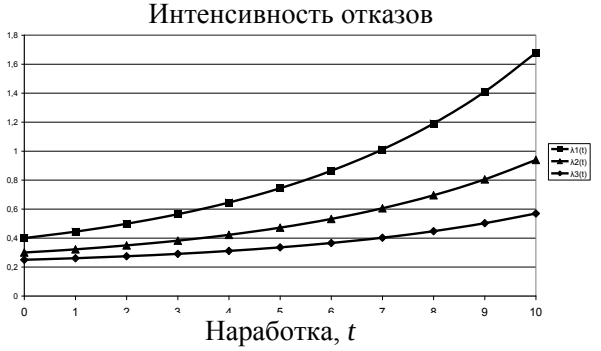


Рисунок 6 - Графики зависимости $\lambda(t)$ для двухпараметрического распределения

Как видно из рисунка, значение параметра *a* не меняет форму кривой, а лишь только ее кривизну.

Выводы. Как видно из вышеуказанных формул и графиков, предложенная функция распределения отказов может быть успешно использована для оценки различных механических систем, включая образцы сельскохозяйственной техники. Одним из основных ее преимуществ является достаточная простота ее калибрования (т.е. расчет параметров на основании анализа статистических данных об испытаниях или эксплуатационной надежности).

ЛІТЕРАТУРА

1. Решетов Д.Н. Надежность машин / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев. – М.: Высшая школа, 1988. – 237 с.

2. Bertsche B. Zuverlдssigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau / B. Bertsche, G. Lechner. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2004. – 495 s.

3. Абдуллаев А.И. Оценка показателей надежности машин и конструкций на основе закона распределения отказов / А.И. Абдуллаев, И.Г. Чалаби // Ученые Записки АзТУ. – Баку, 2006. – № 2. – С. 5–8.

4. Tschalabi I.G. Lebensdauerverteilung zur Beschreibung des Ausfallverhaltens von elektronischen Gerдten und komplexen Bauteilen / I.G. Tschalabi // 22 Konferenze Technische Zuverlдssigkeit, VDI Verlag GmbH, 7-8 April 2005, Stuttgart. – S. 259–270.

5. Проников А.С. Параметрическая надежность машин / А.С. Проников. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 560 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Reshetov D.N. Reliability of machines / D.N. Reshetov, A.S. Ivanov, V.Z. Fadeev. – M.: Vysshaya shkola, 1988. – 237 s.

2. Bertsche B. Zuverlдssigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau / B. Bertsche, G. Lechner. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2004. – 495 s.

3. Abdullaev A.I. Performance evaluation of reliability machines and constructions on the basis of distribution law of reluctance / A.I. Abdullaev, I.G. Chalabi // Uchyonye Zapiski AzTU. – Baku, 2006. – № 2. – S. 5–8.

4. Tschalabi I.G. Lebensdauerverteilung zur Beschreibung des

Ausfallverhaltens von elektronischen Gerдten und komplexen Bauteilen / I.G. Tschalabi // 22 Konferenze Technische Zuverlдssigkeit, VDI Verlag GmbH, 7-8 April 2005, Stuttgart. – S. 259–270.

5. Pronikov A.S. Parametric reliability of machines / A.S. Pronikov. – M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2002. – 560 s.

SUBSTANTIATION OF DISTRIBUTION LAW TYPE OF FARM MACHINERY RELIABILITY FACTORS

V.D. Voitiuk, V.V. Didur, A.V. Nevzorov

Summary

Statistical models for reliability evaluation of mechanical systems on basis of test and observation results during maintenance were analysed. One-parameter distribution function for evaluation of reliability parameters and parameters defining formula was suggested.

Key words: failure-free, probability, distribution law, result, intensity.

УДК 621.892

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОЛИВ БІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Журавель Д.П., к.т.н., доц. [*]
Таврійський державний агротехнологічній університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. (061) 42-25-85

Анотація. Робота присвячена дослідженню особливостей і перспектив використання олив біологічного походження для мобільної техніки. Враховуючи те, що Україна забезпечує свою потребу нафти на 85-90% за рахунок імпорту, а ціна на світовому

---

[*] Науковий консультант: д.т.н., професор, акад. МААО Дідур В.А.

ринку на неї постійно росте, це не могло не позначитися на критичному збільшенні собівартості сільськогосподарської продукції, зокрема продуктів харчування. Тому першочерговою проблемою нині виступає необхідність пошуку шляхів заміни нафтової сировини для виробництва паливно-мастильних матеріалів на сировину з поновлювальних джерел.

Ключові слова: рослинні олії, хіммотологічні властивості, тріботехнічні показники, присадки, карбонові кислоти, змащувальні матеріали, поверхнево-активні речовини.

Постановка проблеми. Зниження експлуатаційних витрат на утримання мобільної техніки в працездатному стані є однією із головних народно - господарських проблем України. Одним із перспективних напрямків є застосування змащувальних матеріалів біологічного походження.

Аналіз останніх досліджень. Важливі методологічні аспекти підвищення експлуатаційної надійності вузлів і агрегатів сільськогосподарської техніки, що працюють в середовищі змащувальних матеріалів, запропонували Р.М. Матвеєвський, В.Л. Лашхі, И.А. Буяновський, В.П. Коваленко, М.А. Григорьев та інш.[1]. Аналіз процесів, які відбуваються при використанні змащувальних матеріалі біологічного походження було досліджено такими вченими, як С.М. Девянін, В.А. Марков, В.Г. Семенов, В.А. Дідур, В.В. Остріков, Д.А. Коршунов [2,3,4] та багато інш. Однак аналіз опублікованих досліджень показав, що всі процеси, які проходять в спряженнях вузлів і агрегатів мобільної техніки багатогранні і потребують подальших досліджень з врахуванням природи, як змащувальних так і конструктивних матеріалів пар тертя.

Формулювання мети статті. Дослідження тріботехнічних властивостей змащувальних матеріалів біологічного походження для мобільної техніки.

Основна частина. Альтернативою змащувальним матеріалам на нафтовій основі можуть служити масла (жири) рослинного і тваринного походження, біологічні мастильні матеріали (БСМ). Вони нетоксичні, володіють високим (до 100%) біорозкладом і прекрасними змащувальними властивостями [2-4]. Ці продукти і відходи їх переробки можна використовувати для виробництва мастильних матеріалів практично

всіх видів - олив, пластичних мастил, мастильно-охолоджуючих технологічних засобів (МОТЗ), технологічних мастил, а також присадок. Виробництво тваринних жирів засноване, головним чином, на витоплювання їх з сировинної маси; рослинних олій - на холодному і гарячому пресуванні олієвмісного насіння, екстракції або комбінуванні цих методів. Поновлювальною сировиною для виробництва мастильних матеріалів можуть служити рослинні олії та тваринні жири після попереднього очищення - рафінації, продукти їх хімічної переробки - складні ефіри, полімерні і сульфовані з'єднання, а також відходи рафінації - жирові гудрони, дистильовані жирні кислоти.

За хімічним складом рослинні олії являють собою тригліцериди - повні складні ефіри гліцерину і вищих одноосновних карбонових кислот, як насичених (стеаринової, пальмітинової), так і ненасичених (олеїнової, лінолевої), які по різному впливають на тріботехнічні характеристики пар тертя. У оліях завжди присутні вільні кислоти (а іноді і спирти), мила, фосфатиди, вітаміни, фарбувальні і слизисті речовини. Специфічний склад таких продуктів обумовлює їх унікальні властивості як змащувальних матеріалів. Входячи із складу рослинних олій, жирні кислоти діють як поверхнево-активні речовини (ПАР), їх складні ефіри утворюють мастильну плівку на поверхні тертя, жирні спирти виступають в ролі своєрідних розчинників. Відомо, що в багатьох країнах ведуться роботи по отриманню на базі рослинних олій мастильних матеріалів, присадок і пластичних мастил, найбільш інтенсивно - в США, Англії, ФРН, Австрії.

У таблиці 1 для порівняння представлені хіммотологічні характеристики рослинних і нафтових олив без присадок М-8 і МС-20. Із таблиці видно, що досліджені рослинні олії, за винятком касторової, дуже близькі по в'язкості, яка знаходиться в межах 7,21 ... 8,62 мм^2 / с при 100 ° С. Їх індекс в'язкості індекс в’язкості (ІВ) і температура спалаху знаходяться в межах відповідно 151 ... 172 і 224 ... 320 ° С. В'язкість касторової олії - 19,88 мм^2 / с при 100 ° С. Його ІВ і температура спалаху становлять відповідно 90,7 і 296 ° С [4]. Ці олії за деякими фізико-хімічними характеристиками відповідають нафтовим, а за індексом в'язкості, температурі

спалаху і застигання, за винятком пальмового, значно перевершують їх.

Таблиця 1 - Порівняльні хіммотологічні властивості рослинних і нафтових олив

Олія	Густина при 20 ^{0}С, кг/м^3	В'язкість при 100 ^{0}С, мм^2/с	ІВ	Кислотне число мг КОН/г	Коксуємість,% (мас)	Температура, ^{0}С		Показник заломлення	Колір, од. ЦНТ
						спалаху	застигання		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бавовняна	918,8	7,69	166,0	4,25	0,231	316	-18	1,4758	1,5
Соняшникова	927,5	7,93	167,0	2,44	0,505	320	-16	1,4754	2,0
Ріпакова	906,1	8,09	155,4	4,64	0,465	224	-3	1,4718	4,0
Оливкова	911,3	8,43	155,4	5,90	0,198	285	-12	1,4710	1,5
Соєва	923,7	7,67	166,0	0,03	0,438	318	-12	1,4732	1,0
Пальмова	917,6	8,62	151,0	0,17	0,120	315	130	1,4786	1,5
Касторова	1068,7	19,88	90,7	1,18	0,193	296	-27	1,4796	1,5
Мандальна	915,8	8,25	158,5	0,76	0,710	260	-29	1,4729	1,5
Виноградна (із насіння)	921,0	7,21	169,7	0,05	-	257	-16	1,4010	2,0
Нафтова М-8	877,8	7,53	89,0	0,015	0,15	203	-15	1,4800	3,0
Нафтова МС-20	897,0	20,50	92,0	0,03	0,270	270	-18	1,5070	7,0

Кислотне число рослинних олій високе. Дослідження показали, що рослинні олії добре поєднуються між собою і з нафтовими оливами. Змішуючи високов'язкісну касторову олію з іншими, можна отримувати продукти різної в'язкості. Так, змішанням в різних співвідношеннях бавовняної і касторової олій отримані рослинні олії в'язкістю 8, 10, 12, 14,

16 і 18 мм^2 / с при 100 ° С. За тріботехнічними властивостями рослинні олії перевершують нафтові.

У свою чергу ріпакова олія перевершує за багатьма характеристиками такі олії, як касторова, кукурудзяна, оливкова, соняшникова, таблиця 2.

Таблиця 2 - Тріботехнічні властивості рослинних і нафтової олій

Олія	Змащувальні властивості		
	Критичне навантаження, Н	Навантаження зварювання, Н	Індекс задиру
Ріпакова	790	2000	43,5
Арахісова	790	1410	32,0
Соняшникова	790	1580	35,4
Кукурудзяна	790	1410	35,0
Касторова	630	1410	34,7
Оливкова	790	1410	33,1
Нафтова М-8	784	1646	30

Результати визначення тріботехнічних характеристик гідравлічних і трансмісійних ріпакових олій показали, що ці олії мають такі ж або кращі «механічні» властивості, ніж мінеральні, але поступаються по стійкості до окислення[4]. Ріпакові олії з присадками еквівалентні мінеральним, але біорозкладаємі і нетоксичні. Висока мастильна здатність рослинних олій дає можливість обмежити використання хімічно активних присадок, що істотно збільшує їхні екологічні переваги.

Гідролітична нестабільність рослинних олій зумовлена лінійною структурою жирних кислот, які до них входять і беруть участь в утворенні молекул (з неміцними зв'язками С-О в ефірних групах). Схильність до гідролізу посилюється з підвищенням температури і під дією каталізаторів. Тригліцериди рослинних і тваринних жирів володіють низькою термічною і антиокислювальною стабільністю.

Перша обумовлена радикалом гліцерілом, друга - ненасиченими радикалами кислот. Окислення і полімеризація, що відбуваються в оліях під дією температури і світла, ведуть до підвищення в'язкості і кислотного числа, потемніння, утворен-

ня шламу, лако- і смоловідкладень. Низька стабільність рослинних олій обумовлює необхідність їх більш частих (в порівнянні з нафтовими) контролю і заміни в умовах експлуатації.

В цілому, природні змащувальні матеріали доцільніше всього використовувати в якості базових олив натомість нафтових або деяких синтетичних, причому основна роль належить рослинним оліям, більш дешевим, ніж жири, доступним і легкопоновлювальним. Найбільш оптимальним варіантом по доступності, вартості та фізико-хімічними характеристиками є ріпакова і соняшникова олії.

Область технічного застосування рослинних олій продовжує розширюватися. У багатьох випадках найважливішим аспектом, що робить рослинні олії привабливими в якості компонента мастильного матеріалу, є високий вміст в них олеїнової кислоти. Найбільші зусилля зараз фокусуються на отриманні олій з пониженим вмістом лінолевої кислоти (зазвичай 20%) і надалі її зниженні, при одночасному зростанні вмісту олеїнової кислоти, що підвищує антиокислювальну стабільність.

Ріпакова товарна олія Канола містить 60% олеїнової кислоти. Даний рівень може бути збільшений до 65% («середньо-олеїнова» олія), 75% («високо-олеїнова») і навіть до 85%. Це дозволяє використовувати такі олії в композиціях для більш жорстких умов експлуатації - в гідравлічних рідинах, трансформаторних і моторних оліях.

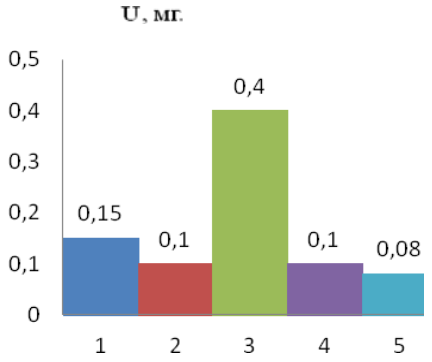
Ріпакова і соняшникова олії в порівнянні з нафтовою відрізняється добрими в’язкісними і низькотемпературними властивостями і практично не потребують введення в'язкісних присадок типу поліметакрилат. У нафтову ж олію, щоб досягти такого ж індексу в'язкості, необхідно ввести близько 7% в'язкісної присадки. Низькотемпературні властивості добре регулюються введенням депресорів. Дані олії сумісні з матеріалами ущільнень, не поступаються нафтовій по деемульгуючій і деаеруючій здатності, а по схильності до піноутворення, антикорозійним і протизносним властивостям значно його перевершують.

Ріпакова і соняшникова олії з деякими добавками дозволили створити новий тип гідравлічної рідини, що забезпечує негорючість, корозійну стійкість і навіть пассивацію метале-

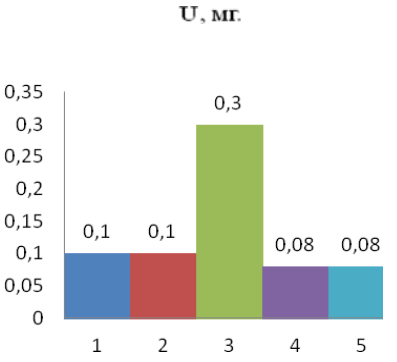
вих поверхонь і інгібування процесів окислення. Як і у випадку нафтових олій, рослинні вимагають використання присадок. За останні кілька років досягнуті істотні успіхи в розробці і виробництві відповідних пакетів присадок.

В даний час на закордонному ринку доступні наступні продукти: пакет антиокислювачів; депрессор для рослинних олій та біодизельного палива; пакет присадок для гідравлічних рідин; загусники для забезпечення необхідного рівня в'язкості по ISO; пакет присадок для гідравлічних рідин при можливому контакті з харчовими продуктами; аналогічний пакет присадок для редукторних олив; пакет присадок для тракторних рідин та інш.

Композиції для використання у високоолеїнової соняшниковій олії (у співвідношенні 70:30 з тріметілпропантріолсатом 4% мас. пакету присадок для гідравлічних рідин і 0,01% антипінної присадки) досліджували на біорозклад і екотоксичність. Біорозклад становив 95% за методом CBC-L-33-T-82 і понад 60% за модифікованим методом Starm (ОПСД 301В). Характеристики екотоксичності також задовольняють сучасним вимогам [4].



а



б

Рисунок 1- Гістограми зносу пар тертя елементів гідроприводу в середовищі біологічних олив

а - знос пари тертя «золотник – корпус гідророзподільника»; б- знос пари тертя «торець шестерні гідронасосу - платик» 1 – ріпакова олія; 2 – ріпакова олія +1,0% МК «МКФ-18»; 3 – нафтова олива М-10-В2; 4 – соняшникова олія; 5 – соняшникова олія + 1,0% МК «МКФ-18».

В зв'язку з тим, що не всі присадки сумісні між собою, тому для покращення тріботехнічних властивостей біологічних рідин, доцільно використовувати багатофункційні металоплакувальні добавки (ремиталізанти).

Утворення сервовитних плівок на поверхнях тертя, на основі металів: мідь, цинк, олово, срібло, залежить від конструктивних матеріалів деталей вузлів і агрегатів.

Нами були проведені дослідження тріботехнічних властивостей олій біологічного походження з добавкою металоплакувальної композиції (МК) МКФ-18.

Висновки. Із гістограми видно, що змащувальні властивості біологічних олій кращі ніж нафтових:

1) Знос зразків для пари тертя «золотник – корпус гідророзподільника» зменшився в середовищах: ріпакової олії на 62,5 %, а з 1,0 % добавкою МК «МКФ-18» на 75%; соняшникової олії на 62,5 %, а з 1,0 % добавкою МК «МКФ-18» на 80%.

2) Знос зразків для пари тертя «торець шестерні - платик» зменшився в середовищах: ріпакової олії на 67 %, а соняшникової олії на 73,4%. При введенні 1,0 % МК «МКФ-18» знос зразків пари тертя «торець шестерні гідронасосу - платик» не змінився, це свідчить про те, що для даної пари тертя ефект «беззносності» в середовищі біоолив проходить інтенсивніше із-за того, що в основному платики виготовляються із бронзи ОЦС 5-5-5, основу якої складає мідь.

Дані результати досліджень дозволять використовувати їх для подальшого прогнозування ресурсу вузлів і агрегатів мобільної техніки в середовищі біологічних рідин.

ЛІТЕРАТУРА

1.Матвеевский Р.М. Смазочные материалы: Антифракционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: Справочник/ Р.М. Матвеевский, В.Л. Лашхи, И.А. Буяновский и др. — Машиностроение, 1989. — 224с.

2.Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей/ С.Н. Девянин, В.А.Марков, В.Г.Семенов.- Х.: Новое слово, 2007.- 452 с.

3.Кюрчев В.М. Альтернативне паливо для енергетики АПК/ В. М. Кюрчев, В.А.Дідур, Л.І.Грачова .- К.:Аграрна освіта, 2011.-413 с.

4. Топливо смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие/ В.В. Остриков, С.А.Нагорнов, О.А.Клейменов, и др.-Тамбов.: Из-во Тамб. гос. техн. у-та, 2008. – 304 с.

BIBLIOGRAHY

1. Matveevskiy R.M. Lubricants: Anti-fraction and antiwear properties. Testing method: Reference book/ R.M. Matveevskiy, V.L. Lahshi, I.A. Buianovskiy and oth. — Mashinostroenie, 1989. — 224s.

2. Devianin S.N. Plant oils and fuels based on them for diesel engines / S.N. Devianin, V.A.Markov, V.G. Semyonov.- H.: Novoe slovo, 2007.- 452 s.

3.Kiurchev V.M. Alternative fuel for power-engineering / V. M. Kiurchev, V.A.Didur, L.I.Grachova .- К.:Agrarna osvita, 2011.-413s.

4. Ostrikov V.V. Combustible and lubrication materials and service fluids: study guide / V.V. Ostrikov, S.A.Nagornov, O.A.Kleimenov and oth.-Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tehn. u-ta, 2008. – 304s.

USAGE PATTERN OF BIOOIL FOR MOBILE TECHNICAL EQUIPMENT

D.P. Zhuravel

Summary

The article is devoted to the research of peculiarities and perspectives of biooil use for mobile technical equipment. Taking into consideration that Ukraine meets its oil demand on 85-90% due to import but the oil world market price constantly raises this is marked on crucial cost supplement of agricultural production, namely food stuffs.

That is how come first-order problem is the necessity of looking for the new ways to replace the oil raw materials for POL production with renewable raw materials.

Key words: plant oil, chemmotological properties, tribotechnical parameters, additive, carboxylic acid, lubricants, surface-active material.

УДК 631.3+531.2

METHOD FOR DETERMINING LINEAR DENSITY OF CROP PLANT ELEMENTS

Chizhykov I.A. candidate of technical sciences
Tavria State Agrotechnological University
Melitopol, Ukraine
Tel. (0619) 42-21-32
e-mail: chizykov@mail.ru

Summary. Method for determining linear density of crop plant elements enabling to define their inertia parameters has been offered. This method permits to improve accuracy of process modeling related to spatial movement of plant elements with diverse forms and inhomogeneous structure when they are planted or excavated. The analytical and experimental procedures of the method have been given. The inertia parameters of different types of fruit crop stocks taking into account their linear density have been determined.

Keywords: linear density, mass, static moment, inertia moment.

Problem statement. One of the basic parameters you need to consider when developing mathematical models of the processes connected with planting or excavating plants of crops (sugar beet, potatoes, tomato seedlings, stocks, saplings, etc.) is their mass, static moment and inertia moment. For modelling such the objects, the initial dependences are being derived from physical, biological and other regularities describing their functioning. In our case this is agricultural plants elements moving from a starting position into defined one. It is possible to increase accuracy of moving processes modelling in the space of plant elements having various forms and non-uniform structure by means of calculating of the parameters of their inertia taking into account linear density. Therefore, obtaining

the dependences characterizing linear density change of plant elements is the actual task.

Recent researches and publications analysis. Present researches, in which analytical methods of parameters defining of inertia for simple and complex bodies have been described, can be applied mainly for calculating and designing machines and mechanisms parts [1,2]. When defining the inertia parameters of crop plant elements it is possible to apply physical pendulum technique [3]. Therefore, in paper [4] the inertia moment of tomato seedlings was being defined by “swing” method. For this purpose, the mass of seedling and the distance from the gravity center to plant root system was being defined. Then the plant was suspended by root system by means of thread of a certain length, deviated from vertical on the given angle and was let off. The oscillation period thus was defined and the required moment of inertia was calculated. In paper [5] when substantiating the parameters of working tools of the beet-harvesting machine the theoretical method of defining the moment of inertia for root crop of sugar beet relatively to its axes has been offered. It is also necessary to take into account the mass and length of root crop cone part in the sample. If the body is homogeneous it is possible to calculate precisely its moment of inertia, having presented a body as a limit of the sum of infinitely large number of products of infinitesimal elements of *dm* mass per square of their distance from the axis [1]. In this case definition for the moment of inertia of a body is being calculated as a volume integral.

$$J = \int_m r^2 dm = \int_V \rho r^2 dV , \qquad (1)$$

where $dm = \rho dV$ - mass of a small element of dV body volume;

ρ - body density;

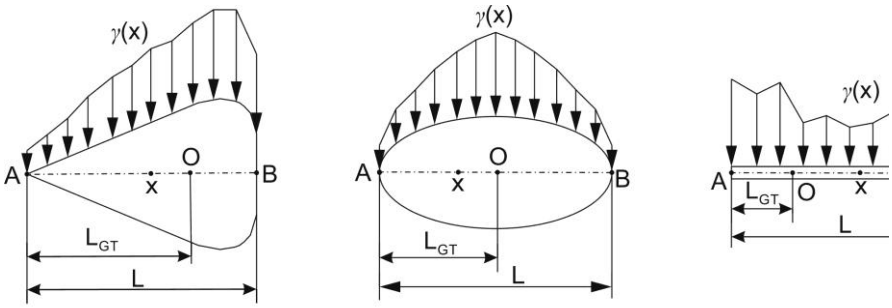
r - distance from dV body element to the axis.

It is difficult to calculate precisely the moment of inertia of plant elements by the formula (1), since real bodies don’t have proper geometrical form and homogeneous structure. To consider heterogeneity of plant elements structure, when defining its

parameters of inertia, it is expedient to use its linear density change which shows the distribution of body mass along its length.

The purpose of research. To develop the method to determine a linear density of crop plant elements for its further application for defining their inertia parameters.

Main part. Plant elements linear density distribution schemes of various forms are presented on fig. 1.



a) b) c)

A - a conventional point of plant starting; *B* - a conventional point of plant ending; *O* - the plant gravity center; *L*- total length of a plant; L_{GC} – the distance to gravity center; *x* - the current point on a longitudinal axis of plant section*γ (x)* - linear density of a plant.

Figure 1 - Plant elements linear density distribution schemes of various forms: a) conical (sugar beet root crop); b) elliptical (potato root crop); c) cylindrical (tomato seedlings, stock or sapling of fruit crop).

Then mass, the static moment and the inertia moment of plant element relatively to p. *A* can be determined by the formulae [1]

$$I_0 = \int_0^L \gamma(x)dx; \quad I_1 = \int_0^L \gamma(x)xdx; \quad I_2 = \int_0^L \gamma(x)x^2dx, \qquad (2)$$

where *x* - the current point on a longitudinal axis of plant section (fig. 1);

I_0 - mass of a plant, kg;

I_1 - the static moment of a plant relatively to p. *A*, m^3;

I_2- the moment of inertia of a plant relatively to p. *A*, kg ·m^2;

To define how the plant density is being distributed along its length, in vitro it is necessary [6]:

1) to create the sample of studied plant elements;
2) to define L total length of each plant:
3) to divide physically each plant into n_i parts, with length l_i equal to 20-25 mm;
4) to define m_i mass of each separated element of a plant.

The parameters value of the separated plant parts can be presented in the form of table 1.

Table 1 - The parameters value of the separated parts of plant elements

Number parts, n	Length l, m	Mass m, kg	Linear density γ_i, kg/m
1	l_1	m_1	γ_1
2	l_2	m_2	γ_2
…	…	…	…
n	l_n	m_n	γ_n

Values of linear density for each of parts can be calculated by the formula

$$\gamma_i = \frac{m_i}{l_i}, \tag{3}$$

where γ_i – linear density of the separated part of a plant, kg/m;
m_i – mass of the separated part of a plant, kg;
l_i – length of the separated part of a plant, m.

However, the linear density of the separated part of the plant being calculated on a formula (2) does not display the dependence of its change along a plant length. To determine change of linear density along a plant length its value should be set in the form of function $\gamma^{(i)}(x)$, where x – the current point on a longitudinal axis of plant section (fig.1). This function displays linear density j-plant along the length of a piece from p. A, the argument of which is the dependence Ax to L. Using the data of table 1 it is possible to set this function in the points: $(l_{1/2})/L;(l_1+l_{2/2})L;(l_1+l_2+l_{3/2})/L$ etc. in such a manner that function

$\gamma^{(i)}(x)$ can be considered equal to values (3) on the first, second and the further pieces (of separated parts).

To define the value of $\gamma^{(i)}(x)$ function in intermediate points is possible by means of linear interpolation [7]. According to this method if f_0, f_1 is value of $f(x)$ function in points x_0, x_1, then function value in other points is being defined by Lagrange formula

$$f(x) = \frac{1}{x_1 - x_0}\begin{vmatrix} x - x_0 & f_0 \\ x - x_1 & f_1 \end{vmatrix}. \tag{4}$$

Using the formula (4), let's set $\gamma^{(i)}(x)$ function in such a form:

$$\gamma^{(i)}(x) = \begin{cases} \dfrac{2L}{l_1 + l_2}(\gamma_2(x - \dfrac{l_1}{2L}) - \gamma_1(x - \dfrac{l_2}{2L} - \dfrac{l_1}{L})), \\ if \quad x < \dfrac{l_2}{2L} + \dfrac{l_1}{L} \\ \dfrac{2L}{l_j + l_{j+1}}(\gamma_{j+1}(x - \dfrac{l_j}{2L} - \dfrac{1}{L}\sum_{k=1}^{j-1} l_k) - \gamma_j(x - \dfrac{l_{j+1}}{2L} - \dfrac{1}{L}\sum_{k=1}^{j} l_k)), \\ if \quad \dfrac{l_j}{2L} + \dfrac{1}{L}\sum_{k=1}^{j-1} l_k < x < \dfrac{l_{j+1}}{2L} + \dfrac{1}{L}\sum_{k=1}^{j} l_k \\ \dfrac{2L}{l_n + l_{n-1}}(\gamma_n(x - \dfrac{l_{n-1}}{2L} - \dfrac{1}{L}\sum_{k=1}^{n-2} l_k) - \gamma_{n-1}(x - \dfrac{l_n}{2L} - \dfrac{1}{L}\sum_{k=1}^{n-1} l_k)), \\ if \quad x > \dfrac{l_{n-1}}{2L} + \dfrac{1}{L}\sum_{k=1}^{n-2} l_k \end{cases} \tag{5}$$

To determine an average arithmetic value of linear density being in this case the determined component of $\gamma^{(i)}(x)$ function along relative length of a plant, the formula is used

$$\gamma_{cp}(x) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\gamma^{(i)}(x). \tag{6}$$

A deviation from average value for each function will be considered as a stochastic component. It will be the standard deviation determined by the formula

$$\sigma(x) = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(\gamma^{(i)}(x) - \gamma_{cp}(x))^2} \qquad (7)$$

The results of research. The offered method has been applied for defining of parameters of inertia of fruit crop stocks. Two types of stocks have been selected for research: pome (M9 apple) and stone – (sweet cherries) stocks..

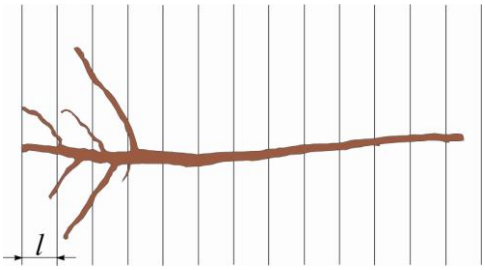
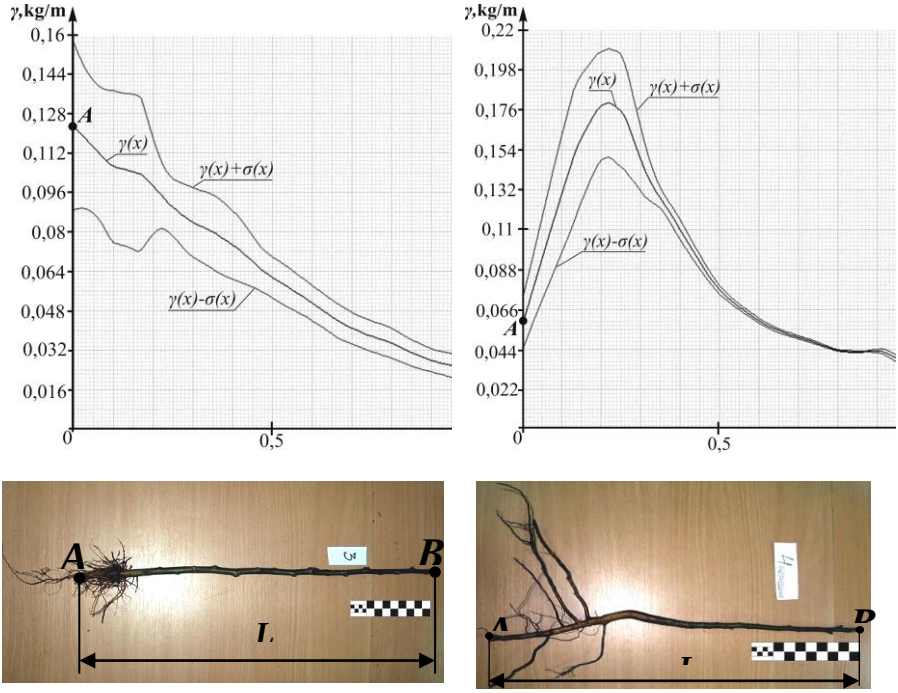


Figure 2 – The scheme of stock separation into parts.

The samples of 50 stock pieces of each type have been formed in such ranges of lengths: for M9 apple stocks - from 400 to 540 mm, sweet cherry stocks - from 450 to 550 mm. L lengths of each stock in the sample have been defined as well as l_i lengths (fig. 2) of the separated parts and their m_i massesUsing the formula (4) with the help of software shell Delphi 7 the distribution of the linear density of the stock types under research has been calculated, the graphs of which are presented in Fig 3.

Table 2 - Parameters of inertia of fruit crop stocks.

Stock types	Mass, kg		Static moment, m^3		Inertia moment, $kg{\cdot}m^2$	
	min	max	min	max	min	max
Pome stocks (M9applestocks)	$23{\cdot}10^{-3}$	$43{\cdot}10^{-3}$	$4{\cdot}10^{-3}$	$8{\cdot}10^{-3}$	$6{\cdot}10^{-4}$	$16{\cdot}10^{-4}$
Stone stocks (sweet cherries-stocks)	$36{\cdot}10^{-3}$	$59{\cdot}10^{-3}$	$12{\cdot}10^{-3}$	$21{\cdot}10^{-3}$	$3{\cdot}10^{-3}$	$71{\cdot}10^{-4}$



a) b)

Figure 3 - Graphs of change for stocks linear density: a) M9 apple - stocks; b) sweet cherries - stocks

Analyzing these dependences, enables to come to conclusion that distribution of linear density depends on a stock type. For pome stocks (fig. 3, a) the density gradually decreases from the root basis (p. A - 0,122 kg/m) to stock top (t. B - 0,022 kg/m). For stone stocks the distribution is different (fig. 3,b). Value of density increases from a root part (p. A - 0,06 kg/m) to gravity center where value of linear density accepts the greatest value - 0,18 kg/m, and decreases further to stock top (p. B - 0,03 kg/m).

Then by the formulae (1) the mass, the static moment and the inertia moment of stocks relatively to root system have been calculated as given in table 2.

The obtained data have been used for mathematical model developing of stock fruit crops planting process by the disk type device [8] possessing probabilistic nature and presupposing the

variable mass, the static moment and the inertia moment of stocks calculation.

Conclusions. The offered method for defining linear density of plant elements can be used while determining their inertia parameters and can be applied when developing mathematical models of processes planting or excavating connected with moving plant elements of various crops in space.

BIBLIOGRAPHY

1. Gernet M.M. Definition of the inertia moments. / M.M Gernet, V.F. Ratobyilskiy. - M.: Mashinostroenie, – 1969. – 246 s.

2. Favorin M.F. Moment of bodies inertia. Reference book. / M.F. Favorin, M.M Gernet. Pod. red. M.M Gerneta. – 2-e izd.. – M.: Mashinostroenie, – 1977. – 511 s.

3. A.s. 1293503 SSSR, MPK5 G01M1/10. The method for defining the inertia parameters of manufacture by physical pendulum technique / V.A. Meshcheryakov, A.P. Prudnikov (SSSR). - № 3958284/25-28: zayavl. 01.10.85: opubl. 28.02.87, Byul. №8.

4. Mun V.F. Substantiation of constructive parameters and process rate of transplanter planting apparatus: dis… kand. tehn. nauk: 05.20.01 / V.F. Mun. – Alma-ata, 1984. – 183 s.

5. Tunik I.G. Development and substantiation of parameters of purifier conveyors of beet-harvesting machines: avtoref. dis…kand.tehn. nauk: 05.05.11/ I.G.Tunik. – Lutsk., 2000. – 16 s.

6. Karaev O.G. Determination of linear density distribution of rootstocks of fruit crops by length / O.G. Karaev, I.O Chizhikov, V.V. Kuzminov // Pratsi TDATU. - Melitopol, 2011. - Vip.11 , t.5.- S.149-154.

7. Rumshinskiy L.Z. Mathematical processing of experiment results / L.Z. Rumshinskiy. – M.: Nauka, 1971. – 192 s.

8. Chizhikov I.O. Optimization planting process model of stocks of fruit crops by the disk- type device / I.O. Chizhikov // Zbirnyk naukovyh prats IMT NAAN «Mehanizatsiya, ekologizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyny u tvarinnitstvi». – Vyp. 1(9). – ZaporIzhzhya, 2012. – S. 83-96.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гернет М.М. Определение моментов инерции / М.М Гернет, В.Ф. Ратобыльский. - М.: Машиностроение, – 1969. – 246 с.

2. Фаворин М.Ф. Моменты инерции тел. Справочник. / М.Ф. Фаворин, М.М Гернет. Под. ред. М.М Гернета. – 2-е изд.. – М.: Машиностроение, – 1977. – 511 с.

3. А.с. 1293503 СССР, МПК^5 G01M1/10. Способ определения момента инерции изделия методом физического маятника / В.А. Мещеряков, А.П. Прудников (СССР). - № 3958284/25-28: заявл. 01.10.85: опубл. 28.02.87, Бюл. №8.

4. Мун В.Ф. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы посадочных аппаратов рассадопосадочных машин: дис… канд. техн. наук: 05.20.01 / В.Ф. Мун. – Алма-ата, 1984. – 183 с.

5. Туник И.Г. Разработка и обоснование параметров доочистительных транспортеров свеклоуборочных машин: автореф. дис…канд.техн. наук: 05.05.11/ И.Г.Туник. – Луцк., 2000. – 16 с.

6. Караєв О.Г. Визначення розподілу лінійної щільності мас підщеп плодових культур по довжині / О.Г. Караєв, І.О Чижиков, В.В. Кузьмінов // Праці ТДАТУ. - Мелітополь, 2011. - Вип.11 , т.5.- С.149-154.

7. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента / Л.З. Румшинский. – М.: Наука, 1971. – 192 с.

8. Чижиков І.О. Модель оптимізації процесу садіння підщеп плодових культур садильним апаратом дискового типу / І.О. Чижиков // Збірник наукових праць ІМТ НААН «Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві». – Вип. 1(9). – Запоріжжя, 2012. – С. 83-96.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ОРГАНОВ РАСТЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

И.А.Чижиков

Аннотация

Предложен способ определения линейной плотности органов растений сельскохозяйственных культур, с помощью которого можно определить их параметры инерции. Данный способ позволяет повысить точность моделирования процессов, связанных с перемещением в пространстве органов растений, имеющих разнообразные формы и неоднородную структуру при их посадке или выкопке. Приведена аналитическая и экспериментальная части способа. Определены параметры инерции разных видов подвоев плодовых культур с учетом их линейной плотности.

Ключевые слова: линейная плотность, масса, статический момент, момент инерции.

УДК.631.312.68

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ КОЛИВАНЬ РОЗПУШУВАЧА ПЛУГА ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ САДЖАНЦІВ

Караєв О.Г., член – кор. МААО , к.т.н.
Матковський О.І.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел. (0619)42-21-32

Анотація. Наведена методика визначення конструктивних параметрів розпушувача викопувального плуга для дослідження режимів коливань під час переміщення з розпушуванням ґрунту з кореневою системою саджанців на поверхню поля. Доведено, що розпушення ґрунту з кореневою системою саджанців буде достатнім, якщо під час вибірки саджанців з ґрунту робітником, зусилля на його витягування не перевищує нормативних вимог. Такі умови праці можна за-

безпечити, якщо буде досягнуто режим роботи розпушувач з підкиданням ґрунту та кореневої системи саджанця.

Ключові слова: викопувальний плуг, параметри розпушувача, режими коливань, викопування саджанців.

Постановка проблеми. Технологічний процес викопування саджанців викопувальним плугом вміщує операції відділення (вирізання) і переміщення ґрунту з кореневою системою саджанця на висоту, яка перевищує глибину викопування з подальшим гравітаційним падінням на дно борозни. Наступною операцією є вибірка, яка здійснюється витяганням саджанців з ґрунту. Зусилля на витягування саджанців повинно відповідати умовам праці за напруженістю, на яке впливає ступень розпушеності ґрунту.

Переміщення ґрунту по робочим поверхням, які мають значну довжину, призводить до підвищення затрат енергії на забезпечення руху. Це можна віднести до завдань, що потребують вивчення і дослідження з метою створення робочих поверхонь, які мають меншу поверхню контакту, час знаходження у взаємодії не постійний.

Аналіз останніх досліджень. Вивченню механіки руху ґрунтового шару присвячені дослідження що стосуються двогранного і тригранного клина [1, 2, 3, 4]. В даних роботах переміщення ґрунту, за умови підпору з боку незруйнованого ґрунтового середовища, відбувається по поверхням параметри положення яких залишаються незмінними. Інше відбувається, якщо положення поверхонь змінюється від коливань під час переміщення ґрунту й додатково ставиться завдання руйнування зв’язків між ґрунтовими агрегатами. Це потребує вивчення умов забезпечення такого руху і впливу коливань на розпушення ґрунту.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Дослідити рух ґрунтових агрегатів з саджанцями по розпушувачу з метою визначення його параметрів та режимів коливань для руйнування зв’язків між ґрунтовими агрегатами.

Основна частина. Робочий орган, який складається з скоби та розпушувача, встановлено на викопувальний плуг ВПН – 2. Відділення ґрунту з кореневою системою саджанця здійснюється викопувальною скобою 6, шарнірно приєднаним

до неї розпушувач 4 здійснює подальше переміщення до поверхні поля. (рис. 1). Розпушувач коливається навколо горизонтальної осі поздовжньо до напрямку руху викопувального плуга від дію на нього через важіль 5 ексцентрикової тяги 3, яка приводиться через ексцентрик 2 приводним валом 1.

Переміщення ґрунту з кореневою системою відбувається за умови його ковзання по поверхні розпушувача і забезпечується силою підпору збоку незруйнованого ґрунтового горизонту [5]. Це можливо коли сила опору пласта стисненню буде достатня для подолання сил тертя. Тому деформацію стиснення пласта за рахунок сил тертя і ваги під час його руху по поверхні розпушувача можна не враховувати. Приймаємо за основу недеформовану модель відділеного ґрунту з кореневою системою.

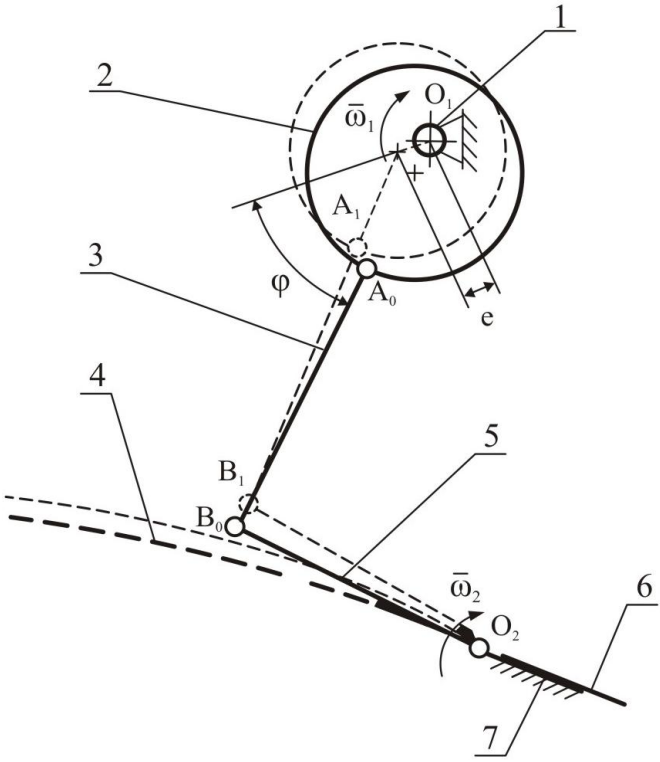


Рисунок 1 – Кінематична схема приводу розпушувача плуга: 1 – приводний вал; 2 – ексцентрик; 3 – ексцентрикова тяга; 4 – розпушувач; 5 – важіль; 6 – викопувальна скоба; 7 – башмак.

Розглянемо рух ґрунтових агрегатів з кореневою системою, після його сходу з скоби, як об’єкту на який спрямовано дію розпушувача. Ґрунт з кореневою системою, рухаючись по розпушувачу, здійснює відносний до нього і переносний з ним рух. Коливання розпушувача надають ґрунтовим агрегатам з кореневою системою поворотний переносний рух. Абсолютний рух ґрунтових агрегатів здійснюється по відношенню до поля. Якщо розглядати рух ґрунту з кореневою системою відносно розпушувача, який рухається відносно ґрунтового масиву (поля) то маємо випадок відносного руху.

Відобразимо схему прискорень й швидкостей для матеріальній точці С в якій сконцентровано масу системи «ґрунт – коренева система саджанця» під час руху по розпушувачу для випадку коли він рухається вгору (рис. 2).

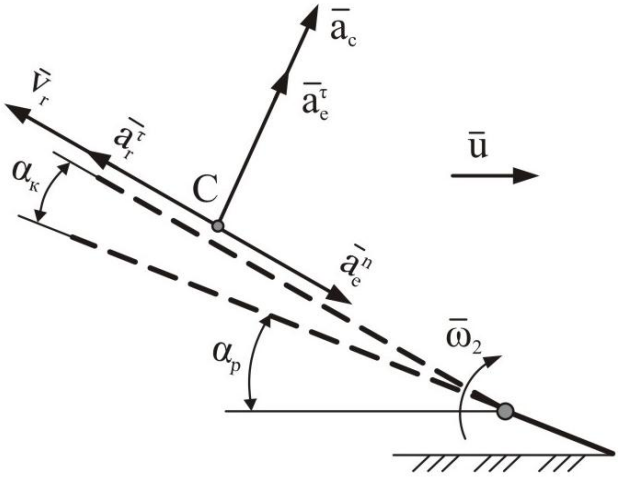


Рисунок 2 – Прискорення та швидкості системи «ґрунт – коренева система» т. С під час руху розпушувача вгору.

На схемі рис.2 для т. С відображені прискорення: $\bar{a}_e^\tau$ – дотичне прискорення переносного руху, $\bar{a}_e^n$ – нормальне прискорення переносного руху, $\bar{a}_c$ – коріолісове прискорення; швидкості: $\bar{u}$ – швидкість руху агрегату, $\bar{v}_r$ – відносна швидкість (за модулем дорівнює швидкості агрегату $\bar{u}$). По-

ложення розпушувача визначаються кутом встановлення α_p, кутом коливань $\alpha_к$ та циклічною частотою коливань розпушувача ω_2.

Виберемо систему рухомих осей координат *Cxy* (рис. 3), зв'язаною з розпушувачем, ось *Cx* направимо за напрямком відносної швидкості (ліва система осей координат).

Зробимо де які припущення: рух ґрунту з кореневою системою за напрямком осі *x* буде прямолінійним, вважаючи малу кривизну поверхні розпушувача (для попередньо прийнятого радіусу його дуги); переміщення т.С від коливань розпушувача в напрямку осі *y* буде прямолінійним за умови малого кута коливань, різниці траєкторії по дузі кола (для моментів часу по довжині розпушувача) і прямій.

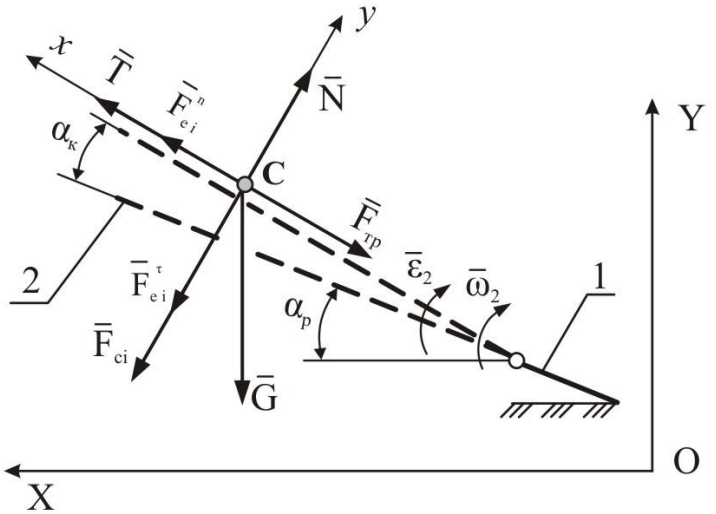


Рисунок 3 – Схема сил, які діють на ґрунтові агрегати під час руху розпушувача вгору.

Векторне рівняння руху т. *C* відносно рухомої системи координат *Cxy* має вигляд

$$m \cdot \overline{a}_r^{\tau} = \overline{T} + \overline{G} + \overline{N} + \overline{F}_{mp} + \overline{F}_{ei}^{n} + \overline{F}_{ei}^{\tau} + \overline{F}_{ci}, \qquad (1)$$

де $\overline{T}$ – рухома сила; $\overline{G}$ – сила тяжіння; $\overline{N}$ – нормальна реакція зв'язку поверхні розпушувача; $\overline{F}_{mp}$– сила тертя; $\overline{F}_{ei}^{n}$ – нормальна переносна сила інерції коливань; $\overline{F}_{ei}^{\tau}$ – дотична переносна сила інерції коливань; $\overline{F}_{ci}$ – коріолісова сила інерції.

Рухома сила $\overline{T}$, яка забезпечує рух ґрунтових агрегатів в напрямку осі x розглянута в роботі [5]. Матеріальна т.С рухається відносно системи відліку прямолінійно й рівномірно. В цьому випадку відносна швидкість $\overline{v}_r$ постійна по модулю й напрямку, тому відносне прискорення $\overline{a}_r = \ddot{x} = 0$. Рівняння (1) прийме вигляд

$$\overline{T} + \overline{G} + \overline{N} + \overline{F}_{mp} + \overline{F}_{ei}^{n} + \overline{F}_{ei}^{\tau} + \overline{F}_{ci} = 0. \qquad (2)$$

В проекціях на осі координат *Cxy* для випадку руху вгору рівняння (2) буде наступним

$$\left.\begin{aligned} m\ddot{x} = 0 = T + F_{ei}^{n} - G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_к) - F_{mp} \\ m\ddot{y} = N - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_к) - F_{ei}^{\tau} - F_{ci} \end{aligned}\right\}. \qquad (3)$$

Ґрунтові агрегати залишаються на поверхні розпушувача під час коливань при $N > 0$. Якщо ця умова не виконується то вони відриваються від поверхні і тоді $F_{mp} = Nf = 0$. Рівняння польоту ґрунтових агрегатів з цієї умови на ось *Cy* буде наступним

$$\ddot{y} = -G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_к) - F_{ei}^{\tau} - F_{ci} \qquad (4)$$

Умова динамічної рівноваги для моменту відриву ґрунту відсутня, тому що всі сили мають однакову спрямованість.

Перейдемо до розгляду наступного періоду, коли розпушувач рухається вниз. Схема прискорень т. С має вигляд (рис. 4).

Рівняння відносного руху ґрунтових агрегатів для випадку руху розпушувача вниз мають вигляд

$$\left.\begin{aligned} m\ddot{x} = 0 = F_{ei}^{n} - G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_к) - F_{mp} \\ m\ddot{y} = N + F_{ei}^{\tau} + F_{ci} - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_к) \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

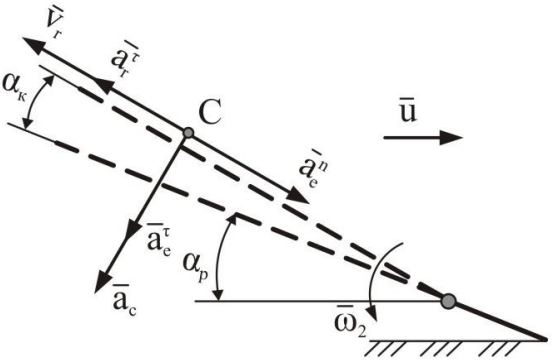


Рисунок 4 – Прискорення та швидкості т. С під часу руху розпушувача вниз.

Розглянемо сили, які діють на т.*С* за схемою (рис. 5) коли розпушувач рухається вниз.

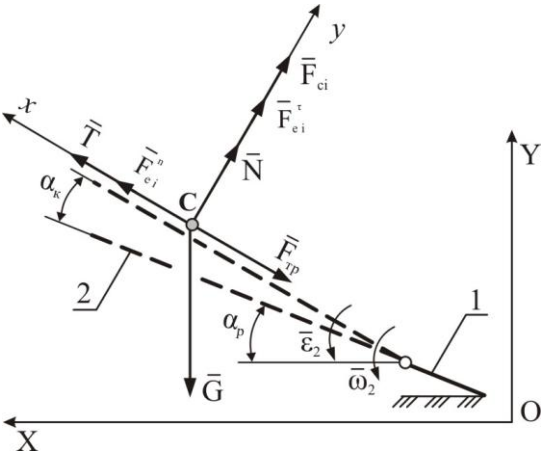


Рисунок 5 – Схема сил, діючих на ґрунтовий агрегат під час руху розпушувача вниз.

Рівняння польоту ґрунтових агрегатів для умови $F_{тр} = Nf = 0$ запишеться наступним

$$m\ddot{y} = F_{ei}^{\tau} + F_{ci} - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_к) \qquad (6)$$

Рівняння (6) зі складовими [6]

$$F_{ei}^{\tau} = m \cdot \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t - y_r \cdot t}{l_в}, \qquad (7)$$

$$F_{ci} = 2m \cdot \frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t - y_r}{l_в} \qquad (8)$$

після скорочення на m прийме вигляд

$$\ddot{y} = \frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t - y_r \cdot t}{l_в} + 2\frac{e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t}{l_в}$$

$$- g \cdot \cos\left(\alpha_p + 2\arcsin\left(\frac{e(-\cos(\omega_1 \cdot t)}{2l_в}\right)\right) \qquad (9)$$

де e – ексцентриситет, м; ω_1 – кутова швидкість ексцентрика, *рад/с*; $l_в$ – довжина важеля, м; t – даний момент часу, с.

Умова динамічної рівноваги в момент відриву ґрунту з кореневою системою коли $\ddot{y} = 0$ має вигляд

$$e \cdot \omega_1^2 \cdot \cos(\omega_1 \cdot t - y_r \cdot t + 2e \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t - y_r -$$

$$- g \cdot \cos\left(\alpha_p + 2\arcsin\left(\frac{e(-\cos(\omega_1 \cdot t)}{2l_в}\right)\right)l_в \qquad (10)$$

Максимальне прискорення $e \cdot cos(\omega_1 \cdot t)\omega_1^2 = e \cdot \omega_1^2$ можливо для першого оберту ексцентрика при $\omega_1 \cdot t = \pi$, тому рівняння (8) прийме вигляд

$$-\frac{e \cdot \omega_1^2 \cdot v_r \cdot t}{l_в} = g \cdot cos\left(\alpha_p + 2\,arcsin\left(\frac{e}{l_в}\right)\right) \qquad (11)$$

Ліва частина рівняння (11) є прискорення коливань, знак мінус вказує на напрямок протилежний напрямку осі *Cy*.

Параметр кінематичного режиму *K* складе

$$K = \frac{e \cdot \omega_1^2}{g} = \frac{l_в \cdot cos\left(\alpha_p + 2\,arcsin\left(\frac{e}{l_в}\right)\right)}{v_r \cdot t} \qquad (12)$$

За значенням коефіцієнта *K* можливо отримати режими роботи розпушувача: якщо $K > 1$ – рух ґрунтових агрегатів відбувається з відривом від поверхні розпушувача (режим з підкиданням); якщо $K < 1$ – рух ґрунтових агрегатів відбувається без відриву від поверхні розпушувача.

В рівнянні (11) якщо виразити кутову швидкість ексцентрика через число обертів

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n}{30} \qquad (13)$$

то можна визначити критичну частоту обертання ексцентрика $n_к$ *(об/хв)* для режиму з підкиданням

$$n_к \geq \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{g}{e \cdot \left(\frac{v_r \cdot t}{l_в}\right)} cos\left(\alpha_p + 2\,arcsin\left(\frac{e}{l_в}\right)\right)} \qquad (14)$$

Отримана залежність дає можливість розрахувати і вибрати необхідні межі зміни конструктивних параметрів і режимів роботи розпушувача при експериментальних дослідженнях.

За отриманою формулою (14) для $n_к$ побудовано графік критичної частоти обертання ексцентрика, де є область коли рух ґрунтових агрегатів з кореневою системою буде відбуватись з відривом від поверхні розпушувача. Розрахунок виконано для вихідних даних: v_r = 1,45 м / с; e = 0,019 м; ω_1 = 34 рад/с ; α_p = 0,38 рад; $l_в$ = 0,35 м; g = 9,81 м/с$^{-2}$ (прискорення вільного падіння).

Графік дозволяє визначати критичні оберти ексцентрика. Для раніше обраних вихідних параметрів: $l_в$, e, v_r потрібно визначити час початку відриву, який залежить від кількості коливань n й довжини розпушувача L. З початку, визначається час переміщення ґрунтових агрегатів розпушувачем після їх сходу зі скоби до скидання на дно борозни

$$T = \frac{L}{v_r}. \qquad (15)$$

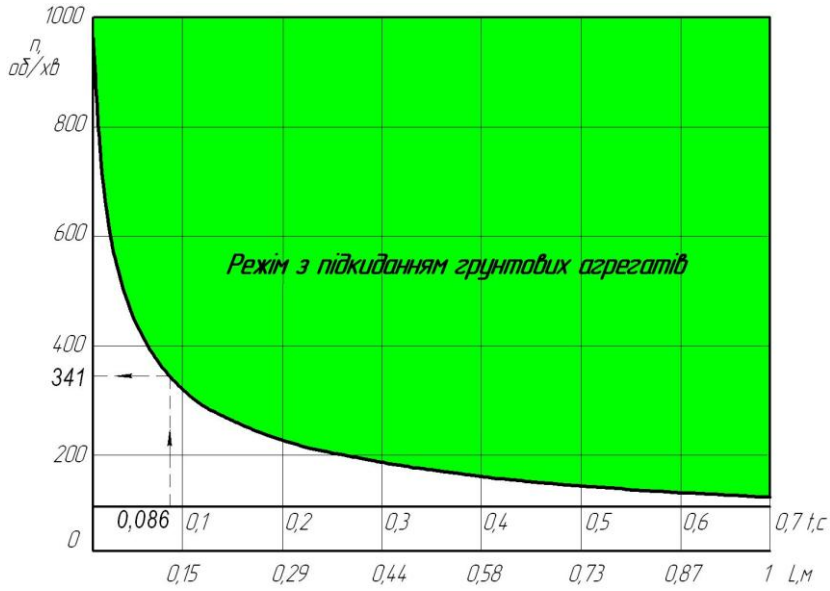


Рисунок 6 – Графік критичної частоти обертання ексцентрика за час взаємодії t та по довжині розпушувача L (L=1 м).

Далі, задавшись числом коливань розпушувача n за час T, визначаємо тривалість одного коливання

$$t_к = \frac{T}{n}. \qquad (16)$$

Потрібно щоб відрив ґрунтових агрегатів почався за час більший половини першого періоду обертання ексцентрика, тому час відриву складе

$$t_в \geq \frac{t_к}{2} \qquad (17)$$

Для n = 4 час відриву складе $t_в$=0,086 *с*., який відкладаємо на осі часу (див. рис. 6) і відбиваємо перпендикуляр до перетину з кривою графіка. Далі опускаємо перпендикуляр на ось обертів і отримуємо значення критичних обертів, яке дорівнює $n_к \approx 340$ *об/хв.* Для попередньої перевірки робочого органу плуга були проведені натурні функціональні випробування (рис. 7). Перевірка проводилась у третьому полі розсадника ТОВ «Блексі фрут компані » (дворічні саджанці) на викопуванні саджанців яблуні Ред Чиф та брейбурн у встановлені терміни викопки (повне опадання листя).

Рисунок 7 – Викопування саджанців яблуні Ред Чиф у полі розсадника

Ставилось завдання перевірки функціональності робочого органа плуга за показниками якості виконання технологічного процесу викопування та вибірки саджанців на режимі роботи розпушувача з підкиданням, які були забезпечені числом обертів ексцентрика – 350 об/хв., ексцентриситетом – 0,019 м, довжиною розпушувача – 1 м, довжиною важеля – 0,35 м. Рух агрегату був 1,45 м / с (5,2 км / год.), кількість коливань розпушувача під час переміщення ґрунту з саджанцями дорівнювала чотири.

а)

б)

Рисунок 8 – Вимірювання зусиль на витягування саджанців(а)), коренева система саджанця Ред Чиф (б))

Програма й методика перевірки показників якості технологічного процесу складена з використанням положень ОСТ 70.16.1 – 86 «Машины и орудия для выкопки и выборки сеянцев и саженцев». Результати представлені за формою документа в таблиці.

Таблиця 1 – Показники якості виконання технологічного процессу викопувальним плугом

Найменування показника	Значення показника
1	2
Місце та дата випробувань	Розсадник 03.12.2013
Фон роботи	Поле розсадника
Режим роботи:	
- робоча швидкість руху, м/с	1,45
- робоча ширина захвату, м	0,55

Продовж. табл. 1

Глибина підкопування, см	
- встановлена	30
- фактична	32,6
- стандартне відхилення, ± см	3,2
- коефіцієнт варіації, відсоток	5,3
Повнота викопування, відсоток-кількісна доля саджанців, які не викопані	-
Пошкодження саджанців, відсоток	
- підземної частини по видам	відсутнє
- надземної частини по видам	1,5
Зусилля на витягування саджанців з ґрунту, Н	50,7
Маса ґрунту, яка зв'язана з кореневою системою підкопаного саджанця, г	800
Забивання і налипання робочих органів, відсоток.	11,2
Шлях заглиблення робочих органів, м	1,2
Шлях виглиблення робочих органів, м	0,9

Попередні випробування показали, що активний розпушувач дозволяє підвищити розпушеність ґрунту, що проявилось в дотриманні оптимальних зусиль (50 Н) на витягуванні саджанців (рис. 7) і здійснити переміщення саджанця до поверхні поля та забезпечити показники якості кореневої системи саджанців які були досягнути під час вирощування.

Висновки.

1. За результатами досліджень отримана залежність для визначення кінематичних режимів роботи розпушувача, за складовими якої можна провести оптимізацію:

- конструктивних параметрів: довжини важеля, довжини розпушувача, величини ексцентриситету;

– кінематичних параметрів: числа обертів ексцентрика, кількості коливань розпушувача за час взаємодії з ґрунтом та саджанцями.

2. Експериментальна перевірка роботи розпушувача на критичних обертах ексцентрика, встановлених за формулою (14)

дозволила отримати рух ґрунтових агрегатів по розпушувачу з підкиданням, що збільшило розпушеність ґрунту, яка дозволила забезпечити умови праці робітників, за величиною зусиль на витягуванні саджанців відповідно до нормативних вимог.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бледных В.С. Построение рабочей поверхности корпуса плуга на основе технологических требований/ В.С. Бледных, С.В. Олейников // Совершенствование методов использования сельскохозяйственной техники / Научн. труды ЧИМЭСХ. — Челябинск, 1984.— С. 82–85.

2. Бледных В.С. Тяговое сопротивление рабочих органов почвообрабатывающих машин / В.С. Бледных // Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов / Сбор. научн. трудов. ЧИМЭСХ.— Челябинск, 1990.— С. 10–16.

3. Вопросы технологии механизации сельскохозяйственного производства /ЦНИИМиЭСХ Нечерноземной зоны СССР.— Минск.: Госиздат с -х . литературы БССР, 1963. — 263 с.

4. Кудринецький Р.Б. Взаємодія двогранного клина з ґрунтом / Р.Б. Кудринецький // Механізація та електрифікація сільського господарства.— Київ, 2001.— Вип. 85.—С.85–90.

5. Кольцов М.П. Тяговий опір коливального робочого органа викопувального плуга / М.П. Кольцов, О.І. Матковський // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип. 13, т. 3.– С.156–160.

6. Рубцов М.О. Параметри коливального розпушувача - сепаратора / М.О. Рубцов, О.І. Матковський// Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 2, т. 3.– С.174 – 180.

BIBLIOGRAPHY

1. Blednyh V.S. Design of plow base working surface on basis of technological requirements / V.S. Blednyh, S.V. Oleinikov // Sovershenstvovanie metodov ispolzovaniya sel’skohozaiastvennoy tekhniki / Nauchn. trudy ChIMESH. — Cheliabinsk, 1984.— S. 82–85.

2. Blednyh V.S.Draught resistance of tillage tool / V.S. Blednyh // Pochvoobrabatyvaushchie mashiny i dinamika

agregatov / Sbor. nauchn. trudov. ChIMESH.— Cheliabinsk, 1990.— S. 10–16.

3. Technology problems of farming mechanization /TsNIIMiESH Nechernozemnoy zony USSR.— Minsk.: Gosizdat s -h . literatury BSSR, 1963. — 263 s.

4. Kudrinetskiy R.B. Interworking of two-sided cotter with soil / R.B. Kudrinetskiy // Mekhanizatsiya ta elekryfikatsiya sil'skogo gospodarstva.— Kyiv, 2001.— Vyp. 85.—S.85–90.

5. Kol'tsov M.P. Draught resistance of digger fluctuating working element / M.P. Kol'tsov, O.I. Matkovsky // Pratsi Tavriiskogo derzhavnogo agrotekhnologichnogo universytetu. – Melitopol: TDATU, 2013. – Vyp. 13, t. 3.– S.156–160.

6. Rubtsov M.O. Parameters of fluctuating scarifier-separator / M.O. Rubtsov, O.I. Matkovsky // Naukovy visnyk Tavriiskogo derzhavnogo agrotekhnologichnogo universytetu. – Melitopol: TDATU, 2012. – Vyp. 2, t. 3.– S.174–180.

DETERMINATION OF PARAMETERS AND MODES OF PLOUGH LIFTER FLUCTATIONS FOR NURSERY TRANSPLANTS EXCAVATION

O.G Karaiev, O.I Matkovsky

Summary

The technique for determining parameters of digger lifter to study the fluctuation modes during breaking up of soil with nursery transplant root system on field surface have been suggested. It was determined that breaking up of soil with nursery transplant root system would be sufficient if during nursery transplants excavation by worker the efforts on excavation not exceed the regulatory requirements. Such working conditions can be provided if working mode of lifter with throwing soil and nursery transplant root system is achieved.

Key words: digger, lifter parameters, fluctuation modes, excavation of nursery transplants.

УДК 633.854

ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ КОМПОНОВКИ ФИЛЬТРОСТАНЦИИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Дидур В.А. акад. МААО, д.т.н., проф.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Ильницкий Б.А. инж.
Уманский национальный университет садоводства
г. Умань, Украина
Вороновский И.Б. член-кор. МААО, к.т.н., доц.
Назарова О.П. к.т.н., доц.
Таврический государственный агротехнологический университет
г. Мелитополь, Украина
Тел. 0619-42-25-85

Аннотация. Разработаны и исследованы математические модели надежности систем капельного орошения садов и виноградников для различных схем компоновки фильтростанций включая последовательное и параллельное соединения фильтров тонкой очистки (ФТО).

Приведены результаты исследований математических моделей технологической надежности систем капельного орошения садов и виноградников. Установлено, что вероятность безотказной работы оросительной системы является наиболее высокой для компоновочной схемы фильтростанции у которой расположение фильтров включено последовательно. В частности показатель вероятности безотказной работы системы при последовательном включении двух фильтров тонкой очистки составляет 0 945, а при параллельном включении 07.

Ключевые слова: системы капельного орошения, фильтростанция, фильтр грубой очистки, фильтр тонкой очистки, надежность, отказ, вероятность безотказной работы, множество состояний, граф состояний.

Постановка проблемы. За последние годы в развитии садоводства и виноградарства наблюдается очень четкая тенденция, которая заключается в повышении их эффективности за счет применения независимо от климатических зон, многофункциональных стационарных систем орошения. Эти системы призваны использовать принципиально новые технологии проведения комплексных агротехнических мероприятий, которые позволяют своевременно и качественно осуществлять орошение, увлажнение, подкормку и противозаморозковые поливы. Типовая схема такой системы орошения приведена на рис. 1. Практика эксплуатации таких систем свидетельствует о том, что эффективность их использования в основном зависит от надежности ее элементов. А именно в первую очередь от вероятности безотказной работы капельниц и фильтров, для восстановления работоспособности которых требуются значительные затраты ручного труда. Это приводит к нарушению агросроков и как следствие потери урожая, а также потери воды на промывку. Основной причиной отказов капельниц и фильтров является нарушение требований к качеству поливной воды. Поливную воду для многофункциональных систем орошения используют из разных источников: из каналов, подземных источников и открытых водоемов. В связи с этим для обеспечения технологической надежности стационарных многофункциональных систем нужно разработать современные технические средства очистки поливной воды. Наиболее распространенные из современных технических средств являются дисковые фильтры. Но к сожалению и они не обеспечивают нужную степень очистки поливной воды от различных примесей. Засорение элементов поливной сети происходит в результате отложения и постепенного накопления примесей, находящихся в оросительной воде взвешенных частиц минерального и органического происхождения, солей при использовании воды из открытых источников и др. Часто причиной их засорения является скопление зоофитопланктона, бактерий, а также сине - зеленых водорослей. Исходя из этого степень загрязненности поливной воды диктует требования к функциональным характеристикам фильтров. А именно фильтры должны обеспечивать задержания частиц загрязнения, которые способны забивать каналы капельниц. Кроме этого фильтры должны иметь достаточный ресурс к плановому техническому обслуживанию.

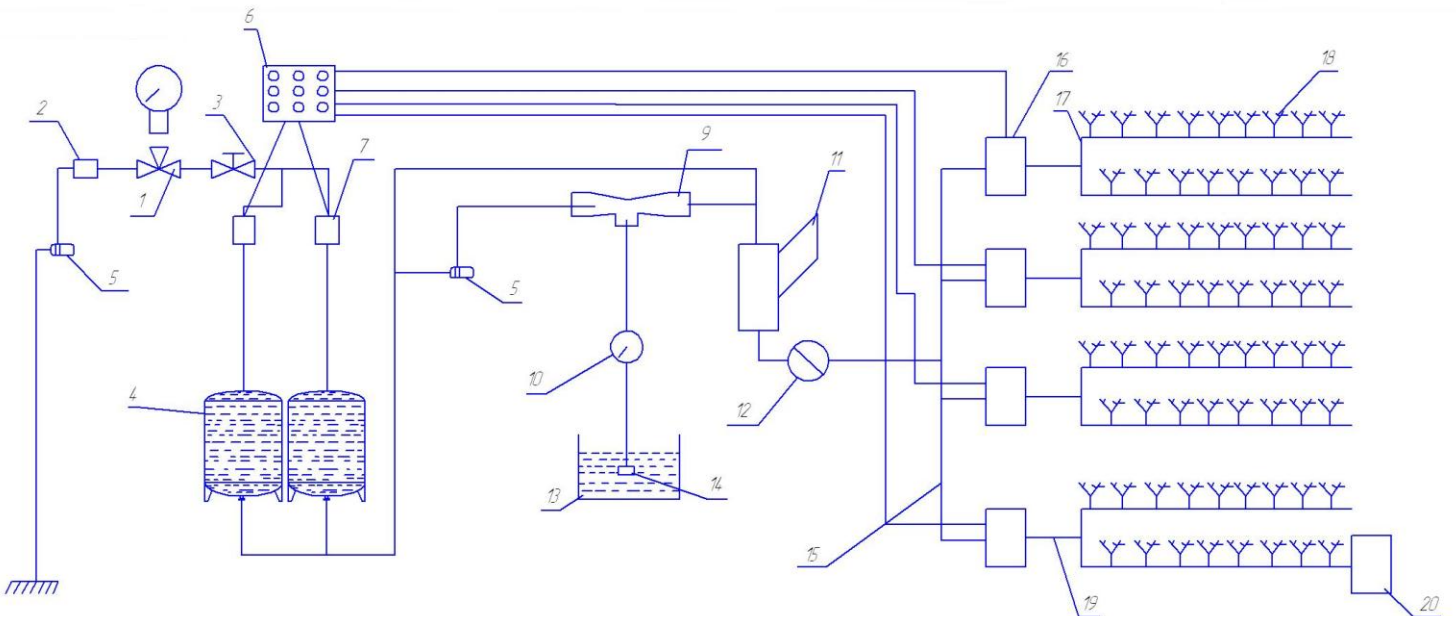


Рисунок 1 - Конструктивная схема системы капельного орошение плодовых культур

1 – монометр; 2 – обратный клапан; 3 – заслонка; 4 – фильтр песчанно-гравельный; 5 – насос; 6 – контролер; 7 – клапан; 8 – насос; 9 – инжектор; 10 – регулятор; 11 – дисковый фильтр; 12 – счетчик; 13 – раствор удобрений; 14 – фильтр; 15 – магистральный трубопровод; 16 – электроклапан; 17 – местный трубопровод; 18 – растение; 19 – распределительный трубопровод; 20 – датчик влажности

На рис. 1 приведена схема компоновки оросительной системы с последовательным включением фильтров грубой и тонкой очистки.

А это значит что на ряду с тонкостью фильтрации фильтры должны обладь максимальной грязеемкостью от которой зависит надежность всей оросительной системы. Обеспечение всех названных требований в значительной степени зависит от компоновки фильтров в фильтростанции.

На практике встречаются различные варианты схем компановки. Поэтому решение задач позволяющих повысить технологическую надежность многофункциональных оросительных систем за счет сохранения чистоты оросительной воды с помощью обоснования компоновочных схем расположения фильтров является актувальным.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросам обеспечения чистоты жидкостей с помощью фильтрационных систем посвящено целый ряд научно-исследовательских и опытно конструкторских работ [5,7.].

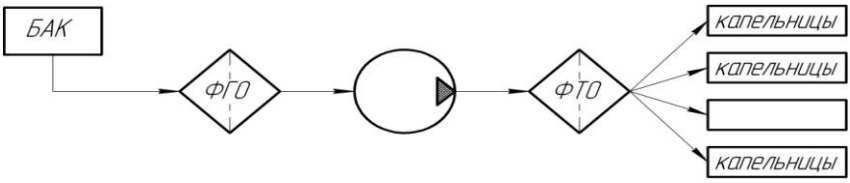
Однако все эти работы, как правило, направлены на повышение надежности гидравлических и масляных систем мобильной техники, летательных аппаратов, металлорежущих станков и др. В некоторых из этих работ впервые было обращено внимание влияния компоновочных схем включения фильтров на степень очистки жидкости [1,3,4,6]. Это в полной мере, на наш взгляд можно отнести и к системам капельного орошения плодовых культур. К сожалению в современных информационных источниках научное обоснование схемных решений фильтростанций в настоящее время отсутствует.

Поэтому в данной работе делается попытка дать научные основы решения этих вопросов не только для систем капельного полива но и для гидравлических и топливных систем используемых в различных отраслях машиностроения.

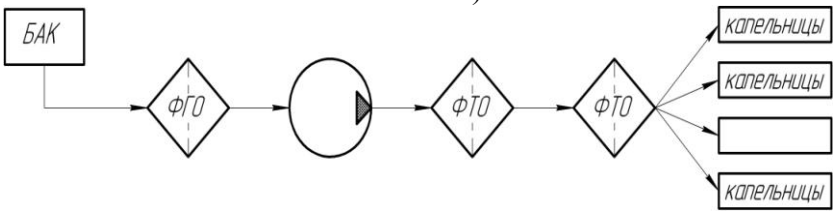
Цель исследования - повышение технологической надежности систем капельного орошения садов и виноградников путем обоснования схемных решений компоновки фильтростанций.

Основная часть. Анализ схемных решений поливных и гидравлических систем позволяет свести множество различных вариантов включения фильтров к трем вариантам: первый вариант – последовательное включение; второй вариант – па-

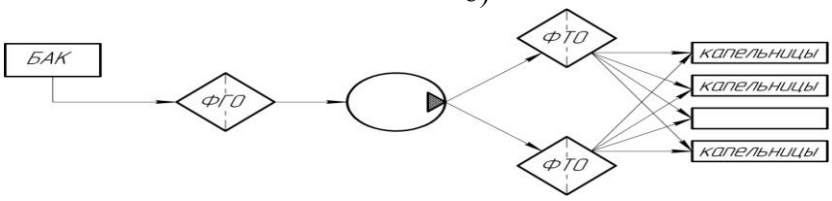
раллельное включение; третий вариант когда используется только один фильтр тонкой очистки и включен во всасывающую магистраль насоса



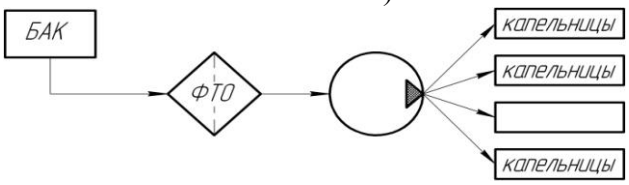
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2 Схемы систем капельного орошения плодовых насаждений

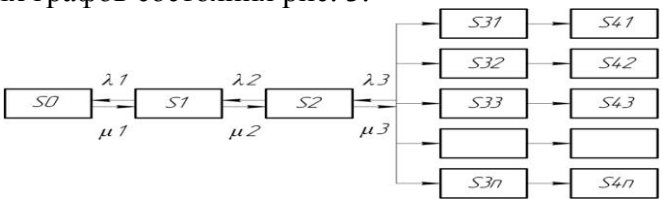
а) – с одним фильтром тонкой очистки в напорной магистрали (ФТО);

б) – с двумя и более ФТО последовательно включенными;

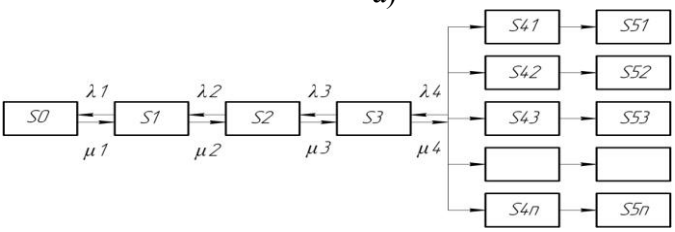
в) - с параллельно включенным ФТО;

г) – с ФТО включенным во всасывающую магистраль насоса.

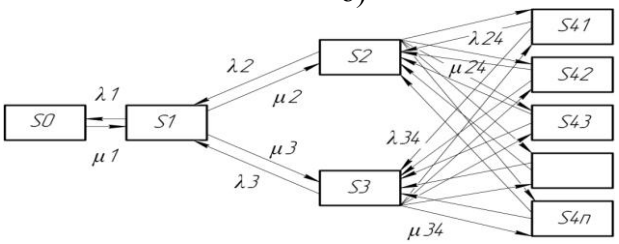
Используя теорию графов все эти состояния для каждой из схем компоновки фильтров можно представить в виде отдельных графов состояния рис. 3.



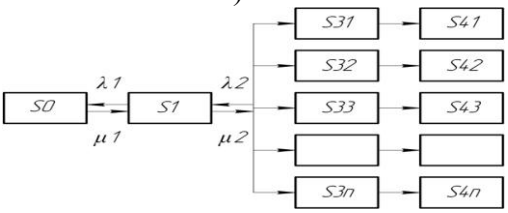
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3 Графы состояния систем капельного орошения плодовых насаждений:

а), б), в) и г) – соответствуют схемам а), б), в), и г) изображенным на рис. 2.

S_0 - работоспособное состояние системы капельного орошения

S_1 - отказ фильтров установленных на всасывающей магистрале

S_2 - отказ ФТО установленных в нагнетательной магистрале

S_{3n} ; S_{4n} - отказ капельниц.

Работоспособность системы капельного орошения как общая характеристика его состояний зависит от времени t. Если воспользоваться понятием теории множеств, то можно рассматривать область работоспособного состояния системы, как такое множество E состояний определяемых значениями параметров *x*i, при которых отказа нет.

Пусть E – множество всех состояний системы;

E_+ и E – множество работоспособных и отказовых состояний системы.

$p_i(t)$ - вероятность пребывания системы в момент времени t в состоянии i, $i \in E$;

$\lambda_{i,j}$ - интенсивность перехода из состояния i в состояние j. Если переход состояния i в состояние j отсутствует, то $\lambda_{i,j}$ = 0.[8, стр. 391]

В общем виде граф состояния можно представить системой линейных дифференциальных уравнений, описывающим процесс функционирования системы капельного орошения :

$$\frac{dp_i}{dt} = -\sum_{j \in E} \lambda_{i,j} p_i(t) + \sum_{j \in E} \lambda_{j,i} p_j(t) \qquad (1)$$

Предполагая, что в момент времени $t = 0$ система полностью исправна, начальные условия функционирования имеют вид:

$$p_0(0) = 1, \; p_i(0) = 0, \qquad i \in E \setminus \{0\}.$$

Решение системы (1) с заданными начальными условиями позволяет найти вероятность безотказной работы технической системы за время t при условии, что все состояния отказа являются поглощающимися [2]:

$$P(t) = \sum_{i \in E_+} p_i(t) \qquad (2)$$

Для определения среднего времени безотказной работы по графу состояний (рис. 3) составляется система линейных алгебраических уравнений относительно времени пребывания технической системы в исправных состояниях τ_i:

$$-\sum_{j\in E}\lambda_{i,j}\tau_i+\sum_{j\in E}\lambda_{j,i}\tau_j=-p_i(0), \qquad i\in E_+. \tag{3}$$

Тогда средняя наработка до отказа находится суммированием среднего времени пребывания системы в исправных состояниях:

$$T_1=\sum_{j\in E_+}\tau_i \tag{4}$$

Суммарный риск системы за время t находится по формуле:

$$R(t)=-\sum_{i\in E}r_{k(i)}p_i(t),$$

где $r_{k(i)}$ - риск системы из-за отказа i - го элемента.

Таким образом, для схемы системы капельного орошения (рис. 2а) можно представить граф состояний (рис. 3 а) и рассматривать систему в виде системы дифференциальных уравнений. Систему можно решить аналитическим и численным способами. Однако, получить решение в виде формулы для произвольного n можно для случая ограниченного числа элементов или при фиксированных значениях интенсивностей их отказа и восстановления. Система решается методом Рунге-Кутта. Например, для графа состояний с последовательным расположением фильтров (рис. 3 б), система дифференциальных уравнений имеет вид (4):

Примем, что поток отказов фильтров простейший и время между отказами в этом потоке распределяется по показательному закону и определяется параметрами интенсивности отказов:

$$\lambda = 1/t_б, \tag{5}$$

где $t_б$ – среднее время безотказной работы фильтра.

$$\begin{cases} \frac{dp_0}{dt} = -\lambda_1 p_0 + \mu_1 p_1 \\ \frac{dp_1}{dt} = \lambda_1 p_0 - \lambda_2 p_1 + \mu_2 p_2 \\ \frac{dp_2}{dt} = \lambda_2 p_1 + \mu_3 p_2 - \lambda_3 p_3 \\ \frac{dp_3}{dt} = \lambda_3 p_2 + \mu_4 p_3 - \lambda_4 (p_{41} + p_{42} + ... + p_{44}) + \\ + \mu_4 (p_{41} + p_{42} + ... + p_4 n) \\ \frac{dp_{41}}{dt} = \lambda_4 p_3 - \lambda_{51} p_{41} \\ \frac{dp_{42}}{dt} = \lambda_4 p_3 - \lambda_{52} p_{52} \\ \frac{dp_{43}}{dt} = \lambda_4 p_3 - \lambda_{53} p_{53} \\ ..... \\ \frac{dp_{4n}}{dt} = \lambda_4 p_3 - \lambda_{5n} p_{5n} \\ \frac{dp_{51}}{dt} = \lambda_5 p_{41} \\ \frac{dp_{52}}{dt} = \lambda_5 p_{42} \\ \frac{dp_{53}}{dt} = \lambda_5 p_{43} \\ ..... \\ \frac{dp_{5n}}{dt} = \lambda_5 p_{4n} \end{cases} \qquad (6)$$

Примем, что поток отказов элементов системы простейший и время между отказами в этом потоке распределяется по показательному закону и определяется параметрами интенсивности отказов:

$$\lambda = 1/t_б, \qquad (7)$$

где $t_б$ – среднее время безотказной работы.

По стрелкам вправо систему из состояния в состояние переводят отказы, а по стрелкам влево – ремонты с интенсивностью восстановления:

$$\mu = \frac{1}{t_p}, \qquad (8)$$

где t_p – среднее время восстановления исправного состояния путем промывки фильтров и капельницы.

Применяя аналогичный математический аппарат, получим формулы для определения вероятностей состояний системы с параллельным соединением фильтров тонкой очистки (рис. 3 в). Для графа состояний с параллельным соединением фильтров тонкой очистки система дифференциальных уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dp_0}{dt} = -\lambda_1 p_0 + \mu_1 p_1 \\ \frac{dp_1}{dt} = \lambda_2 p_1 + \mu_2 p_2 - \lambda_3 p_3 + \mu_3 p_3 \\ \frac{dp_2}{dt} = \lambda_2 p_1 + \mu_{24}(p_{41} + p_{42} + \ldots + p_{44}) - \lambda_{24}(p_{41} + p_{42} + \ldots + p_{44}) \\ \frac{dp_3}{dt} = \lambda_3 p_1 - \lambda_{34}(p_{41} + p_{42} + \ldots + p_{44}) + \mu_{34}(p_{41} + p_{42} + \ldots + p_{44}) \\ \frac{dp_{41}}{dt} = \lambda_{24} p_2 - (\mu_{24} + \mu_{34}) p_{41} + \lambda_{34} p_3 \\ \frac{dp_{42}}{dt} = \lambda_{24} p_2 - (\mu_{24} + \mu_{34}) p_{42} + \lambda_{34} p_3 \\ \frac{dp_{43}}{dt} = \lambda_{24} p_2 - (\mu_{24} + \mu_{34}) p_{43} + \lambda_{34} p_3 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \frac{dp_{4n}}{dt} = \lambda_{24} p_2 - (\mu_{24} + \mu_{34}) p_{4n} + \lambda_{34} p_3 \end{cases} \qquad (9)$$

Для остальных графов состояний дифференциальные уравнения составляются аналогично.

Таблица 1 - Результаты расчета вероятностей безотказной работы системы капельного орошения p_0 и вероятностей отказов фильтров $p_{1...5}$

Схема соеднения фильтров в поливной системе	Вероятность исправного состояния системы p_0	Вероятность отказа ФГО, p_1	Вероятность отказа ФТО №1, p_2	Вероятность отказа ФТО №2, p_3	Вероятность отказа ФТО №3, p_4
Последовательное соединение фильтров (1 фильтр тонкой очистки) рис.1	0,835	0,139	0,023	0,0038	-
Последовательное соединение (2 фильтра тонкой очистки, рис. 2	0,945	0,139	0,003	0,0038	-
Параллельное соединение фильтров, рис. 3	0,7	0,175	0,058	0,058	-
Комбинированное соединение фильтров, рис. 4	0,816	0,136	0,022	0,022	0,0036

Расчеты вероятностей состояний для различных схем систем капельного орошения производятся при единых начальных условиях. Подставляя значения интенсивностей λ и μ в формулы (4,7), получим вероятности нахождения систем капельного орошения построенных по различным схемам соединения фильтров, рис.2, в исправном состоянии p_0 и вероятности выхода из строя фильтров $p_{1...5}$. за сезон.

Анализ табл. 1 позволяет констатировать:максимальной вероятностью нахождения фильтров в исправном состоянии обладает система с последовательным соединением фильтров, (p_0=0,945). Увеличение количества фильтров тонкой очистки и включение их в схему капельного орошения параллельно, не увеличивает вероятности безотказной работы системы, такой путь является мало эффективным. Максимальную вероятность отказа из всех фильтров имеет фильтр грубой очистки, особенно при параллельном соединении фильтров тонкой очистки (p_1=0,175), а затем, на порядок меньше, фильтры тонкой очистки.

Исходя из полученных теоретических данных, можно сделать вывод, что наиболее эффективной системой соединения фильтров следует считать последовательное соединение, состоящее из фильтра грубой очистки и двух фильтров тонкой очистки. При этом необходимо разработать мероприятия по повышению эффективности работы фильтра грубой очистки, увеличив его фильтрующие свойства. Такие мероприятия позволят уменьшить вероятность отказа фильтров тонкой очистки, обеспечив их надежную работу.

Выводы: Установлено, что наиболее эффективным с точки зрения обеспечения технологической надежности систем капельного орошения , является последовательное включение фильтров грубой и тонкой очистки. При этом характеристики фильтров должны обладать, как можно меньшей тонкостью фильтрации при максимальной их грязеемкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратов В.В. К вопросу о выборе схемы системы фильтрации дизельного топлива тракторных двигателей – Труды ЦНИТА, 1963 - № 18 с.60-65

2. Венуель Е.С Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972, – 552 с.

3. Т.М. Башта, Гидравлика, Гидромашины и гидроприводы// Башта Т.М., Руднев С.С. М.: Машиностроение 1982 с.422

4. Т.М. Башта Гидропривод и гидропневмоавтоматика М.: Машиностроение 1972 с.320

5. Рыбаков К.. Повышение чистоты нефтепродуктов/ К.В. Рыбаков Т.Н. Корпенкина – М.: Агропромиздат, 1986 - 112 с.

6. Изучение гидропривода машин отрасли с целью унификации гидравлических схем и гидроагрегатов, повышение технического уровня и качественных характеристик гидропривода. Научно-технический отчет № ГР 75042787 Мелитополь, 1976. – 54 с.

7. Никитин Г.А. Проблемы чистоты жидкостей топливных, масляных и гидравлических систем. – Киев: Общество «Знание» 1978. – 18 с.

8. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. Практикум. –СПб.: БХВ-Петербург, 2006.-560с.

BIBLIOGRAPHY

1. Kondratov V.V. To question about scheme option of diesel fuel filter system of tractor engine/ V.V. Kondratov. – Trudy TsNITA, 1963 - № 18- S.60-65

2. Venuel' E.S. Operations research/ E.S. Venuel' – M.: Sovetskoe radio, 1972, – 552 s.

3. Bashta T.M. Hydrolics, Hydromachines and hydrolic drives / T.M. Bashta, S.S.Rudnev. -M.: Mashinostroenie, 1982- 422 s.

4. Bashta T.M. Hydrolic drive and hydraulic and pneumatic control systems / T.M. Bashta.- M.: Mashinostroenie, 1972- 320 s

5. Rybakov K.V. Increasing the oil products purity / K.V.Rybakov, T.N. Korpenkina. – M.: Agropromizdat, 1986 - 112 s.

6. Study of branch machine hydraulic drive with the purpose of standardization of hydraulic systems and hydraulic units, improvement of technical level and quality characteristics of hydraulic drive. Scientific report № GR 75042787 - Melitopol, 1976. – 54 s.

7. Nikitin G.A. Problems of liquid purity of fuel, lubricating and hydraulic systems/ G.A. Nikitin. – Kyiv: Obshchestvo «Znanie», 1978. – 18 s.

8. Polovko A.M. The foundations of the reliability theory. Case study / A.M. Polovko, S.V. Gurov, –SPb: BHV-Peterburg, 2006.-560s.

EFFECT OF FILTER STATION LAYOUT DRAWING ON TECHNOLOGICAL RELIABILITY OF FRIUT PLANTATIONS DROP IRRIGATION SYSTEMS

V.A Didur, B.A. Il'nitskiy, I.B. Voronovskiy, O.P. Nazarova

Summary

Mathematical models of reliability of garden and vineyard drop irrigation systems for various filter stations layout drawing including series and parallel connections of fine filters (FF) have been developed and studied.

The research results of technical reliability mathematical models of garden and vineyard drop irrigation systems have been given. It was determined that probability of failure-free operation was the highest one for filter station layout drawing where filter location was series-connected. Particularly, the probability parameter of system failure-free operation under serial connection of two fine filters is 0 945 and under parallel connection- 07.

Key words: drop irrigation systems, filter station, primary filter, fine filter, reliability, failure, probability of failure-free operation, set of states, state graph.

УДК 631.31:631.313.02.001.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДИСКА ДИСКАТОРА ПРИ ЗАДЕЛКЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ПОЧВУ

Бобровный Е.В. инж.,
Украинский научно-исследовательский институт прогнозирования и испытания техники и технологий для сельскохозяйственного производства имени Леонида Погорелого,
пгт Дослиднецкое, Киевская обл., Украина
e.mail: e.bobrovnij@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты лабораторно-полевых исследований тягового сопротивления диска с различными углами атаки (α) и наклона (β) при заделке растительных остатков в почву. Что позволило сформулировать рациональные параметры установки диска дискатора для технологии с внесением биодеструкторов стерни.

Ключевые слова: диск, почва, дискатор, растительные остатки.

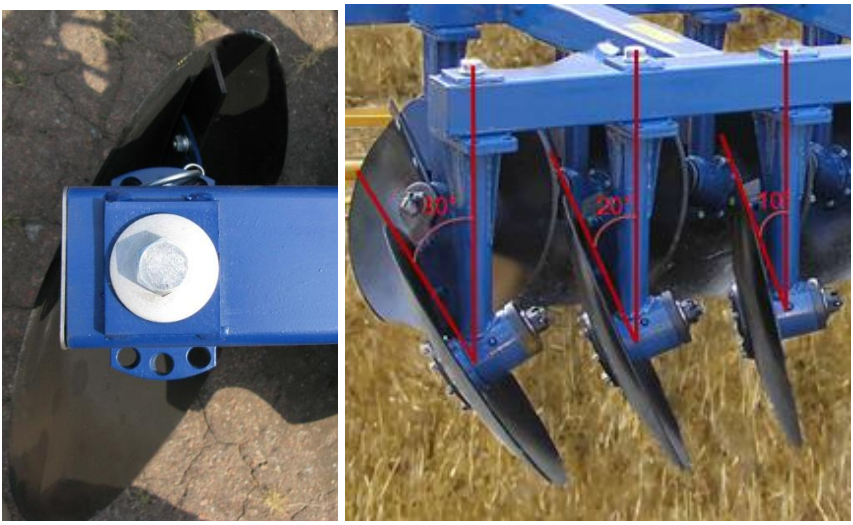
Постановка проблемы. В технологии с применением биодеструкторов стерни одним из важных требований является, что после внесения биодеструктора на растительные остатки они должны быть максимально заделаны в почву[1]. Необходимая заделка растительных остатков в почву должна составлять от 60%. На заделку растительных остатков в почву дискаторами значительное влияние имеют углы атаки и наклона дисков [2-5]. Определение зависимости тягового сопротивления диска от заделки растительных остатков в почву является актуальной задачей при проектировании дисковых почвообрабатывающих машин.

Основная часть. Для определения тягового сопротивления в зависимости от угла атаки (α) и угла наклона (β) нами разработана лабораторно-полевая установка, на которой предусмотрено регулирование положение сферического диска угол атаки и угол наклона в диапазоне 0 ± 30^0 (рис. 1).

Рисунок 1 – Общий вид лабораторно-полевой установки

Для измерения тягового сопротивления сферического диска использовано тензозвено ВИСХОМ, измеряющее усилия до 5000 Н. Звено протарировано на стенде ТУД-5.

Вся информация с датчиков переводится в цифровой код при помощи цифрового усилителя-преобразователя Spider 8, затем регистрируется и хранится в памяти ноутбука Omnibook-600. С помощью программного обеспечения Catman Express вся информация сохраняется в формате Excel. Запись данных проходит с частотой 25 значений в секунду. Последующая обработка данных происходит с помощью программного обеспечения Statistica 6. Для определения качества заделки растительных остатков от углов установки диска, нами было принято решение заложить двухфакторный эксперимент. Если для изменения угла атаки (α) предусмотрена стандартная конструкция, то для изменения угла наклона (β) были изготовлены три вида стоек с углами наклона β = 10°; β = 20°; β = 30° (рис. 2).



а *б*

Рисунок 2 – Конструкционное решение регулировки углов α и β сферических дисков на раме дискатора: *а* – регулирование угла атаки (α) диска, *б* – стойки с различными углами наклона (β) диска

Качество заделки определялось по разности заделанных и не заделанных растительных остатков в почву, которые остались после прохода установки. Для этого на каждом зачёт-

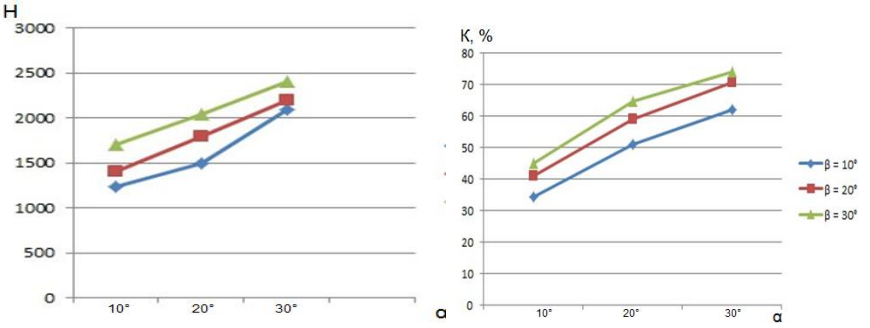
ном проходе агрегата, на площади 0,5 х 0,5 м, снимали не заделанные растительные остатки. Затем извлекали с почвой заделанные растительные остатки с глубины до 10 см. После этого их через сито просеивали и взвешивали как заделаные растительные остатки в почву, так и те что остались на поверхности поля. Повторность измерений трёхкратная. При обработке данных масовую часть заделанных растительных остатков *К* в прцентах вычисляли по формуле:

$$K = \frac{q_2}{q_1 + q_2} \cdot 100 \quad , \qquad (1)$$

где, q_1 – масса растительных остатков незаделанных в почву, г;

q_2 – масса растительных остатков заделанных в почву, г.

Полученные при проведении эксперимента результаты представлены в виде графиков (рис. 3).



а *б*

Рисунок 3 – Графики зависимостей от углов атаки α и угла установки β:

а – тяговое сопротивление сферических дисков, *а* – заделка растительных остатков дисками.

Выводы. В результате проведения лабороторно-полевых исследований получены модели зависимостей тягового сопротивления и заделки растительных остатков в почву от углов атаки и наклона диска. Установлено количество заделки растительных остатков дисками от 60% и выше находится при углах атаки 20°-30° и углах наклона 20°-30°. Где было выявле-

но что с увеличением угла атаки от 20° до 30° тяговое сопротивление увеличивается от 1800 Н до 2200 Н, а с увеличением угла наклона от 20° до 30° тяговое сопротивление увеличивается от 1500 Н до 2100 Н.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобровний Є. Готово ли растениеводство Украины к наступлению новых бактериальных болезней? / Бобровный Є.В., Харченко А.Г.// "Техника и технология АПК". – № 5(20). – 2011.

2. Кушнарёв А.С. Дискатор – новое почвообрабатывающее орудие, обеспечивающее переход от традиционной технологии производства сельскохозяйственной продукции к энергосберегающей технологии No-till. / Кушнарев А.С., Милюткин В.А., Есьман Н.И., Ницко В.И., Ткачук А.Д., Кушнарев С.А., Бобровный Е.В.// – Белая Церковь, ТОВ «Офсет», 2010. – 72 с.

3. Кушнарьов А.С. Вплив ступеня подрібнення й глибини закладення соломи в грунт на інтенсивність її розкладання з використанням біодеструктора «Стернифаг»/ А.С. Кушнарьов, В.І. Кравчук, Є.В. Бобровний // Техніка і технології АПК. – № 12 (39). – 2012. – С. 24-27.

4. Кушнарев А.С. Стохастические исследования силовых воздействий на рабочие органы дискатора/ А.С. Кушнарёв, Е.В. Бобровный, И.А. Шевченко, С. А. Кушнарёв/ Тезисы докладов конференции.Ч 1. М.: ВИМ 2012. – С. 303-312.

5. Кушнарьов А. Дискатор – нове технічне рішення / А.Кушнарьов, С. Кушнарьов, О. Вершков, Є. Бобровний// Пропозиція (184) 10/10. - С. 106 – 110.

BIBLIOGRAPHY

1. Bobrovnyy I. Is Ukraine ready crop to attack new bacterial diseases? / Bobrovnyy I.V. Kharchenko A.G. / / Engineering and technology" APC". - № 5 (20). - 2011.

2. Kushnarev A.S. Discator - new tillers, providing a transition from the traditional technology in agricultural production to energy-saving technology No-till. / Kushnariov A.S., Milyutkin V.A., Essman N.I., Nizco V.I., Tkachuk A.D., Kushnariov S.A., Bobrovnyy E.V. / / - White Church, TOV "Offset ", 2010. – 72 p.

3. Kushnariov A.S. Influence of the degree and depth of grinding straw into the soil on the intensity of decomposition using Biodestructors "Sternyfah" / A.S. Kushnariov, V.I. Kravchuk, E.V.

Bobrovnyy / / Engineering and Technology APC. - № 12 (39). - 2012. - P. 24-27.

4. Kushnarev A.S., Stochastic effects on the study of power harrow working bodies / A.S. Kushnarev, E.V. Bobrovny, I.A. Shevchenko, S.A. Kushnariov / Abstracts konferentsii.Ch 1. M.: VIM 2012. - S. 303-312.

5. Kushnaryov A. Disc tiller - a new technical solution / A. Kushnaryov, S. Kushnarev, A. Vershkov I. Bobrovyy // Propozitsiya (184) 10/10. - S. 106-110.

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF DISK HEADER DISK INSTALLATION BY THRASHING BURIAL IN SOIL

E.V. Bobrovny

Summary

The results of laboratory and field studies of traction resistance disc with different angles of attack (α) and slope (β) when terminating crop residues. That enabled us to formulate rational parameters of the disc harrow for technology with the introduction of biodestruktors stubble.

УДК.621.372.(619:616.7)

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СВЧ ДИАПАЗОНА В СЕРЕДИНЕ ПОВРЕЖДЕННОЙ КОНЕЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Орел А.Н. к.т.н., доц.*.
Орел И.А., инж.
Таврический государственный агротехнологический университет
Тел. (0619) 42-25-85

---

* Публикуется по рекомендации д.т.н., професор, акад. МААО Диордиева В.Т.

Аннотация. Работа посвящена аналитическое исследование взаимодействия очень высокой частоты электромагнитного поля диапазона с тканями животного с целью осуществления оптимального поля определения параметров сложных лечения костных заболеваний животных.

***Ключевые слова*:** низкоэнергетическое электромагнитное излучение, костные патологи, излучение СВЧ диапазона, система алгебраических уравнений.

Постановка проблемы. Одной из актуальних задач, которая стоит перед аграрным комплексом Украины на современном этапе, есть повышение продуктивности в животноводстве с сохранением и увеличением поголовья сельскохозяйственных животных, которое зависит от своевременного лечения их травматизма. Разработка немедикаментозных способов восстановления костной ткани животных на основе использования низкоэнергетических электромагнитных излучений (ЭМИ) сверхвысокой частоты (СВЧ) позволит не только сохранить, но и увеличить поголовье животных с улучшением их продуктивности. Достоинством электромагнитного воздействия является то, что оно может быть во много раз эффективнее медикаментозных способов восстановления костной ткани животных и, кроме того, не оказывает отрицательного воздействия на организм человека через продукты питания от вылеченных животных. Поэтому разработка эффективных немедикаментозных способов восстановления костной ткани конечностей животных является актуальной задачей.

Анализ последних исследований. Данные многочисленных параметров ЭМИ можно добиться благоприятного влияния на ход лечения при многих болезнях, с которыми данный вид организмов может бороться. Воздействие ЭМИ усиливает и ускоряет борьбу с заболеванием, мобилизуя для этого собственные возможности организма в той мере, в которой возраст и различные факторы. Доказано, что сигналы, подобные ЭМИ, вырабатываются и используются в определенных целях самим организмом, а внешне облучение лишь имитирующих их.

Формулирование целей статьи. Целью статьи является, усовершенствование математической модели, описывающей взаимодействие электромагнитного излучения с тканями ко-

нечности животного, в которой конечность животного, рассматривается как многослойный цилиндр с различными биофизическими характеристиками слоев.

Основная часть. Очевидно, что конечности сельскохозяйственных животных можно представить в виде многослойных структур, состоящих из кожного покрова, мягких тканей и собственной кости. Однако при определении структуры электромагнитного поля внутри реального биологического объекта возникает трудность, связанная с точным математическим описанием его формы. Поэтому для описания структуры рассматриваемых полей сами биологические объекты представляют в виде простых геометрических фигур. В частности, конечности сельскохозяйственных животных можно представить в виде многослойного цилиндра[6]. Вдоль оси цилиндра его электромагнитные свойства не меняются, а по радиусу он представляет собой слоистую структуру с пятью слоями, соответствующими костному мозгу, кости, мышечной ткани, коже и шерстяному покрову. При этом, каждый из слоев обладает своими биофизи-ческими характеристиками относительной диэлектрической проницаемостью εi , где i=1,2,3,4,5[1]. Что касается магнитной проницаемости каждого слоя, то она везде равна магнитной проницаемости свободного пространства, то есть $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Пусть на рассматриваемый цилиндр падает плоская электромагнитная волна, распространяющаяся в направлении, перпендикулярном его оси. При этом возможны два случая: - ось цилиндра параллельна электрическому вектору (E-поляризация); ось цилиндра параллельна магнитному вектору (H-поляризация). Произвольная ориентация векторов электрической $\dot{\vec{E}}$ и магнитной $\dot{\vec{H}}$ составляющей падающего электромагнитного излучения может быть получена как суперпозиция этих двух случаев. Точки над обозначениями векторов свидетельствуют о том, что их амплитуды – комплексные величины. Для решения задачи введем цилиндрическую систему координат, у которой ось OZ совпадает с осью цилиндра. Решение задачи заключается в нахождении электромагнитных полей внутри цилиндра. При этом переход от E-поляризации к H-

поляризации может быть произведен посредством замены $\dot{\vec{E}} \to \dot{\vec{H}}$, $\varepsilon \to -\mu$. В соответствии с исходными условиями падающее поле при E - поляризации будет иметь вид [2,3]:

$$\dot{E}_{x\,\text{пад}} = \dot{E}_{y\,\text{пад}} = 0;$$

$$\dot{E}_{z\,\text{пад}} = \dot{E}_0\, e^{j k_0 x};$$

$$\dot{H}_{x\,\text{пад}} = \dot{H}_{z\,\text{пад}} = 0;$$

$$\dot{H}_{y\,\text{пад}} = \dot{H}_0\, e^{j k_0 x}, \qquad (1)$$

где $\dot{E}_0$ и $\dot{H}_0$ – комплексные амплитуды электрического и магнитного поля, соответственно;

$k_0 = \omega\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}$ – волновое число в окружающей цилиндр среде;

$\omega = 2\pi f$ – круговая частота падающего излучения;

f – частота ЭМП.

Здесь и далее временной множитель $e^{j\omega t}$ опущен.

Строгое решение данной задачи сводится к решению уравнений Максвелла при заданных граничных условиях для составляющих электромагнитного поля на поверхности цилиндра с учетом условия излучения на бесконечности.

Присутствие цилиндра изменяет поле как по направлению распространения (ось OX), так и в перпендикулярном к нему направлении (ось OY). В направлении оси цилиндра с учетом его однородности поле не меняется, поэтому в уравнениях Максвелла частная производная по направлению оси равна нулю ($\frac{\partial}{\partial z} = 0$). В цилиндрической системе координат с учетом выше сказанного и уравнения Максвелла приобретают вид [2, 3]

$$\begin{cases} \operatorname{rot}\dot{\vec{H}} = j\omega\varepsilon\dot{\vec{E}}; \\ \operatorname{rot}\dot{\vec{E}} = -j\omega\mu\dot{\vec{H}} \end{cases} \tag{2}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial\dot{E}_z}{\partial\varphi} + j\omega\mu r\dot{H}_r = 0; \\ \dfrac{\partial\dot{E}_z}{\partial r} - j\omega\mu\dot{H}_\varphi = 0; \\ \dfrac{1}{r}\left[\dfrac{\partial}{\partial r}\ r\dot{H}_\varphi\ - \dfrac{\partial\dot{H}_r}{\partial\varphi}\right] - j\omega\varepsilon\dot{E}_z = 0. \end{cases} \tag{3}$$

Из (3) следует, что поскольку мышечная и костная ткань животного изотропна, то при наличии в падающем поле только продольной составляющей $\dot{E}_z$ в рассеянном поле будет также присутствовать только продольная составляющая электрического поля.

В случае однородного диэлектрического цилиндра все пространство, в котором существует электромагнитное поле, необходимо разбить на две области: внешнюю и внутреннюю по отношению к цилиндру. Во внешней области, которая характеризуется ε_0 и μ_0, существует падающее поле $\dot{E}_{z\,\text{пад}}$ и отраженное – $\dot{E}_{z\,\text{отр}}$. Во внутренней области цилиндра, характеризующейся проницаемостями ε и μ_0, существует только рассеянное внутрь поле $\dot{E}_z$. При этом $\dot{E}_{z\,\text{пад}}$ определяется из (1), а $\dot{E}_{z\,\text{отр}}$ и $\dot{E}_z$ должны удовлетворять системе (3).

Из сказанного следует, что на границе между внешней и внутренней областью, то есть на поверхности цилиндра, поле должно удовлетворять соотношениям:

$$\begin{aligned} &\dot{E}_z\Big|_{r=R} = \dot{E}_{z\,\text{пад}}\Big|_{r=R} + \dot{E}_{z\,\text{отр}}\Big|_{r=R}; \\ &\dot{H}_\varphi\Big|_{r=R} = \dot{H}_{\varphi\,\text{пад}}\Big|_{r=R} + \dot{H}_{\varphi\,\text{отр}}\Big|_{r=R}. \end{aligned} \tag{4}$$

Для решения системы (3) выразим $\dot{H}_r$ и $\dot{H}_\varphi$ из первого и второго уравнения и подставим в третье уравнение. Это дает:

$$\frac{\partial^2 \dot{E}_z}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial \dot{E}_z}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \dot{E}_z}{\partial \varphi^2} + k^2 \dot{E}_z = 0 \tag{5}$$

где $\dot{E}_z$ - соответствует или рассеянному внутрь или отраженному полю;

k - определяется ε_0, μ_0 или ε, μ_0 в зависимости от области, в которой решается уравнение (5).

Дифференциальное уравнение второго порядка в частных производных (2.5) решается методом разделения переменных [4]. С этой целью обозначим

$$\dot{E}_z = P\ r\ \cdot \Phi\ \varphi \tag{6}$$

$$\frac{d^2 \Phi}{d\varphi^2} + m^2 \Phi = 0; \tag{7}$$

$$\frac{d^2 R}{d r^2} + \frac{1}{r}\frac{d R}{d r} + \left(k^2 - \frac{m^2}{r^2}\right) R = 0, \tag{8}$$

где m – некоторое число.

Кроме того, поскольку $\dot{E}_{z\,\text{пад}}$ в цилиндрической системе координат имеет вид

$$\dot{E}_{z\,\text{пад}} = \dot{E}_0\, e^{j k_0 x} = \dot{E}_0\, e^{j k_0 r \cos\varphi} \tag{9}$$

Приходим к выводу, что в задаче о рассеянии электромагнитного поля на однородном диэлектрическом цилиндре приходится иметь дело с тремя видами волн:

падающей

$$\dot{E}_{z\,\text{пад}} = \dot{E}_0\, e^{j k_0 r \cos\varphi} \tag{10}$$

отраженной

$$E_{z\,\text{отр}} = \sum_{m=0}^{\infty} \dot{C}_m H_m^{2}\ \ k_0 r\ \ \cos\ m\varphi \tag{11}$$

и прошедшей внутрь цилиндра

$$\dot{E}_z = \sum_{m=0}^{\infty} \dot{B}_m J_m\ \ k r\ \ \cos\ m\varphi \tag{12}$$

Таким образом, внутри цилиндра будет существовать поле, которое определяется выражением (12), а вне цилиндра –

$$\dot{E}_{z\,\text{пад}} + \dot{E}_{z\,\text{отр}} = \dot{E}_0\, e^{j k_0 r \cos\varphi} + \sum_{m=0}^{\infty} \dot{C}_m H_m^{2}\ \ k_0 r\ \ \cos\ m\varphi \tag{13}$$

Величины неизвестных коэффициентов $\dot{B}_m$ и $\dot{C}_m$ определяются из граничных условий (4). Первое граничное условие из (4) получаем, приравнивая (12) и (13) при условии, что $r = R$:

$$\sum_{m=0}^{\infty} \dot{B}_m J_m\ \ kR\ \ \cos\ m\varphi\ = \dot{E}_0\, e^{j k_0 R \cos\varphi} + \sum_{m=0}^{\infty} \dot{C}_m H_m^{2}\ \ k_0 R\ \ \cos\ m\varphi \tag{14}$$

$$\dot{B}_0 J_0\ \ kR\ = \dot{E}_0 J_0\ \ k_0 R\ + \dot{C}_0 H_0^{2}\ \ k_0 R \tag{15}$$

$$\sum_{m=1}^{\infty} \dot{B}_m J_m\ \ kR\ \ \cos\ m\varphi\ =$$

$$= 2\dot{E}_0 \sum_{m=1}^{\infty}\ j^{\ m} J_m\ \ k_0 R\ \ \cos\ m\varphi\ + \sum_{m=1}^{\infty} \dot{C}_m H_m^{2}\ \ k_0 R\ \ \cos\ m\varphi\ . \tag{16}$$

Для второго граничного условия необходимо выразить $\dot{H}_\varphi$ через $\dot{E}_z$. С этой целью используем второе уравнение (3):

$$\dot{H}_{\varphi\,\text{пад}} = -j\frac{\dot{E}_0 k_0}{\omega\mu_0}\left[-J_1\ \ k_0 r\ + 2\sum_{m=1}^{\infty}\ j^{\ m}\left[J_m\ \ k_0 r\ \right]' \cos\ m\varphi\ \right] \tag{17}$$

отраженное поле

$$\dot{H}_{\varphi\text{отр}} = -j\frac{k_0}{\omega\mu_0}\sum_{m=0}^{\infty}\dot{C}_m\left[H_m^{\,2}\ \ k_0 r\ \right]'\cos\ m\varphi \tag{18}$$

и прошедшее внутрь цилиндра поле

$$\dot{H}_{\varphi} = -j\frac{k}{\omega\mu_0}\sum_{m=o}^{\infty}\dot{B}_m\left[J_m\ \ kr\ \right]'\cos\ m\varphi \tag{19}$$

$$k\sum_{m=1}^{\infty}\dot{B}_m\left[J_m\ \ kR\ \right]'\cos\ m\varphi\ = -\dot{E}_0 k_0 J_1\ \ k_0 R\ +$$

$$+2\dot{E}_0 k_0\sum_{m=1}^{\infty}\ j^{\ m}\left[J_m\ \ k_0 R\ \right]'\cos\ m\varphi\ + k_0\sum_{m=0}^{\infty}\dot{C}_m\left[H_m^{\,2}\ \ k_0 R\ \right]'\cos\ m\varphi\ , \tag{20}$$

$$k\dot{B}_0 J_1\ \ kR\ = \dot{E}_0 k_0 J_1\ \ k_0 R\ + k_0\dot{C}_0 H_1^{\,2}\ \ k_0 R \tag{21}$$

$$k\sum_{m=1}^{\infty}\dot{B}_m\left[J_m\ \ kR\ \right]'\cos\ m\varphi\ = 2\dot{E}_0 k_0\sum_{m=1}^{\infty}\ j^{\ m}\left[J_m\ \ k_0 R\ \right]'\cos\ m\varphi\ +$$

$$+k_0\sum_{m=0}^{\infty}\dot{C}_m\left[H_m^{\,2}\ \ k_0 R\ \right]'\cos\ m\varphi\ . \tag{22}$$

Для вычисления коэффициентов $\dot{B}_m$, $\dot{C}_m$ вначале преобразуем уравнения (16), (22), воспользовавшись ортогональностью функций $\cos\ m\varphi$ и $\cos\ n\varphi$, где $m, n \in Z$ [3]. С этой целью умножим обе части указанных уравнений на $\cos\ n\varphi$ и проинтегрируем их по переменной φ в пределах от $-\pi$ до $+\pi$. Полученные интегралы будут равны нулю для всех $m \neq n$, а при $m = n$ дадут π. Благодаря данному свойству уравнения (16), (22) преобразуются к виду:

$$\dot{B}_m = 2\dot{E}_0 \quad j^{\,m} k_0 \frac{\left[J_m \;\; k_0 R\;\right]' H_m^2 \;\; k_0 R \;\; - J_m \;\; k_0 R \left[H_m^2 \;\; k_0 R\;\right]'}{k\left[J_m \;\; kR\;\right]' H_m^2 \;\; k_0 R \;\; - k_0 J_m \;\; kR \left[H_m^2 \;\; k_0 R\;\right]'}; \quad (23)$$

$$\dot{C}_m = 2\dot{E}_0 \quad j^{\,m} \frac{k_0 J_m \;\; kR \left[J_m \;\; k_0 R\;\right]' - k J_m \;\; k_0 R \left[J_m \;\; kR\;\right]'}{k\left[J_m \;\; kR\;\right]' H_m^2 \;\; k_0 R \;\; - k_0 J_m \;\; kR \left[H_m^2 \;\; k_0 R\;\right]'} \quad (24)$$

В результате определения коэффициентов $\dot{B}_m$ и $\dot{C}_m$ величины электромагнитных полей, отраженных от однородного диэлектрического цилиндра и прошедших внутрь него, однозначно определены.

Выводы. Таким образом, в том случае, когда облучаемый объект имеет цилиндрическую или близкую к ней форму подбирая частоту, можно избирательно воздействовать на определенные точки, если это необходимо, или наоборот, уменьшать степень риска их повреждения, сдвигая пучности электромагнитного поля в сторону.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник.- Киев: Наука думка, 1990.- 223с.

2. Стрэттон Дж. А. Теория электромагнетизма. – М.: ОГИЗ, 1948. – 539 с.

3. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука, 1978. – 543 с.

4. Тихонов А. Н., Самарский Л. А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1966. – 742 с.

5. Янке Е., Эмди Ф., Леш Ф. Специальные функции. – М.: Наука, 1964. – 344 с.

BIBLIOGRPHY

1. Berezovskiy V.A. Biophysical characteristics of human tissues. Reference book / V.A. Berezovskiy, N.N. Kolotilov.- Kiev: Nauka dumka, 1990.- 223s.

2. Stretton J. A. Electromagnetic theory / J. A. Stretton. – M.: OGIZ, 1948. – 539 s.

3. Nikol'skiy V.V. Electrodynamics and radio-wave propagation / V.V. Nikol'skiy. – M.: Nauka, 1978. – 543s.

4. Tikhonov A. N. Equations of mathematical physics / A. N. Tikhonov, L. A. Samarskiy . - M.: Nauka, 1966. – 742 s.

5. Yanke E. Special functions / E. Yanke, F. Emdi, F.Lesh. – M.: Nauka, 1964. – 344 s.

THEORETICAL MODEL OF MICROWAVE FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD IN THE INJURED LIMB OF LIVESTOCK ANIMALS

Orel A.N., Orel I.A.

Summary

The article is devoted to the research of interaction between high frequency electromagnetic field and animal tissues with the purpose of materializing the effective field of parameters definition for animal bone disease treatment.

Key words: low power electromagnetic emission, bone pathologies, microwave frequency emissionб system of algebraic equations.

УДК 004.451

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНООЧЕСЫВАЮЩЕГО МОДУЛЯ МОН-4.0

Масленников В.В., инж.[*]
ЧП "Масленников В.В."
г. Мелитополь, Украина
тел. 0619-41-18-13
e-mail: ValMasPLHM@yandex.ru

---

[*] Публикуется по рекомендации: чл.-кор. МААО, к.т.н, доц. Караева А.И.

Аннотация. В работе предложена методика многофакторного анализа технической системы в ее прогнозном развитии. При легитимном использовании предлагаемого алгоритма оценки с непосредственным использованием математического аппарата офисного приложения Excel убедительно мотивирует информированного сельхозпроизодителя к применению новейших техники и технологий уборки зерновых на корню методом зерноочёсывания растений. Процедуры обработки исходной информации очень чувствительны к возможным некорректностям, поэтому при непрофессиональном использовании возможно получение неверных ожидаемых выводов и рекомендаций.

***Ключевые слова*:** зерноочёсывание, техническая система, хлебостой, стеблестой, очёсанный ворох, зерносоломистый ворох, свободное зерно.

Постановка проблемы. Притяжение к Европейскому сообществу для Украины в обязательном порядке, как первопричину событий, потребует изменения общественного менталитета в информационном пространстве. Тем более что в работе Роберта Коллера [1] и других, а также в работах Александра Ивановича Половинкина [2] информации, наряду с веществом и энергией предоставлена равнозначимая роль в функционирование технической системы [3].

Любая техническая система (посевной агрегат, зерноуборочная машина, машиностроительное предприятие, технология земледелия) под влиянием, как правило, огромнейшего количества факторов, имеющих каждый стохастический (случайный) характер формирования и проявления, имеет также вариабельный (многовариантный) характер достижения полезного результата. Поэтому результаты хода уборочной страды, при самом тщательном планировании и повсеместном контроле всегда носит случайный характер протекания и подчинены нормальному закону распределения случайной величины [4]. Это основание позволили Н. И. Лобанову [5] в прошлом тысячелетии организовать межхозяйственную передвижную уборочно-транспортную колонну, тем самым внести существенный вклад в ход уборки в Запорожской области и изменить менталитет руководителей хозяйств в части новой формы использования техники на уборке зерновых колосовых культур.

Иному закону распределения случайной величины, имеющему рабочую версию названия как функция эффективности – для экономических аспектов (линия жизни – для биологических объектов наблюдения, линия прогнозного развития, "линия жизни машин" – для технических систем) подчинены результаты функционально-физических процессов зерноуборочной машины, как автономной (обособленной) технической системы. Его применение позволило разработчикам [6, 7] теоретически и практически доказать преимущества Кубанской безотходной индустриальной технологии уборки ранних зерновых.

Но существовавшая на то время в стране общественно-политическая формация и тяготение к традиционной технологии выращивания зерновых культур, а также многообещающие, как казалось тогда, результаты перспективных разработок зерноуборочного комбайна "Дон" отмели все напрочь и предали забвению [8].

Цель исследования. Повысить эффективность принятия решений по использованию зерноочесывающего модуля для формирования стратегии безубыточного ведения производства зерна методом графоаналитического анализа поведения технической системы в режиме уборки зерновых культур.

Основная часть. Для нормирования численных значений x_i факторов различной размерности в показатель эффективности d_i используется функция:

$$y = d = e^{-e^{-x}} \tag{1}$$

которая на участке от d_{min} до d_{max} наиболее полно соответствует стабильному функционированию системы (рис. 1).

Для упрощения вычислений и улучшения наглядности функция (1) приводится к виду (рис. 2).

$$y = d = e^{-e^{-(x-4)}} \tag{2}$$

Значения аргументов функции на границах ее стабильности, с достаточной точностью необходимой для проведения

расчетов с использованием офисного приложения Excel определены как x_{min} и x_{max} .

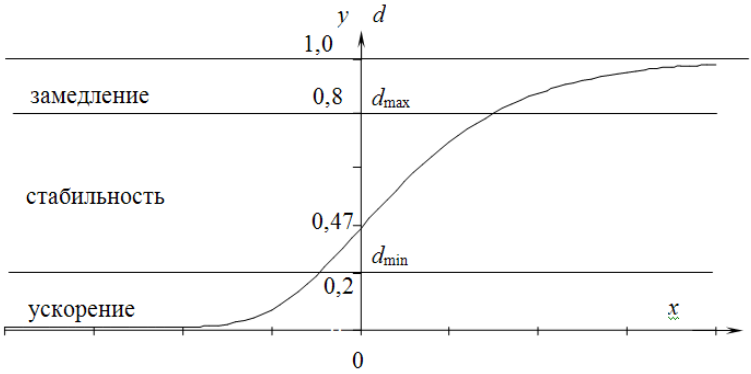


Рисунок 1 - Функция эффективности

Тогда численное значение разницы этих аргументов L отнесенное к статистическому размаху значений фактора, является его масштабным коэффициентом, то есть $M = R/L = (\Phi_{max} - \Phi_{min})/L$.

Отсюда разница между фактическим значением фактора и его нижней границей отнесенное к масштабному коэффициенту является нормированным значением влияния фактора, то есть $x_i = (\Phi_i - \Phi_{min})/M = \quad = (\Phi_i - \Phi_{min})/(\Phi_{max} - \Phi_{min})/L$ и влияющей частью аргумента функции эффективности.

При подстановке аргумента в уравнение (2) для определения показателя эффективности фактора учитывается характер его влияния на систему (см. рис.2): повышение – $(x_{min} + x_i)$, понижение – $(x_{max} - x_i)$.

Для придания наглядности полученным результатам определяется среднее арифметическое значение коэффициентов эффективности факторов (рис. 4 и 5) как функция цели и базовая линия для построения графика характера влияния факторов на систему. Зерноуборочный комбайн рассматривается, как техническая система с главным потоком вещества в виде зерносоломистого вороха. "Высоко энерго-ресурсонапряженная “хедерная” технология уборки зерновых в основном исполнила свою историческую роль и по закону диалектического развития и по прогнозам специалистов должна ус-

тупить место методу зерноочесывания растений на корню при разработке высокоэффективной уборочной техники нового поколения [9]."

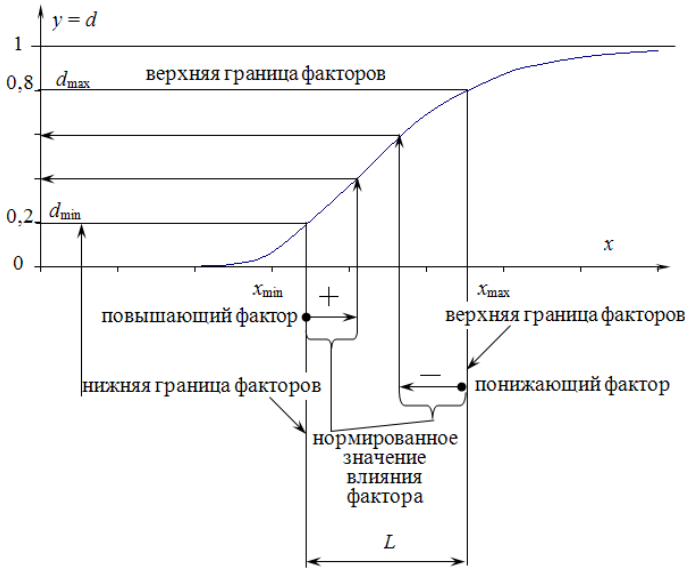
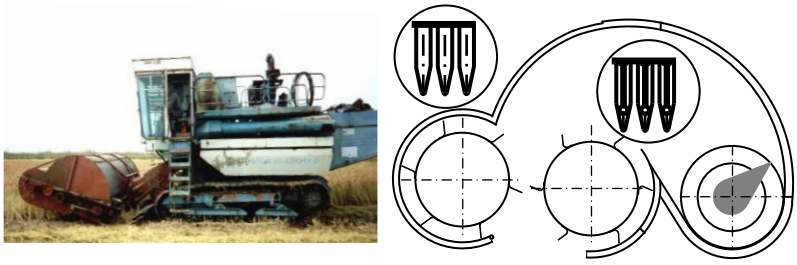


Рисунок 2 - Приведенная функция эффективности



а) б)

Рисунок 3 Экспериментальный зерноуборочный агрегат: а) – общий вид СКГО-12; б) – конструктивная схема модуля МОН-4.0.

Несмотря на то, что возможности всех существующих конструкций современных зерноуборочных комбайнов практически достигли вершины своего технического совершенства, имеется еще множество резервов для повышения их производительности. Всесторонние испытания и опыт практического

применения зерноочесывающих устройств, как в странах ближнего, так и в дальнем зарубежье подтвердили их высокую эффективность, особенно в условиях повышенной влажности, при уборке полеглых хлебов и высокой засоренности посевов.

Возможности функционирования технологического процесса двухбарабанного зерноочесывающего модуля (рис. 3) наиболее полно исследованы для уборки риса (табл. 1).

Таблица 1 - Данные расчета частных коэффициентов эффективности и обобщенных показателей эффективности (*по данным Шабанова П. А.* [11])

Факторы	Границы изменения фактора	Агрегаты			
		серийный		опытный	
		$\Phi_с$	$d_с$	$\Phi_э$	$d_э$
1. Производительность по зерну, т/час	4…18	4,572	0,227	14,4	0,69
2. Пропускная способность по зерну, кг/с	1…12	1,27	0,216	12	0,8
3. Потери зерна в поле, %	0,5…15	12	0,343	1,67	0,77
4. Потери при полегании, %	0,5…100	100	0,2	4	0,787
5. Полевая всхожесть, %	22…52	22	0,2	52	0,8
6. Дробление зерна, %	0,25…15	13	0,292	0,25	0,8
7. Вес машины, т	5…18	12,12	0,518	12,5	0,498
8. Количество часов работы в сутки, час	5…22	13	0,53	15	0,604
9. Поверхностная влажность, %	15…40	20	0,338	40	0,8
10. Потери соломы в поле, %	10…30	10	0,8	30	0,2
11. Экономия топлива, %	0…50	0	0,2	40	0,718
12. Прямые эксплуатационные затраты, р/т	11,32…33,74	33,74	0,2	11,3	0,8
Обобщенный показатель эффективности (геометрический)			0,258		0,644
Средний показатель эффективности (арифметический)			0,339		0,689

Существенное снижение технологической массы соломы, поступающей в молотильное устройство комбайна, снижает нагрузку и износ рабочих элементов молотильного аппарата и позволяет проводить уборку на более высоких скоростях. А это, в свою очередь, обеспечивает повышение производительности уборочных машин (в зависимости от условий работы и вида убираемых культур) в 1,9…2,5 раза.

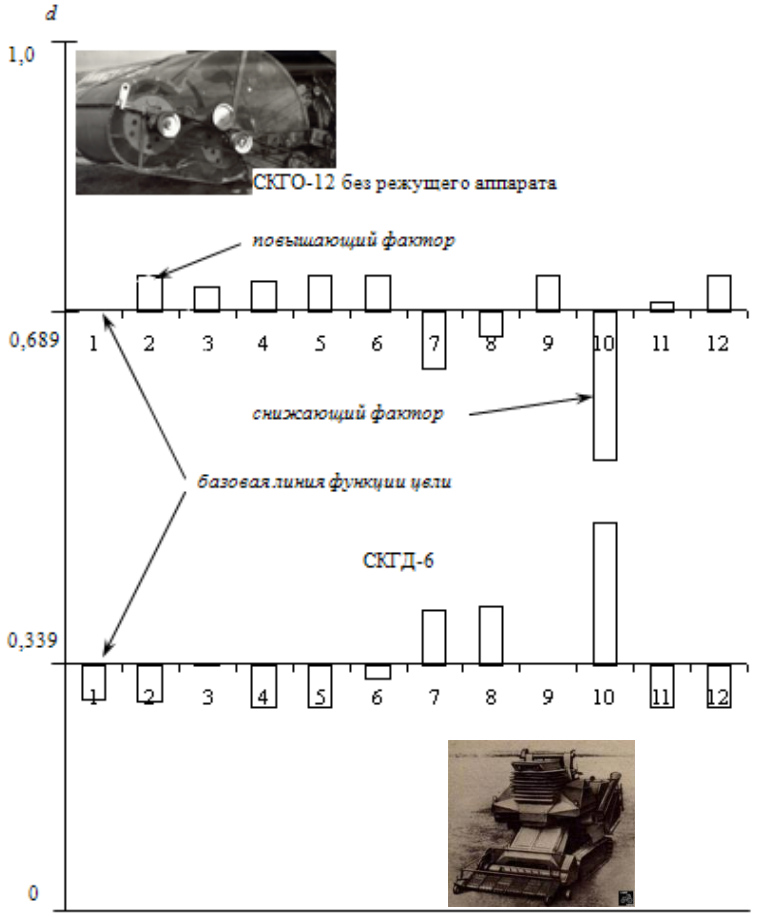


Рисунок 4 - Влияние 12 факторов на поведение системы “уборочный агрегат“

Несмотря на все преимущества и достоинства функционирования зерноочесывающего модуля (рис.4), приходится констатировать один весьма малоприятный факт, сдерживающий его широкое применение. Насколько легко и быстро проводится

уборка зерна, настолько серьезной оказывается впоследствии проблема уборка стоящего на корню очесанного стебля. Разработанный для этой цели режущий аппарат, агрегатируемый с зерноочёсывающим модулем и обеспечивающий срезание очёсанного стебля а также его укладку в валок значительно повышает эффективность уборочного агрегата [10]. Сходные проблемы возникают и со стерней после, широко практикуемой в настоящее время, уборки зерновых на высоком срезе. Поэтому высокая стерня (очёсанная или срезанная) с валками, как правило, незмельченной соломы – типичный агрофон для послеуборочной обработки полей после скоростной уборки и является мало доступной для обработки традиционной системой машин.

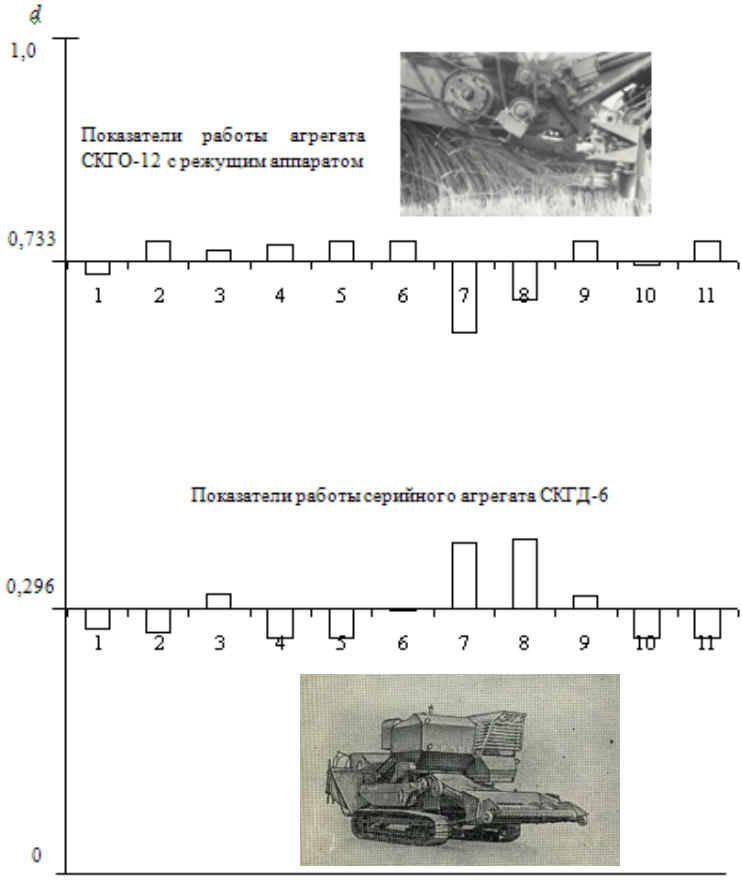


Рисунок 5 - Сравнение эффективности комбайновых агрегатов серийного агрегата и выявляет следующий фактор снижения эффективности – вес агрегата.

Улучшает послеуборочный агрофон отсутствием валков применение полевой уборочной машины на основе зерноочесывания с пневматическим транспортированием в прицепное транспортное средство (бункер-перегружатель) очёсанного вороха [12].

Платой за скорость уборки зерновых колосовых прогнозируется, как экономически и стратегически наиболее оправданное, применение энергонасыщенного реверсивного трактора для мультавирования стерни с одновременной заделкой в почву. Но это уже вне границы технической системы – уборочный агрегат. И без системного анализа проблемы дискуссии специалистов по одному выделенному процессу о полезности или недостатках технологии в целом так и остаются дискуссиями.

Уборочный агрегат, как техническая система по определению, имея на входе один поток материала в виде выращенного урожая (зерновой и незерновой его частей) формирует на выходе три: зерно с минимальными потерями, незерновую часть и часть, необходимую для формирования последующего урожая.

Сразу видно (рис.4), что показатель эффективности экспериментального агрегата $D_э$ = 0,689 в 2 раза больше аналогичного показателя $D_с$ = 0,339 у серийного агрегата. Фактор производительности у экспериментального агрегата совпадает с функцией цели, а не является снижающим фактором, как у серийного агрегата.

Большинство факторов экспериментального агрегата – повышающие, а существенно снижающим единственный – отсутствие режущего аппарат. Его агрегатирование с зерноочёсывающим модулем (рис. 5) еще более увеличивает эффективность опытного агрегата $D_э$ = 0,733 против $D_с$= 0,296 А вот влияние фактора 8 требует уточнения. И так дальше…

Выводы.

1. Таким образом, представленный метод графоаналитического анализа поведения систем позволяет оценить количественно и наглядно увидеть эффективность принимаемого решения, а также проанализировать характер влияния каждого фактора в отдельности на поведение системы в целом.

2. Зерноочесывающее устройство может быть использовано, как в комбайновой, так и в индустриально-поточной (трехфазной) технологии уборки с получением и сбором продуктов зерноочёсывания в полевой уборочной машине и доработкой зерносо-

ломистого вороха в стационарных условиях. При этой технологии производительность уборочного агрегата повышается в 1,5…2 раза без увеличения энерго- и металлоемкости при минимальном количестве потерь зерна на уровне 1…1,5 %.

3. Системный анализ на примере Кубанской индустриальной безотходной технологии в условиях уборки с поля всего биологического урожая, его переработки и складирования в стационарных условиях убедительно показал увеличение ее эффективности в 2 раза. Очесанный ворох, полученный обмолотом на корню, как показала практика на примере Мелитопольской стационарной технологии, значительно сокращает объем перевозок хлебной массы на стационар и этим дополнительно повышает эффективность уборки.

4. Таким образом, внедрение уборочных машин основанных на обмолоте на корню методом зерноочёсывания растений и оценивание эффективности применяемой технологии методом системного анализа представляет возможность выработать правильное стратегическое направление достижения целей уборочной страды: минимальные потери зерном и соломой, а также обеспечение формирования последующего урожая в условиях агроклиматических изменений. Предлагаемые инновации относятся, согласно одному из докладов Рымскому клубу, к технологиям фактора четыре, где при уменьшении затрат вдвое, вдвое увеличивается эффективность применения. Именно этим движется развитие технических систем обеспечения продовольственной безопасности общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метод поискового конструирования Роберта Коллера.http://producm.ru/methods-of-searching-for-new-ideas/methods-of-directed-search-for/functional-and-physical-method-of-search-design-of-the-r-kollera/

2. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании): монография / Половинкин А.И., Бобков Н.К., Буш Г.Я., Грудачев В.Г., Дворянкин А.М. и др.; под ред. А.И.Половинкина. - М.: Радио и связь, 1981. - 344 с.

3. А. Попов Синектика / Изобретатель и рационализатор / № 12, 1984 г

4. Справочник по теории вероятностей и математической статистики. Под.ред. академика АН УССР В.С.Королюка / К. – Наукова думка. – 1978

5. Лобанов Н. И. Межхозяйственная передвижная уборочно-транспортная колона (МХПУТК) – новая форма использования техники на уборке зерновых колосовых культур. МСХ СССР Мелитопольский ордена Трудового Красного Знамени институт механизации сельского хозяйства / Мелитополь – МИМСХ,1982

6. Канарёв Ф.М. Стационарный комплекс Кубанской индустриальной технологии / «Известия», 30 августа 1982 г., «Советская Россия», 17 июля 1983 г., «Правда», 25 июля 1984 г.

7. Канарёв Ф.М. История одного поиска / – Краснодар, 1989г

8. Масленников В. В. Кубанская индустриальная технология КИТ-3. Стенограмма технического совета при ГСКБ Ростсельмаш / Таганрог, 1988 г

9. Погорилый Л.В. КОЛОСОУБОРКИ-«СТРИППЕРЫ-ОЧЕСЫВАТЕЛИ»-ФАТАМОРГАНА ИЛИ НОВАЯ ЭРА В ЗЕРНОУБОРКЕ? / Л.В. Погорилый, С.Н. Коваль // Праці Таврійської державної агротехнічної академії: наукове фахове видання / ТДАТА. — Мелітополь : ТДАТА, 2003 — Вип. 16, / відп. за вип. чл..-кор. УААН, д.т.н., проф. Кушнарьов — 2003. — с 31-57.

10. Шокарев О.М. Обґрунтування технологічної схеми та основних параметрів різального пристрою рисозбирального комбайну обчисуваль-ного типу : дис… канд. техн. наук : 05.05.11 / О.М. Шокарев ; ЛНАУ. –Луганськ, 2002. – 156 с.

11. Шабанов П. А. Механико-технологические основы обмолота зерновых культур на корню : дис… докт. техн. наук : 05.20.01 / П.А. Шабанов ; МИМСХ. - Мелитополь, 1988. – 336 с

12. Масленников В. В. Раздел: “Разработка полевой уборочной машины МПУ-5“ в научно-техническом отчете по теме 270-Х “Разработать и внедрить перспективную технологию уборки зерновых культур в хазяйствах Приазовского района, обеспечивающую повышение производительности в 1,5…2,0 раза, снижение потерь в 2…3 раза“, Мелитополь, 1986 г.

BIBLIOGRAPHY

1. Robert Koller search designing method. [E- resource] - Rezhim dostupa:.http://producm.ru/methods-of-searching-for-new-

ideas/methods-of-directed-search-for/functional-and-physical-method-of-search-design-of-the-r-kollera/

2. Polovinkin A.I. Automatization of search designing (artificial intelligence in automated engineering design): мonograph / A.I.Polovinkin, N.K. Bobkov, G.Ya. Bush, V.G. Grudachev, A.M. Dvoriankin i dr.; pod red.. A.I.Polovinkina. - M.: Radio i sviaz, 1981. - 344 s.

3. Popov A. Synectics / A. Popov.- Izobretatel i ratsionalizator.- № 12- 1984

4. Reference book on the theory of probability and mathematical statistics / Pod red. akademika AN USSR V.S.Koroliuka. - K. – Naukova dumka, 1978.

5. Lobanov N.I. Interfarm mobile harvest transport column (IMHTC) – new form of machinery use in grain crops harvesting/ N.I. Lobanov // MSH SSSR Melitopol'skiy ordena Trudovogo Krasnogo Znameni institute mekhanizatsii sel'skogo hoziastva.- Melitopol – MIMSH,1982

6. Kanaryov F.M. Stationary complex of Cuban industrial technology / F.M. Kanaryov. -«Izavetsiya», 30 avgusta 1982., «Sovetskaya Rossiya», 17 iyulya 1983., «Pravda», 25 iyulya 1984.

7. Kanaryov F.M. Story of one search / F.M. Kanaryov. – Krasnodar, 1989.

8. Maslennikov V.V. Cuban industrial technology CIT-3./ V.V.Maslennikov// Stenogramma tekhnicheskogo soveta pri GSKB Rostsel'mash .- Taganrog, 1988.

9. Pogorily L.V.. Strippers «Strippers-combing machines»- fata morgana or new age in grain harvesting? / L.V. Pogorily, S.N. Koval' // Pratsi Tavriskoi derzhavnoi agrotekhnichnoi akademii / TDATA. — Melitopol : TDATA, 2003 — Vyp. 16, / vidp. za vyp. chl..-kor. UAAN, d.t.n., prof. A.S. Kushnar'ov, 2003. — S 31-57.

10. Shokarev O.M. Sustantiation of engineering scheme and general parameters of cut unit of rice combing harvester : dis… kand. tekhn. nauk: 05.05.11 / O.M. Shokarev ; LNAU. –Lugansk, 2002. – 156 s.

11. Shabanov P. A. Mechanical and technological grounds of standing crops threshing : dis… kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / P.A. Shabanov ; MIMSH. - Melitopol, 1988. – 336 s

12. Maslennikov V. V. Chapter: "Development of field harvester MPU-5" in scientific research report to the point 270-H "To develop and apply perspective technology of grain harvesting for farms in Priazovkiy district delivering a productivity boost in

1,5…2,0 times, reducing losses in 2…3 times“/ V.V Maslennikov.- Melitopol, 1986.

EVALUATION METHOD OF UTILIZATION EFFICIENCY OF GRAIN COMBING MODULE MON-4.0

V.V. Maslennikov

Summary

Method of multiple factor analysis of engineering system in its predictive development has been offered in the article. Under legitimate utilization of proposed evaluator with direct use of mathematical apparatus office application Excel the informed agricultural producer is definitely motivated to use up to date machinery and technologies of growing grain crop harvesting through grain combing method. Processing procedures of input information are high-strung to potential ill-posedness, thus unprofessional use results in false desired conclusions and recommendations.

Key words: grain combing, engineering system, standing crop, haulm stand, stripping heap, grain and straw heap, loose grain grains.

ВИЩА АГРАРНА ОСВІТА

УДК 37.02:378:63

ПІДВИЩЕННЯ ФАХОВИХ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ТА ПРИКЛАДНИХ ФІЗИЧНИХ ЗАВДАНЬ

Збаравська Л.Ю., к. п. н., доц.
Гуцол Т.Д., к.т. н., доц.
Мельник В.А., ас.
Подільський державний аграрно-технічний університет
м. Кам'янець-Подільський, Україна
Тел. 0979090991
e-mail:zbaravska@mail.ru

Анотація. Проаналізовані особливості міжпредметних зв'язків курсу фізики із загальнотехнічними і спеціальними дисциплінами для студентів аграрно-технічних навчальних закладів з врахуванням професійної спрямованості навчання фізики. Визначені основні способи підвищення фахових знань студентів під час вивчення курсу фізики.

Ключові слова: міжпредметні зв'язки, фізика, професійна спрямованість.

Постановка проблеми. Сьогодні у зв'язку із збільшенням об'єму інформації, який підлягає засвоєнню в період вузівського навчання, а також з необхідністю підготовки студентів до самоосвіти, важливе значення набуває вивчення ролі міжпредметних зв'язків. Міжпредметні зв'язки в навчанні відображають комплексний підхід до виховання і навчання, дозволяють вичленувати як головні елементи змісту освіти. Вони формують конкретні знання студентів, розкривають гносеологічні проблеми, без яких неможливе системне засвоєння основ наук.

Аналіз основних досліджень. Проблему міжпредметної інтеграції, можна віднести до числа традиційних, що стали вже класичними проблемами педагогіки. Її вивченню присвячені праці

С.Я. Батишева, В.А. Кондакова, П.Н. Новікова, І.Д. Звєрєва, В.М. Максимової, Н.А. Сорокіна, П.Г. Кулагіна, В.Т. Фоменка, А.В. Касперського, І.М. Козловської, С.М. Пастушенка, В.П.Сергієнка, О.В. Сергєєва. Але, на наш погляд, проблемі теоретичного обґрунтування та практичної реалізації міжпредметних зв'язків курсу фізики у вищих аграрних навчальних закладах приділено недостатньо уваги.

Мета дослідження. Метою цієї статті є виклад власного досвіду використання міжпредметних зв'язків та прикладних фізичних задач курсу фізики для студентів аграрно-технічних навчальних закладів з врахуванням професійної спрямованості навчання.

Основна частина. Особливістю навчання фізики у вищих аграрно-технічних навчальних закладах є те, що цей процес має забезпечити не лише високий рівень природничо-наукової підготовки, а й мати чітку спрямованість на майбутній фах з урахуванням міжпредметних зв'язків. Одним з необхідних умов професійної підготовки майбутніх фахівців є професійна спрямованість навчання. Ми вважаємо, що для розв'язання даної проблеми необхідно провести детальний аналіз взаємозв'язку курсу фізики з основними загальнотехнічними та фаховими дисциплінами. Це, по-перше, дозволить визначити, які фізичні знання, вміння і навики будуть потрібні при подальшому вивченні фахових дисциплін, по-друге, дасть можливість найбільш вміло використовувати на заняттях з фізики приклади сільськогосподарського змісту, які пов'язані з майбутньої професійною діяльністю студентів. Таким чином, потрібно відмітити, що принцип міжпредметних зв'язків в системі професійної підготовки має дуже важливе значення. Незалежно від специфіки різних вищих навчальних закладів і нагромадженого на кафедрах фізики досвіду, навчання фізики потребує відповідності таким двом обов'язковим вимогам [2]:

1) курс фізики повинен бути послідовним, щоб сформувати чітке уявлення про фізику як сучасну науку;

2) по-друге, курс фізики повинен бути чітко орієнтованим саме на потреби випускника того чи іншого фаху.

Важко переоцінити місце фізичних знань в професійній підготовці фахівців аграрно-технічної галузі. Низький рівень фундаментальної підготовки в неперервному навчанні майбутніх фахівців приводить до того, що при вивченні фахо-

вих дисциплін відбувається накопичення знань без глибокого розуміння фізичної сутності процесів. Інженер, який має слабку фундаментальну підготовку, не може детально розібратися в тих виробничих процесах з яким він буде працювати, впевнено включитися в роботу і знайти вірні шляхи для раціоналізації тієї справи, до якої він призваний. Шлях до справжнього розуміння питання техніки і виробництва лежать через систематичне вивчення, зокрема основ фізики. В процесі вивчення фізики студенти повинні бачити, що саме знання законів фізики привело і призводить до створення різних технічних пристроїв, фізичні основи яких студенти можуть пояснити маючи високий рівень фундаментальної підготовки. Тому на заняттях з фізики студенти вчаться на основі законів фізики пояснювати явища, які спостерігаються в природі, виробництві, сільськогосподарських машинах та механізмах. Для створення міцної теоретичної бази ми проаналізували зв'язки фізики з основними загальнотехнічними і дисциплінами практичної та професійної підготовки.

Наприклад, вивчення дисципліни «Теоретична механіка» ґрунтується здебільшого на кінематиці і динаміці матеріальної точки, які вивчаються в курсі фізики. Вивчення циклу дисциплін професійної та практичної підготовки також взаємопов'язане з вивченням розділів і конкретних тем курсу фізики.

Так, вивчення фахових дисциплін «Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів», «Сільськогосподарські машини» неможливе без знань таких розділів та тем курсу фізики, як «Кінематика», «Динаміка», «Сили пружності», «Закони збереження». Вивчення дисциплін «Енергетичні засоби в агропромисловому комплексі», «Гідравліка та водопостачання», «Ґрунтознавство» й інші потребує знання матеріалу різних розділів курсу фізики, таких як «Фізичні основи механіки», «Основи молекулярної фізики та термодинаміка», «Електрика та магнетизм».

При поясненні різних тем і розділів курсу фізики у різних за напрямом підготовки групах потрібно наводити і різні приклади, враховуючи профіль майбутнього фаху. Використання матеріалів із майбутньої фаху студентів допомагає вирішенню проблемних ситуацій на заняттях з фізики. На знаннях з фізики ґрунтується не лише вивчення теоретичних питань загальнотехнічних і фахових дисциплін, а й виконання

професійних завдань. Тому ми під час пояснення нових фізичних понять, явищ і законів використовуємо приклади майбутнього фаху студентів та їх знання з дисциплін професійної та практичної підготовки. Зміст питань курсу визначався нами на підставі аналізу міжпредметних зв'язків фізики і фахових дисциплін (табл.1).

Таблиця 1 - Використання виробничого досвіду і фахових умінь під час вивчення розділу «Молекулярна фізика та основи термодинаміки» курсу фізики

Фізичні поняття, явища й закони	Приклади із виробничого досвіду
1	2
Рух рідин і газів	Гідравлічний таран. Вітродвигуни. Повітро-струминні форсунки обприскувачів, обпилювачів. Карбюратор. В'язкість крові, різних видів масла. Величина лобового опору автомобілів.
Основи молекулярно-кінетичної теорії	Термічна обробка автомобільних і тракторних деталей: азотування, ціанування (цементація). Дифузія як засіб переміщення поживних речовин у рослинах. Осмос. Тургор.
Закон Шарля (ізохорний процес).	а) В циліндрі двигуна внутрішнього згорання тиск зростає за рахунок підвищення температури при згоранні горючої суміші. Спалах відбувається за короткий час, тому можна рахувати, що об'єм не змінюється. б) Від довгої їзди по сухому асфальтному покриттю доріг, у балонах коліс автомобіля збільшується тиск повітря.
Збільшення тиску газу при зменшенні об'єму	У циліндрі карбюраторного двигуна або у циліндрі дизельного двигуна при переміщенні поршня від нижньої точки до верхньої, об'єм зменшиться в 6 -7 р., а тиск збільшиться до 10 атм.

Продовження табл. 1

1	2
Адіабатний процес (підвищення температури газу при різкому стисканні).	При стисканні повітря в циліндрах дизеля температура підвищується настільки, що паливо спалахує.
Властивості газів	Зростання температури повітря у разі його стискання під поршнем дизеля. Вакуум-насос і вакуум-балон доїльних установок. Балони обприскувачів.
Властивості рідин	Капілярність ґрунтів, рослин, тварин. Мастильні рідини.
Теплопровідність.	а) У двигунах внутрішнього згорання є блок циліндрів. Алюмінієва головка блока має більшу теплопровідність, а ніж чавунна. Тому вона захищає двигун від перегрівання і дає змогу збільшити потужність. б) Так, як вода – поганий провідник тепла, то вона служить для охолодження двигунів внутрішнього згорання.
Робота в термодинаміці.	Під час робочого такту двигуна внутрішнього згорання поршнем здійснюється робота.
Кількість теплоти.	У циліндрі двигуна внутрішнього згорання при згоранні палива утворюється певна кількість тепла, що частково передається навколишньому середовищу.
Теплоємність.	У двигунах внутрішнього згорання, як охолоджуюча рідина застосовується вода, так як вона має велику теплоємність.
Властивості твердих тіл	Чорні метали та їх механічні властивості. Кольорові метали, сплави. Види деформацій деталей с.-г. машин: розтяг – стрижнів клапанів розподільного механізму, тросів; згину

Продовження табл. 1

1	2
	листів ресор, балок рами автомобіля, осей; деформація кручення – в карданних валах.
Розширення тіл під час нагрівання	Урахування теплового розширення в будові поршнів двигунів внутрішнього згоряння, регулювання впускних і випускних клапанів. Теплові зазори. Використання біметалевих пластин у покажчиках повороту автомобіля, температурних реле на інкубаторах, теплицях, датчиках температури, тиску.
Зміна агрегатного стану	У закритих системах охолодження двигунів внутрішнього згоряння вода кипить за температури 105^0- 107^0С, оскільки тиск там підвищений відносно атмосферного. Передбачення заморозків за точкою роси. Умови, що прискорюють випаровування води з ґрунту.

Крім того, зміст курсу фізики із врахуванням особливостей підготовки інженерів-аграрників упроваджували таким чином:

1. Розгляд у лекційному курсі прикладів, які пов’язані із сільськогосподарськими об’єктами і технологіями майбутньої професійної діяльності.

Добираючи зміст лекційного курсу фізики для майбутніх інженерів-аграрників, необхідно враховувати сучасні тенденції розвитку інженерної освіти й інтегративність курсу з циклами загальнотехнічних і фахових дисциплін.

2. Розв’язування задач фізичного практикуму як з різних розділів фізики, так і фізичних завдань та запитань майбутнього фаху [1].

Велика увага у викладанні курсу фізики приділяється розв’язуванню задач, так як без розв’язування задач програмний матеріал із фізики не може бути засвоєний. Використання

задач із професійним змістом сприяє свідомому засвоєнню курсу фізики; забезпечує розуміння студентами суті фізичних закономірностей, що вивчаються.

Ми розробили систему питань і завдань професійного спрямування, для того щоб посилити фахову підготовку студентів [1].

Наприклад: Скільки кубічних метрів газу, виділяє, забруднюючи навколишнє середовище автомобіль-таксі в місті, який витрачає в день 20 кг бензину? Густина газу при температурі від 0° С дорівнює 0,002 кг/м^3. Автомобіль рухається на нерівній дорозі, де відстань між горбами становить приблизно 8 метрів. Період вільних коливань автомобіля на ресорах 1,5с. При якій швидкості автомобіля його коливання у вертикальній площині будуть особливо помітним?

В поддоні тракторного двигуна є отвір для зливу масла, в який вкручується намагнічена пробка. Яке її значення?

Виконання лаборатор-них робіт як на традиційних для курсу фізики приладах, так і на фахово спрямованих установках. Правильно організовані лабораторні заняття сприяють формуванню системи фізичних знань у студентів, а також набуттю різних практичних навичок і умінь. Одним з найоптимальніших принципів, за допомогою якого можна домогтися наближення до застосування набутих знань та вмінь у майбутній професійній діяльності - це принцип професійної спрямованості навчання фізики. Тому і під час постановки лабораторних робіт ми також враховували майбутній фах студентів (рис.1.)

Рисунок 1 – Установка для «Визначення моменту інерції шатуна»

Отже, використання міжпредметних зв'язків та прикладних фізичних завдань в навчальному процесі дозволить створити цілісне й системне уявлення студентів про структуру і зміст курсу фізики та його значення для майбутньої професійної діяльності; цілеспрямовано формувати початкові професійні знання, навички та вміння під час вивчення фізики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Збаравська Л.Ю. Збірник задач з фізики з професійним спрямуванням/ Л.Ю. Збаравська, І.М. Бендера, С.Б. Слободян– Кам'янець-Подільський: Видавець ПП Зволейко Д.Г., – 2010. – 64с.

2. Сергієнко В.П. Інтеграція фундаментальності та професійної спрямованості курсу загальної фізики у підготовці сучасного вчителя: Монографія. – К.: НПУ, 2004. – 382 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Zbaravs'ka L.Yu. Collection of tasks of physics for professional development/ L.Yu. Zbaravs'ka, I.M. Bendera, S.B. Slobodyan- Kam'ianets'- Podil'sky: Vydavets PP Zvoleiko D.G., – 2010. – 64s.

2. Sergiyenko V.P. Integration of fundamentality and professional direction of general physics course for training of modern(present-day) teacher: Monographiya. – K.: NPU, 2004. – 382 s.

PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF STUDENTS THROUGH INTERDISCIPLINARY RELATIONS AND APPLIED PHYSICS TASKS

L.Yu. Zbaravs'ka, T.D. Gutsol, V.A.Mel'nyk

Summary

The intersubject peculiarities of physics course with general technical and special disciplines for students of agrarian-technical educational establishments inclusive of the professional orientation of physics teaching have been analysed. The basic methods of increase the professional knowledge of students during study of the physics course have been defined.

Key words: intersubject peculiarities, physics, professional orientation.

УДК 664.858:532.135

RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL INDICES AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF APPLE PUREE DIFFERENT SORTS AND PROCESSING METHODS

Grygorenko O.V., candidate of technical sciences (D. of Ph.)
Vershkov O.O., candidate of technical sciences (D. of Ph.)
Tavriya State Agrotechnological University
Tel (0619) 44-81-03, (0619) 42-24-36
e-mail: grigalena@bk.ru

Summary. The results of physical and chemical indices research of different apple sorts as well as organoleptic and rheological properties of the apple puree preserved by different methods have been considered. The selection of the best quality sorts and processing methods for the purpose of improvement in the quality of apple puree has been substantiated.

Key words: apples, apple puree quality, physical and chemical indices, processing methods, apparent viscosity.

Problem statement. The environment and foodstuffs contamination by toxic matters is the problem of many regions in Ukraine requiring the expansion in production volume for the products containing pectin as natural detoxifier.

Apples as natural source of pectin matters are widely used in industrial processing. Thus their quality, maturity degree, form, size, organoleptic properties and their chemical composition are taken into account for defining mass part of dry solvents, sugars, acids, pectin matters and such like.

Technologies being nowadays used for fruit puree production dissatisfy the demand on this type of products. The lack of high-quality prepared food forces domestic canning enterprises to use the concentrated fruit purees of imported production [4].

An apple puree enables to form jelly and it can be obtained from the winter sorts of apples having dense pulp, well expressed taste and aroma, with the content of pectin matters about 1%, organic acids – 0,5% and sugars – 6-10 % [2]. Consequently, processing of nonstandard garden-stuffs of apples is perspective and economically expedient.

Recent researches and publications analysis. Studies [3, 4, 6] demonstrated that thermal treatment promotes depolymetrization, violates hydrogen connections in pectin matters facilitating to their subsequent swelling and dissolution. As a result of middle layer integrity loss, the decline of pulp firmness and increase in soluble pectin mass part, there is softening influence of parenchymal tissue of raw material as well as viscosity increase of puree-type fruit mass.

For decreasing viscosity and increasing of puree-type fruit mass fluidity it is suggested to conduct treatment by means of pectolytic enzymic preparations. However, such a treatment facilitates to deep pectin matters destruction as well as loss of homogeneous structure by a product. The results obtained for defining apparent viscosity show that it is possible to characterize fruit puree according to its textural signs and rheological properties as non-newtonian (structured) liquids. Fruit mass rheological properties stipulate not only product quality but also the change of its properties under subsequent storing and using [1, 3, 4, 7].

The purpose of research. To study physical and chemical indices of different sorts of apple-tree garden-stuffs for defining the best suitable for the puree production as well as defining apple puree microwave treatment influence on its organoleptic and rheological properties in order to increase product quality and its ecological safety.

Main part. Researches were conducted at the laboratories of «Technology of processing and storaing of agriculture products» and «Technical mechanics» departments, TSATU. The apple-tree garden-stuffs of the zoned and perspective sorts grown in LTD «Black see fruit company» in the village of Kostyantynivka, Melitopol district, Zaporizhzhya region were used.

Physical and chemical indices for defining apples has been conducted in fivefold replication according to standard methods [5]. The results of researches are given in the table 1.

Table 1 – Physical and chemical indices of apples depending on a sort

Sort	Mass part of dry matters, %	Mass part of sugars, %	Titratabic acidity (in recalculation to malic acid), %	Mass part of pectin matters, %
Breburn	12,49±0,05	9,990±0,112	0,502±0,024	1,36±0,18
Jonagold	13,23±0,08	10,585±0,385	0,427±0,012	1,45±0,12
GoldenDelishes	10,66±0,09	8,527±0,344	0,234±0,009	1,28±0,09
Renet of Simirenko	11,51±0,05	9,208±0,255	0,570±0,001	1,42±0,11
Fuji	13,18±0,08	10,541±0,241	0,552±0,024	1,51±0,06

As it is evident from the table, all tested sorts of apples as for the content of sugars and pectin matters are suit to raw material for the apple puree production. As for the content of organic acids, the sorts of Jonagold and Golden Delishes have insufficient amount (less than 0,5 %), consequently the puree from such apples will possess non-harmonious taste and low jelly-forming ability. The technology for puree making included the following operations: inspecting, sorting, washing, blanching, seed vessel removing, wiping out of apples, thermal or microwave treatment, whereupon determined organoleptic properties after the generally accepted methods [5] and rheological descriptions of the obtained purees by the rotary viscometer-stirrer of permanent shear tension of VPN-0,2M after a method [1]. For the quantitative demonstration of puree-type fruit mass system state the apparent viscosity being its ultimate index has been defined, characterizing the balanced state between the processes of renewal and disintegration of structure in the flow set.

Apparent viscosity for apple puree was being defined according to the formula

$$\eta = \kappa \cdot U \cdot T \cdot A, \qquad (1)$$

where η –apparent viscosity, Pa·s;
κ – constant for measuring unit, Pa/V; κ=13,6 Pa/V;
U – tension, V;
T –rotation period, s;
A – coefficient of measuring unit form; $A=1{,}37\cdot10^{-2}$.

The results of researches show (fig. 1) that under shear rate increasing the apparent viscosity of apple puree decreases and after complete structure destruction keeps steady. Apparent viscosity diminishes when deformation rate increases, being presupposed by considerable chaotic layout of parts location in immovable environment – that is, in our case, in apple puree.

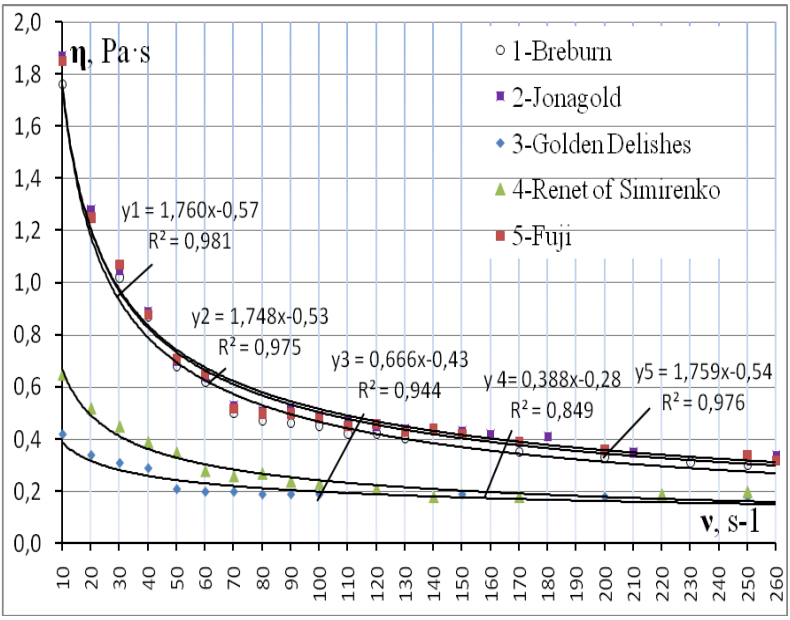


Figure 1 – Apple puree apparent viscosity dependence on shear rate (without treatment).

Non-newtonian character of apple puree flowing is explained by that under shear rate increasing asymmetric molecules in solutions settle in ordered position, being disposed along longer axis. Thus, the direction of long axis coincides with streamline liquid, diminishing the tension and, consequently, providing apparent viscosity diminishing in specimen under testing. Puree specimen of Breburn, Jonagold and Fuji sorts of possess greater apparent viscosity than of other sorts, that may be explained by greater dry matters content (tab. 1).

The research results of different processing methods influence on rheological properties of the made puree (fig. 2) showed dependence of the apparent viscosity of apple puree

(without treatment) and that microwave treatment is in greater extent than traditional thermal (pasteurization) promotes the apparent viscosity, in average per 20-30 % improving physical indices of apple puree quality.

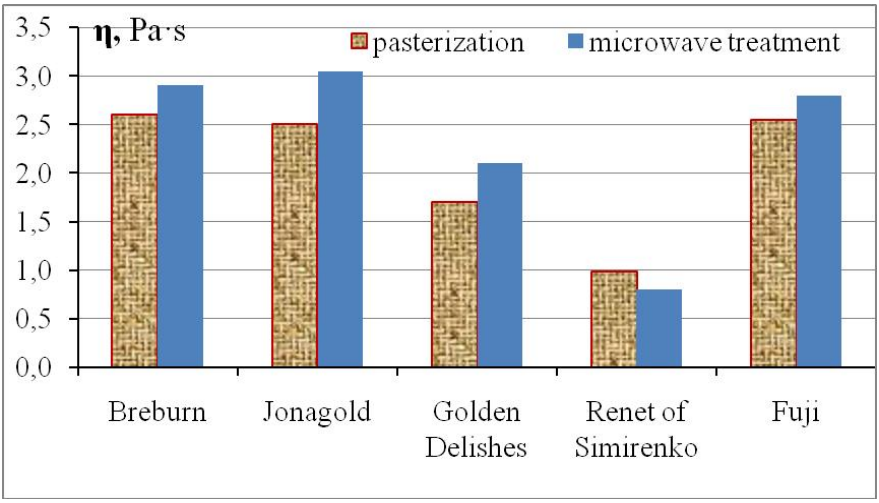


Figure 2 – Apple puree apparent viscosity dependence on the apple sorts and treatment methods.

The above mentioned viscosity changes can be explained by high molecular polysaccharides content in apple pectin. For the puree made from Renet of Simirenko apples microwave treatment turned to be ineffective, as resulting product acquired an unattractive dark color while apparent viscosity had the tendency to diminish.

Conclusions. Processing of nonstandard apple-tree garden-stuffs with high pectin matters content possessing radiation protection characteristics is perspective and economically expedient. The best physical and chemical indices and organoleptic properties (attractive color, high aromatic, harmonious sweetly sour by taste) are characteristic to Renet of Simirenko, Breburn and Fuji apples.

The most apparent viscosity was in purees, made from the sorts of apples with high content of dry matters (12,49-13,23 %) such as Breburn, Jonagold and Fuji.

BIBLIOGRAPHY

1. Goralchuk A.B. Rheological methods of raw material and food products research and automation of rheological description calculations [Text]: navch. posyb. / A.B. Goralchuk [ta in.]. – Kh. : KHDYHT, 2006. – 63 s.

2. Nazarenko V.O. Formation of quality of goods / V.O. Nazarenko.– 2012.– Access mode: http://pidruchniki.ws/10450117/tovaroznavstvo/formuvannya _yakosti_tovariv_-_nazarenko_vo.

3. Odarchenko D.M. Research of fruit fillings rheological properties / D.M. Odarchenko, A.M. Odarchenko, A.V. Evtushenko. – Kh. : KHDYHT, 2012. – Rezhym dostupu: http://pidruchniki.ws/10450117/tovaroznavstvo/formuvannya _yakosti_tovariv_-_nazarenko_vo.

4. Sapozhnikova N.Y. Analysis of the concentrated fruit puree production technology / N.Y. Sapozhnicova // Sil'skogospodars'ki nauky: Tehnologiya zberigannya ta pererobky sil'skogospodars'koi produktsiyi. – № 4. – 2011. – Rezhym dostupu: http://www.rusnauka.com/4_SND_2011/Agricole/ 4_79230.doc.htm.

5. Skaletska L.F. Bases of scientific research for storing and processing of plant products / L.F. Skaletska, G.I. Podpryatov, O.V. Zavads'ka. – K. : NAU, 2006. – 24 s.

6. Tipsina N.N. Production and application technology of functional products from the small-fruited apples of East Siberia: dis… doc. tehn. nauk: 05.18.01 / N.N. Tipsina. – Krasnoyarsk, 2010. – 31 s.

7. Rabina Sulaiman. Effect of amylose content on estimated kinetic parameters for a starch viscosity model / Rabina Sulaiman, Kirk D. Dolan // Journal of Food Engineering. – № 114. – 2013. – Pp. 75-82.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горальчук А.Б. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик [Текст]: навч. посіб. / А.Б. Горальчук [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2006. – 63 с.

2. Назаренко В.О. Формування якості товарів/ Назаренко В.О.. – 2012. – Режим доступу:

http://pidruchniki.ws/10450117/tovaroznavstvo/formuvannya_yakosti_tovariv_-_nazarenko_vo.

3. Одарченко Д.М. Дослідження реологічних властивостей плодових начинок / Д.М. Одарченко, А.М. Одарченко, А.В. Євтушенко. – Харків, ХДУХТ. – 2012.

4. Сапожнікова Н.Ю. Аналіз технології виробництва концентрованого плодового пюре/ Н.Ю. Сапожнікова // Сільськогосподарські науки: Технологія зберігання та переробки сільськогосподарської продукції. – № 4. – 2011. – Режим доступу: http://www.rusnauka.com/4_SND_2011/Agricole/4_79230.doc.htm.

5. Скалецька Л.Ф. Основи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва / Л.Ф. Скалецька, Г.І. Подпрятов, О.В. Завадська. – К.: НАУ, 2006. – 204 с.

6. Типсина Н.Н. Технология получения и применения функциональных продуктов из мелкоплодных яблок Восточной Сибири/ Нэлли Николаевна Типсина. Автореф. дис….д. техн. наук. Специальность 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства. – Красноярск, 2010.– 31 с.

7. Rabina Sulaiman. Effect of amylose content on estimated kinetic parameters for a starch viscosity model / Rabina Sulaiman, Kirk D. Dolan // Journal of Food Engineering. – № 114. – 2013. – Pp. 75-82.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЯБЛУЧНОГО ПЮРЕ РІЗНИХ СОРТІВ ТА МЕТОДІВ ОБРОБКИ

О.В.Григоренко, О.О.Вершков

Анотація

В роботі наведено результати досліджень фізико-хімічних показників яблук різних сортів та органолептичні і реологічні властивості виготовленого з них пюре, яке консервоване різними методами. Обґрунтовано вибір кращих сортів та методів обробки з метою підвищення якості яблучного пюре.

Ключові слова: яблука, якість пюре, фізико-хімічні показники, методи обробки, ефективна в’язкість.

УДК 631.234:635.64

ЗМІНИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ І ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА МІКРОСТРУКТУРИ ЗЕРЕН ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ ПРИ ДОСТИГАННІ ТА ЗБЕРІГАННІ

Загорко Н.П., член-кор. МААО, к.т.н.
Григоренко О.В., к.т.н.,
Стручаєв М.І., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. (0619) 44-81-03; (0619) 42-25-85

Анотація. В роботі наведено результати досліджень зміни фізико-хімічних і теплофізичних показників та мікроструктури зерен цукрової кукурудзи за різними стадіями стиглості, а також після заморожування та тривалого зберігання. Розглядається можливість використання коефіцієнта теплопровідності як критерію якості та стиглості цукрової кукурудзи.

Ключові слова: цукрова кукурудза, стадії стиглості, фізико-хімічні показники, коефіцієнт теплопровідності, гістологічні зрізи, заморожування, зберігання.

Постановка проблеми. Проблема збирання, зберігання та використання цукрової кукурудзи, якість якої залежить від найменших механічних та теплофізичних впливів, досі є актуальною. Період плодоносіння цієї культури на півдні України від ранніх до пізніх сортів складає приблизно 4 місяці, до середини жовтня. Через хімічний склад та певні фізико-механічні властивості її складно тривало зберігати, а використовувати усю та відразу – неможливо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В наш час на півдні України вирощується біля 50 сортів та гібридів цукрової кукурудзи [9]. При відповідному підборі сортів та гібридів з різними термінами достигання, а також при ступеневому графіку посіву тривалість періоду її дозрівання можна збільшити до 40 діб. Це надає можливість вчасно реалізувати продукцію і зменшує ризик одержання низького урожаю зі всієї площі посіву, тому що протягом сезону можуть бути умо-

ви, сприятливі для одних строків і несприятливі для інших, а з кількох строків сівби при конвеєрному вирощуванні частина з них забезпечить добрий урожай [2].

Цукрову кукурудзу збирають у фазі молочної стиглості з переходом на молочно-воскову стиглість, коли зерна добре визріли, набули характерного для цієї фази сортового кольору. Фаза молочної стиглості у цукрової кукурудзи в південних районах України триває усього біля 2 днів, в північних – 5-6 днів [2, 6, 7, 9].

Серед способів та методів зберігання і консервування цукрової кукурудзи найчастіше використовують метод стерилізації в банках, зберігання в регульованому газовому середовищі і заморожування [6, 7].

Однак, не дивлячись на те, що відсоток споживання консервованої кукурудзи декілька вище, ніж замороженої, консервування у порівнянні із заморожуванням має два суттєвих недоліки. Заморожування характеризується меншим споживанням енергії, ніж інші способи консервування: на всьому шляху продукту від поля до споживача необхідно 9000-10440 МДж енергії на тонну [1].

При виробництві консервів витрачається 176400 МДж енергії на тонну, якщо використовувати жерстяні банки, а у випадку використання скляних банок споживання енергії зростає до 24840 МДж на тонну. Крім того, при консервуванні від зернівки кукурудзи молочно-воскової стиглості відрізається зародок, в якому міститься основна маса вітамінів та біологічно-активних речовин, чого не відбувається при заморожуванні у качанах [1, 7].

В молочній стадії стиглості качан цукрової кукурудзи має 30-40 % листків та волоті, 30-40 % стрижня и 25-35 % зерен. При роздавлюванні зерен з них витікає молочно-білий сік. При заморожуванні кукурудзи в фазі передмолочної стиглості продукт буде водянистим, а при використанні перезрілої кукурудзи (молочно-воскової стиглості) – продукт матиме великий вміст крохмалю і не дуже гармонійний смак [6, 7, 9].

Найкращі смакові властивості (цукристість, духмяність, соковитість) кукурудза цукрова має за умови збирання при температурі повітря нижче 20-22°С. Добрі результати дає нічне збирання, яке забезпечує отримання рівномірно охолодженої високоякісної продукції. При підвищених темпе-

ратурах цукри перетворюються в крохмаль і кукурудза втрачає свої особливі смакові властивості [2, 9].

Кукурудза, яка потрапляє на заморожування, повинна бути солодкою, соковитою, з ніжною консистенцією та приємним смаком. Кукурудзу, зібрану качанами, необхідно доставляти в цехи заморожування не пізніше, ніж за 6 годин після збирання, потім її необхідно ретельно відсортувати, швидко підготувати до заморожування і негайно заморозити, так як протягом 24 годин вміст цукру в ній зменшується на 50 % [5-7].

Мета дослідження. Завдання забезпечення населення плодоовочевою продукцією в осінньо-зимовий період є досить актуальним. Для досягнення цієї мети визначається необхідним вирішення наступних задач:

- дослідити зміни фізико-хімічних і теплофізичних показників та мікроструктури зерен цукрової кукурудзи за різних стадій стиглості для вибору оптимальних строків збирання;
- встановити критерії визначення оптимального ступеня стиглості та якості цукрової кукурудзи.
- визначити вплив заморожування та тривалого зберігання на якість качанів цукрової кукурудзи.

Основна частина. При проведенні досліджень використовувалася матеріально-технічна база Таврійського державного агротехнологічного університету м. Мелітополя.

Відбір зразків цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1 проводився в період масового збору врожаю. Урожай збирали вручну, виламуючи качани з усієї облікової ділянки, із одночасним сортуванням за ступенем стиглості. Для одержання зіставних і відтворних результатів відбиралася середня проба, в кількості, достатньої для п’ятикратного проведення оцінки якості за всіма показниками за стандартними методиками [1, 3-5, 8]. Підготовка продукції до заморожування складалася із сортування; інспекції; миття проточною водою і видалення води. Заморожування качанів здійснювали за температури мінус 24°С у морозильній камері до температури мінус 20±2°С. Зберігали зразки за температури мінус 20±2°С протягом 6 місяців. Челленджер F1 – середньоранній гібрид для споживання в свіжому вигляді і переробки. Відрізняється чудовим смаком, чудовою схожістю і енергією проростання, відносна стійкість до комплексу хвороб, у тому числі, головні. Дозріває в середньому через 77-80 днів після посіву. Висота

рослин в середньому – 200-205 см. Качани знаходяться на висоті близько 68 см. Довжина качанів 20-22 см, діаметр 5,2 см, з 16-18 прямими рядами жовтих зерен [9].

Таблиця 1 – Показники якості зерна гібриду кукурудзи цукрової Челленджер F1

Показники	Фаза стиглості зерна			
	передмо-лочна	молочна	молочно-воскова	молочна
Вміст вологи, %	77,12±0,04	74,35±0,07	64,64±0,02	70,51±0,04
Вміст цукрів на сиру масу, %	2,83±0,02	3,30±0,04	2,41±0,01	2,91±0,02
Вміст цукрів на суху масу, %	10,92±0,05	12,64±0,05	7,52±0,03	11,23±0,06
Дегустаційна оцінка, бали	4,2	4,5	3,7	4,3

Результати досліджень зміни фізико-хімічних показників кукурудзи цукрової гібриду Челленджер F1 свідчать, що при переході до фази молочно-воскової стиглості вміст цукрів у зерні цукрової кукурудзи значно зменшується порівняно з вмістом у фазі молочної стиглості (табл. 1).

Качани цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1 при переході до фази молочно-воскової стиглості в зерні втрачали вологи від 12,5 % до 3,8 %; цукрів – 3,4 та 1,4 % на суху масу відповідно. Результати дегустаційної оцінки показують, що найкращими смаковими якостями і ніжнішою консистенцією відрізнялися свіжовідварені качани цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1 молочної стадії стиглості (загальна оцінка 4,5 балів). Качани, зібрані у фазі молочно-воскової стиглості, значно знизили смакові якості і відрізнялися більш жорсткою консистенцією; загальна оцінка знизилася до 3,7 балів. Качани кукурудзи цукрової гібрида Челленджер F1, зібрані в молочній стадії зрілості, майже не втратили смакових якостей при заморожуванні і тривалому зберіганні у замороженому вигляді протягом 6 місяців, і одержали порівняно високі оцінки дегустаторів – 4,3 бали. Якість качанів цукрової кукурудзи можна визначити за коефіцієнтом теплопровідності (рис.1).

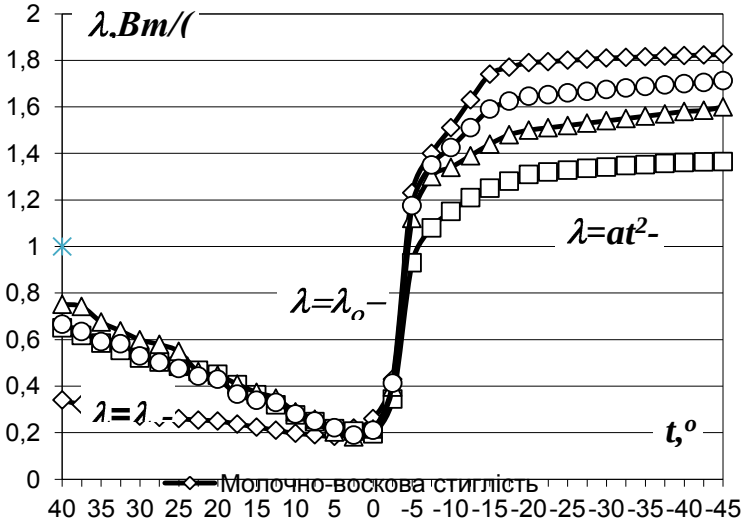


Рисунок 1 – Зміна коефіцієнта теплопровідності качанів цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1 залежно від стадії стиглості та після заморожування і тривалого зберігання.

З рисунка видно, що коефіцієнт теплопровідності має найвище значення для стадії передмолочної стиглості, коли продукт має найвищий вміст вологи, а найнижче – у перезрілої кукурудзи (молочно-воскової стадії стиглості), коли вміст вологи та цукрів значно знижується. Кукурудза молочної стадії стиглості має середні значення коефіцієнта теплопровідності (0,4297-0,4749 Вт/(м*К)) при температурі збирання 20-25 °С. Отже, цей показник можна використовувати для визначення оптимального ступеня стиглості та якості цукрової кукурудзи. Іншим методом оцінки якості цукрової кукурудзи може бути дослідження зміни мікроструктури за гістологічними зрізами (рис. 2). З рисунка 2 видно, що передмолочна стадія дає незаповнений глобулами поживних речовин зріз. Найбільш рівномірне заповнення у зерен кукурудзи молочної стиглості, зерна молочно-воскової стиглості мають великі гранули крохмалю.

На рис.2 г представлено зріз кукурудзи молочної стиглості після 6 місяців зберігання у замороженому вигляді. Як бачимо, мікроструктура зерен зберігається майже

незмінною, що дозволяє рекомендувати даний спосіб для подовження терміну споживання смачних та корисних качанів цукрової кукурудзи в осінньо-зимовий період.

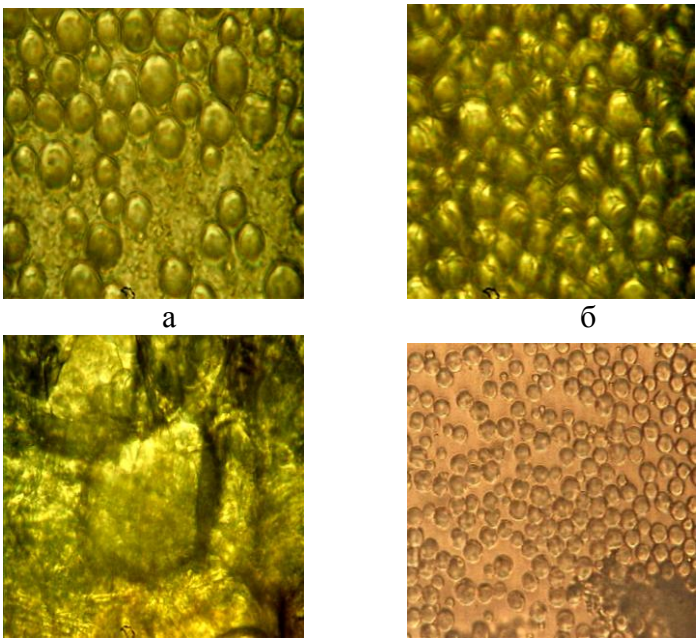


Рисунок 2 – Гістологічні зрізи зерен цукрової кукурудзи гібриду Челленджер F1: а – передмолочна стиглість; б – молочна стиглість; в – молочно-воскова стиглість; г – молочна стиглість, після 6 місяців зберігання у замороженому вигляді.

Висновки

1. Результати визначення фізико-хімічних показників зерен кукурудзи цукрової гібриду Челленджер F1 свідчать про те, що при переході від передмолочної до молочно-воскової фази стиглості вміст вологи в них знижується у 1,2 рази. Вміст цукрів на суху масу найвищий у молочній стадії – 12,64 %, у молочно-восковій – зменшується у 1,7 рази.

2. В результаті досліджень встановлено чітку залежність коефіцієнта теплопровідності від стадії стиглості, що дозволяє використовувати його як критерій якості та стиглості цукрової кукурудзи. При температурі збирання 20-25 °С коефіцієнт теплопровідності для молочної стадії знаходиться в межах 0,4297-0,4749 Вт/(м*К).

3. Органолептичні, фізико-хімічні показники та мікроструктура зерен цукрової кукурудзи молочної стадії стиглості після заморожування та 6 місяців зберігання змінюються незначно і залишаються на достатньо високому рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гинзбург А.С. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и плодов/ А.С. Гинзбург, М.А. Громов.– М.: Агропромиздат, 1987.– 272 с.

2. Дубровін В.В. Конвеєрне вирощування кукурудзи: автореф. дис..к.с.-г.н.: спец. 06.01.06 «Овочівництво» / В.В. Дубровін. – Київ, 2006. – 17 с.

3. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень з агрономії / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.

4. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і грунтів / З.М. Грицаєнко, А.О. Грицаєнко, В.П.Карпенко – К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. – 320 с.

5. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда. Организация и проведение исследований / Под общей ред. С.Ю. Дженеева и В.И. Иванченко. - Ялта, ИВиВ «Магарач», 1998. – 152 с.

6. Плеханова Т.П. Цукрова кукурудза / Т. П. Плеханова. – Харків, 2011. – Режим доступу: http://divo-gorod.narod.ru.

7. Семеняка І. Харчова кукурудза / І. Семеняка // The Ukrainian Farmer. – 2012. – Режим доступу: http://www.agrotimes.net/harchova-kukurudza.html.

8. Скалецька Л.Ф. Основи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва / Л.Ф. Скалецька, Г.І. Подпрятов, О.В. Завадська. – К.: НАУ. – 2006. – 204 с.

9. Циков В.С. Кукуруза: технология, гибриди, семена / В.С. Циков. — Днепропетровск: Зоря, 2003. – 296 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Ginzburg A.S. Thermal and physical characteristics of potatoes, vegetables and fruit / A.S. Ginzburg, M.A. Gromov.– M.: Agropromizdat, 1987.– 272 s.

2. Dubrovin V.V. The conveyer of corn growing: avtoref. dis..k.s.-g.n.: special. 06.01.06 «Vegetable-growing» / V.V. Dubrovin. – Kyiv, 2006. – 17 s.

3. Yeshchenko V.O. Bases of scientific research from agronomics/ V.O. Yeshchenko, P.G. Kopytko, V.P. Opryshko, P.V. Kostogryz. – K.: Diya. – 2005. – 288 s.

4. Methods of biological and agricultural chemistry research of plants and soils / Z.M. Gritsaienko, A.O. Gritsaienko, V.P. Karpenko – K.: ZAT «NICHLAVA», 2003. – 320 s.

5. Methodical recommendations on storing fruit, vegetables and grape. Organization and research / S.Yu. Dzheneev, V.I. Ivanchenko. – Yalta, IViV «Magarach», 1998. – 152 s.

6. Plekhanova T.P. Sweet corn / T.P. Plekhanova. – Kharkiv, 2011. – Rezhym dotupu: http://divo-gorod.narod.ru.

7. Semenyaka I. Food corn / I. Semenyaka // The Ukrainian Farmer. – 2012.– Rezhym dotupu: http://www.agrotimes.net/harchova-kukurudza.html.

8. Skaletska L.F. Bases of scientific research at storing and processing of plant products / L.F. Skaletska, G.I. Podpryatov, O.V. Zavads'ka. – K. : NAU, 2006. – 24 s.

9. Tsikov V.S. Corn: technology, hybrids, seeds / V.S. Tsikov. — Dnepropetrovsk: Sunset, 2003. – 296 s.

CHANGES OF PHYSICAL AND CHEMICAL AND THERMOPHYSICAL INDICES AND MICROSTRUCTURE OF SWEET CORNCOBS AT MATURING AND STORiING

N.P. Zagorko, O.V.Grygorenko, M.I. Struchaev

Summary

The research results of physical and chemical as well as thermophysical indices and microstructure changes of sweet corncobs to various maturity stages and after freezing and frozen storage have been given in the article. The possibility of the heat-conducting coefficient usage as the criterion of sweet corn quality and maturity has been considered.

Key words: sweet corn, maturity stages, physical and chemical indices, heat-conducting coefficient, mount, freezing, frozen storage.

ЕКОНОМІКА АПК

УДК 332.021.8

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АПК УКРАИНЫ В КОНТЕКСТЕ ПУБЛИЧНОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

Ткачук А. Е.к.с.-х.н., доц.
Запорожский национальный технический университет
г. Запорожье, Украина
Тел. 0950200415

Аннотация. В статье проанализированы процессы развития в АПК Украины в течение двух десятилетий с начала реформирования земельных отношений и дана им оценка в сравнении с задекларированными целями и задачами земельной реформы. Выявлена проблема в экологическом аспекте реализуемой реформы, связанная с сохранением и повышением почвенного плодородия и предложены пути ее решения.

Ключевые слова: земельная реформа, структура посевных площадей, почвенное плодородие.

Постановка проблемы. Не все процессы, происходящие в АПК в рамках реализации земельной реформы, начавшейся в Украине 1990 году, в должной мере осознаются и теоретически концептуализируются в условиях глобализации.

В настоящее время мнение общественности относительно роли государства в условиях глобализации разделилось. Одни авторы считают, что государство в условиях глобализации должно «сдавать» часть своего суверенитета и принимать возрастающие экономические и культурные взаимовлияния (Тоффлер Э., Тоффлер Х.) [2, p. 28]; другие полагают, что государственная власть должна быть подчинена интересам

Публикуется по рекомендации: чл. –кор. МААО, к.э.н., доц. Вороновской Е.В.

международного бизнеса, «суверенитет потребителя» важнее «суверенитета государства» (К. Омае) [3, p. 11]; для третьих - «государственный мир» должен обеспечивать собственную автономию перед лицом других сил «мультицентричного мира», представляющего интересы транснациональных корпораций, рынков, неправительственных организаций, интернациональных групп» (Дж. Розенау) [4, с. 65].

Государство является основным субъектом всех преобразований и реформирований в социально-политических и экономических сферах, к нему обращены все вызовы глобализации.

Перед феноменом глобализации возрастает социальная ответственность государства перед своими гражданами в том, как оно распорядится национальными ресурсами и в первую очередь земельными.

Предпосылками проведения земельной реформы в Украине было повышение эффективности использования земельных ресурсов; отсутствие платы за землю как одного из способов сохранения, восстановления и улучшения естественного состояния земель страны, деградация почв в результате загрязнения земель отходами промышленности, другими вредными веществами; эрозия почв, радиоактивное загрязнение земель; неэффективность государственного контроля и надзора за рациональным использованием и охраной земель, государственных мероприятий по сохранению, восстановлению и улучшению состояния земель в Украине [5,с.14].

В сложившихся условиях спустя два десятилетия реформирования земельных отношений является чрезвычайно актуальным анализ некоторых процессов в АПК в сравнении с задекларированными целями и задачами земельной реформы.

Анализ последних исследований. Вопросы реализации и путей завершения земельной реформы в той или иной степени затрагивали такие ученые как: В.И.Андрейцев, В.К.Гуревський, П.Ф.Кулинич, В.В.Носик, В.И.Семчик, А.Н.Третьяк, Н.И.Титова, В. М. Трегобчук, М.В.Шульга и др.

Цель исследования. Несмотря на различные научные взгляды в отношении реализации земельной реформы и путей ее завершения, изменения, происходящие как в Украине так и за ее пределами, требуют по - новому осмысления данных вопросов и дальнейшего их изучения.

Основная часть. С начала проведения земельной реформы в секторе растениеводства АПК достигнуты высокие результаты развития. Валовое производство зерновых в 2013 году по сравнению с 1990 годом превысило на 12,7 млн. т, производство зерна кукурузы за этот период увеличилось в 6,4 раза, семян подсолнечника - в 4 раза [10, 11].

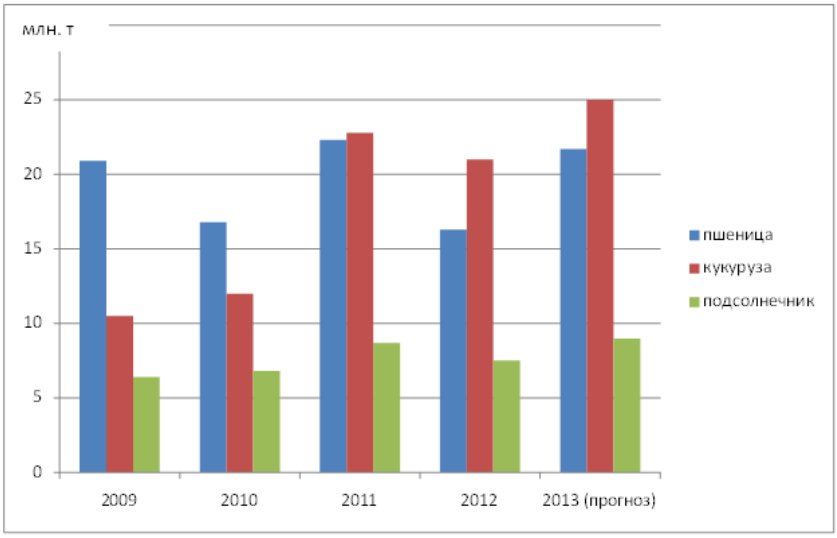


Рисунок 1 – Валовая урожайность пшеницы, кукурузы и подсолнечника в Украине за период 2009-2013 годы, млн. т

Среднее производство зерна в 2008 - 2012 гг. составило 48,3 млн. т, превысив среднее производство зерна в 2004 - 2007 гг. на 12,4 млн. т.

Средний объем экспортных отгрузок за 2008 – 2012 годы составил 20,7 млн. т, превысив средний объем за предшествующие 2004 – 2007 годы в два раза.

Данный период АПК Украины характеризуется доминированием крупных сельскохозяйственных агрохолдингов в производстве продукции растениеводства, отличающихся концентрацией производства, ростом масштаба самих холдингов, совершенствованием логистической инфраструктуры и сокращением числа мелких и средних производителей. По прогнозам экспертов (И. В. Кобута) площадь сельскохозяйственных угодий подконтрольных агрохолдингам может увеличиться до

6,5 - 7 млн. га к 2015 году, а совокупные объемы производства зерновых культур агрохолдингами могут возрасти до 13 - 15 млн. т [9].

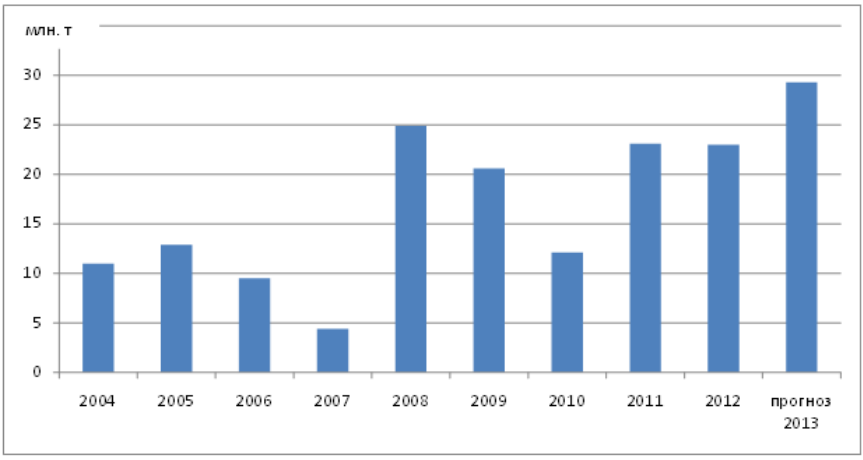


Рисунок 2 – Экспорт зерна из украины за период 2004-2013 годы

Уже через несколько лет производство зерновых в Украине может увеличиться в два - три раза, вал достигнет 120 млн. тонн. В этом убеждены владельцы и руководители двух крупных отечественных агрохолдингов - Ukrlandfarming и KSG Agro. Способствовать этому будут и иностранные инвестиции в аграрный сектор, размер которых увеличивается ежегодно. По прогнозам владельца агрохолдинга Ukrlandfarming О. Бахматюка, вложив в отечественный АПК 20-25 миллиардов долларов инвестиций, можно нарастить урожай до 100-120 миллионов тонн, сообщает «Коммерсантъ»[7].

В Правительстве, по мнению первого вице-премьер-министра С. Арбузова, заявляют о более реальных прогнозах на урожай - до 60 миллионов тонн зерна. По мнению экспертов аграрного бизнеса, эти данные являются более реалистичными. По словам главы профильного министерства Н. Присяжнюка отечественная аграрная наука уже работает над увеличением урожайности зерновых до 80 миллионов тонн [7].

Колин Кларк, математик, работающий в университете Британской Колумбии, сказал: «Очевидный экономический

рост во многом может оказаться иллюзией из-за неспособности учитывать сокращение природных богатств» [1].

Анализ статистических данных показывает, что одним из факторов роста валового производства основных сельскохозяйственных культур, ориентированных на экспорт, является не рост урожайности, а изменение структуры посевных площадей.

Средняя урожайность зерновых с 2009 по 2012 годы составила 30,8 ц/га, учитывая, что в 2011 получен рекордный урожай. Для сравнения - урожайность зерновых в 1990 году составила - 35,1 ц/га. За этот же период урожайность кукурузы на зерно составила 54,8 ц/га, что превысила урожайность 1990 года на 16,1ц/га, но при этом площадь посевов под культурой увеличилась в 3,8 раза с 1 млн. 234 тис. га до 4 млн. 625 тис. га. Урожайность подсолнечника практически не изменилась по сравнению с 1990 годом, посевная площадь выросла с 1 млн. 636 тис. га до 5 млн. 194 тис. га, т. е. в 3,2 раза.

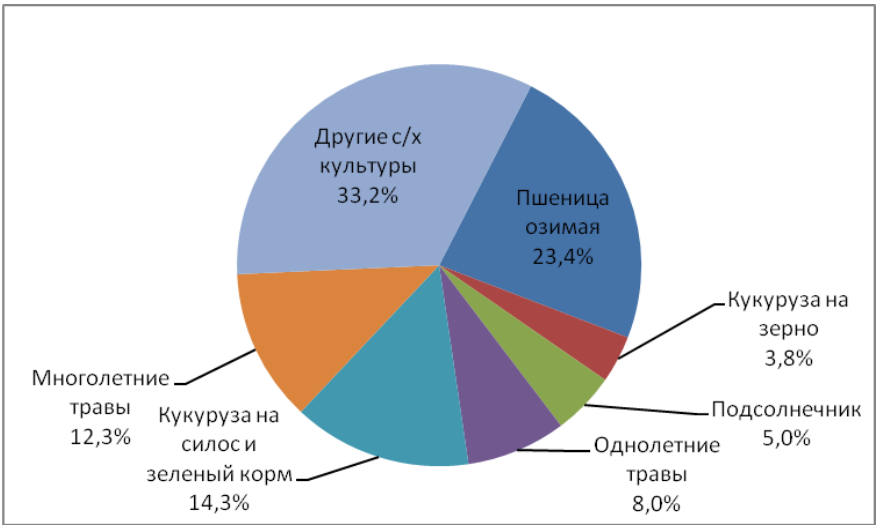


Рисунок 3 - Структура посевных площадей Украины в 1990 году

Посевные площади под экспортноориентированные культуры за указанный период увеличились за счёт сокращения посевных площадей под культурами, которые как предшествен-

ники в существовавших ранее системах севооборотов, способствовали сохранению, поддержанию и повышению почвенного плодородия. Так с 1990 года площадь под кукурузой на зеленый корм сократилась с 4 млн. 637 тис. га до 497 тис. га т. е. в 9,3 раза. Площадь под однолетними травами сократилась в 5,2 раза, под многолетними травами в 3,3 раза соответственно.

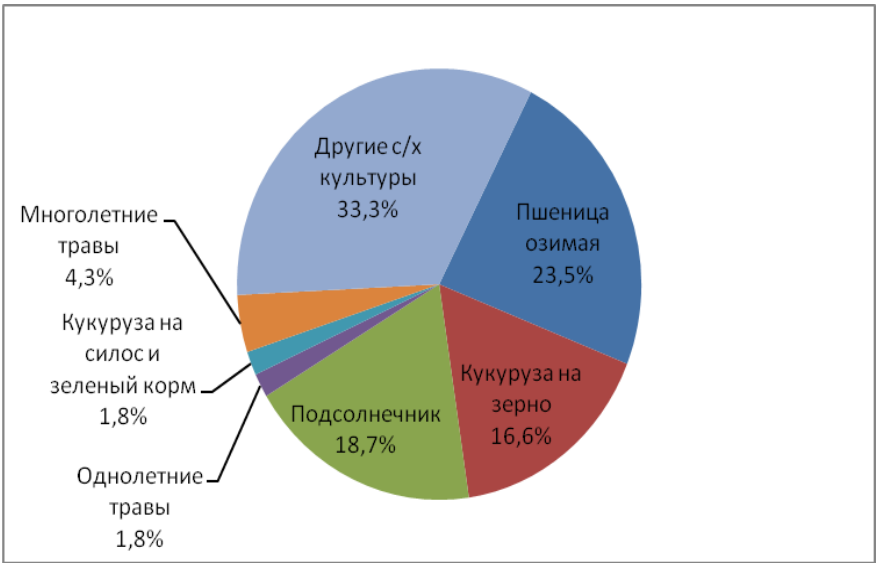


Рисунок 4 - Структура посевных площадей Украины в 2012 году

Подобное изменение структуры посевных площадей наносит урон почвенному плодородию земель. Нельзя игнорировать факт, что вынос каждой тонны зерна пшеницы, кукурузы из почвы составляет свыше 30 кг азота, а тонна семян подсолнечника - 60 кг азота и соответствующее количество фосфора, калия. За последние пять лет валовое производство зерновых в среднем в год составило 50,394 млн. т, подсолнечника - 7,98 млн. т.

Не трудно учесть, что за этот период вынос только азота по зерновым составил в год 1,512 млн. т, по подсолнечнику - 478,9 тис. т, для сравнения в советском АПК в 1990 году вынос этими же зерновыми составил 1, 43 млн. т, по подсолнечнику – 154,3 тис. т, но при этом следует принять во внимание

тот факт, что внесение удобрений с 1990 года в Украине по настоящее время значительно сократилось.

Анализируя данные рис. 5 Динамика валового производства зерновых культур и внесение органических, минеральных удобрений за период 1990 – 2012 годы, наблюдается резкое снижение внесения органических и минеральных удобрений. В первое десятилетие реализации земельной реформы за 1990 – 2000 годы внесение органических удобрений снизилось с 257,1 млн. т до 28,4 млн. т т. е. в 9 раз; минеральных – с 4,24 млн. т до 0,28 млн. т т. е. в 15 раз. Этот период характеризуется снижением уровня валового производства зерновых, минимума он достигает в 2003 году – 20,2 млн. т .

С 2000 года продолжает снижаться внесение органических удобрений по настоящее время, достигнув 9, 7 млн. т в год, что почти в 27 раз меньше, чем в 1990 году. Внесение минеральных удобрений за этот период возрастает с 0,28 млн. т до 1,26 млн. т т. е. в 4,5 раза, но по сравнению с 1990 годом внесение минеральных удобрений снизилось в 3,4 раза. Фактически, в течение полуторадесятилетия происходила эксплуатация плодородия почв, характеризующаяся интенсивным выносом основных элементов питания с валовым урожаем сельскохозяйственных культур и символичной их компенсацией.

Годовое валовое производство зерновых за второе десятилетие реализации земельной реформы колеблется около цифры 40 млн. т, за исключением 2007 года. Рост валового производства зерновых происходит за счет изменения структуры посевных площадей, который наиболее интенсивно наблюдается, начиная с 2004 года, а урожайность обеспечивается в основном за счет природного (эффективного) плодородия почв. Подобная практика хозяйствования может привести к отрицательному балансу гумуса на землях, находящихся в интенсивной обработке повсеместно на территории Украины и к их истощению. Очевидно, что внесение 0,5 т/ га органических удобрений и 60 кг/га в среднем за последние годы минеральных удобрений, явно недостаточно для компенсации выноса сельскохозяйственных культур даже при существующем уровне урожайности. Отсутствие коррекции данного курса развития в растениеводстве чревато снижением содержания гумуса в почвах земель Украины и их деградации, восстановление ко-

торых, является чрезвычайно дорогостоящим и продолжительным во времени мероприятием.

Если мы будем ценить лишь наши свершения, игнорируя их внушительные побочные эффекты, мы тем самым заранее обречем себя на неожиданные неприятности [1].

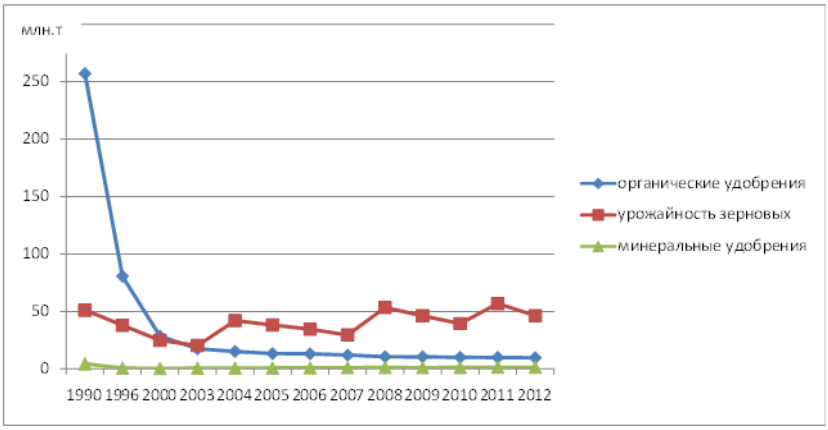


Рисунок 5 – Динамика валовой урожайности зерновых культур и внесение органических, минеральных удобрений за период 1990-2012 годы, млн. т.

В Украине ежегодно засеваются миллионы гектаров плодородных черноземов зерновыми, подсолнечником. Деньги, вырученные от экспорта этих культур, засчитываются как часть годового дохода страны. При этом учитывается амортизация дорогостоящей техники – тракторов, комбайнов, сеялок, а ущерб, нанесенный почвенному плодородию, потере гумуса – не учитывается.

В настоящее время Украина вступила на путь повторяющий модель развития стран освободившихся от колониальной зависимости. Всемирный банк, Международный валютный фонд, региональные банки развития и различные национальные инвестиционные органы, предоставляя финансовую поддержку, исходили из того, « насколько благодаря этому улучшится экономическое положение страны – реципиента, важнейшим показателем которого является прирост ВВП. Исходя из так называемых практических соображений, в ВВП фактически включается как положительный момент быстрое и безрассудное уничтожение окружающей среды!»[1]. Страна

окажется беднее, даже, несмотря на прибыль от полученного урожая. «Модели хищнической эксплуатации окружающей среды обладают инерцией, которую трудно преодолеть, тем более что господствующие ныне взгляды берут начало в теориях экономистов, заинтересованных в вывозе природных ресурсов из этих государств»[1].

В 2013 году в Украине собран рекордный урожай зерновых - в 63 млн. т, в том числе 30 млн. т зерна кукурузы, более 10 млн. т. семян подсолнечника [10,11]. Однако с другой стороны, в этом году произошло стремительное падение рыночных цен на растениеводческую продукцию - подсолнечник упал в цене на 31%, соя - на 7%, кукуруза - на 44% [12].

Украина вошла в десятку крупнейших экспортеров зерна в мире и занимает первые позиции по экспорту семян подсолнечника и масла. В условиях глобализации и обострившейся продовольственной проблемы в мире Украина будет наращивать рынки сбыта.

По мнению президента Украинской аграрной конфедерации Л. Казаченко мировое сообщество смотрит на Украину как на источник производства продовольствия в перспективе для 500 млн. человек, включая 45 млн. населения Украины. В этих условиях государство как главный субъект реформирования социально - политических, экономических преобразований, в том числе и земельных отношений должно отрегулировать взаимоотношения: крупный бизнес - общество; крупный бизнес - мелкий и средний бизнес; государство и бизнес. Государство обязано не допустить того, чтобы крупные агрохолдинги, используя иностранный капитал, получали сверхприбыль за счет истощения украинских черноземов, которые принадлежат гражданам, проживающим на территории Украины.

Выводы. Граждане Украины должно получить от такой «специализации» в международной кооперации максимум общественных благ и социальную защиту; гарантию сохранения, поддержания и роста почвенного плодородия, используемых земель как основного национального достояния и источника процветания.

В связи с этим важнейшей функцией государства является разработка «правил игры», при которых интересы всех субъектов отношений будут учтены и гармонизированы – общества, бизнеса, международного сообщества. Государство

должно создать действенную систему мониторинга почвенного плодородия и разработать механизм восстановления его в случае утраты и меры по его компенсации.

Важнейшей задачей государства на данном этапе - восполнить упущения рынка в инфраструктуре и социальной сфере на селе.

Без создания и развития животноводства, восстановления поголовья крупного рогатого скота, не возможно будет сохранить украинские черноземы и ликвидировать безработицу на селе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гор А. Земля на чаше весов. В поисках новой общей идеи/ Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология // Под ред. В. Л. Иноземцева. М.: Academia, 1999. С. 557 - 571

2. Toffler A. and Toffler H. War and Anti-war survival at the dawn of the 21st centure. N. Y., 1994. – 351 p.

3. Ohmae K. The Borderless World: Power and Strategy in the Interlinked Economy. N. Y. 1990. – 241 p.

4. Международные отношения: учебное пособ. / П. А. Цыганков – М: Новая школа, 1996. – 320 с.

5. Заєць О. І. Правові аспекти земельної реформи в Україні: монографія / О. І. Заєць – К.: видавничо – поліграфічний центр «Київський університет», 2006. – 186 с.

6. Данні Держкомстату України за 1990 – 2011 рр. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: library. oseu. edu. ua / docs / StatsSchorichnyk Ukrainy 2011. pdf

7. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: kp. ua / Default. aspx? pade_id = -18date = 3107138news_id =406314

8. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: anyfoodanyfeed. com / ru / news /id /43045

9. [Електронний ресурс].- Режим доступу: www fao. org /fileadmin/user_upload/Europe/documents/Publications/Policy_Stdies /Ukrain_wheet_2012_ru.pdf /

10. [Електронний ресурс].- Режим доступу: www. proagro. com. ua / news /ukr /4083209. Html

11. [Електронний ресурс].- Режим доступу: economics. lb. ua /business/ 2013/ 11/18/241800_ukraine_sobran_rekordniy _urozhay.html.

12. [Електронний ресурс].- Режим доступу: timeua. com /news/3/15037.html

BIBLOIGRAHY

1. Gor A. The Earth Земля into the scale. In search of new general idea/ Novaya postidystrial'naya volna na Zapade. Antologiya // Pod red. V.L. Inozamtseva. M.: Academia, 1999.- S. 557 - 571

2. Toffler A. and Toffler H. War and Anti-war survival at the dawn of the 21st centure. N. Y., 1994. – 351 p.

3. Ohmae K. The Borderless World: Power and Strategy in the Interlinked Economy. N. Y. 1990. – 241 p.

4. International relations: uchebnoe posob. / P. A. Tsygankov – M: Novaya shkola, 1996. – 320 s.

5. Zaiets' O. I. Law aspects of land reform in Ukraine: мonogrphiya / O. I. Zaiets'. – K.: vydavnycho – poligrafichny tsentr «Kyivsky universytet», 2006. – 186 s.

6. Data of Ukrainian State Committee on Statistics 1990 – 2011 yy. [E-resource]. – Rezhym dostupu: library. oseu. edu. ua / docs / StatsSchorichnyk Ukrainy 2011. pdf

7. [E-resource]. – Rezhym dostupu: kp. ua / Default. aspx? pade_id = -18date = 3107138news_id =406314

8. [E-resource]. - Rezhym dostupu: anyfoodanyfeed. com / ru / news /id /43045

9.[E-resource].- Rezhym dostupu: www fao. org /fileadmin/user_upload/Europe/documents/Publications/Policy_Studies/Ukrain_wheet_2012_ru.pdf /

10. [E-resource].- Rezhym dostupu: www. proagro. com. ua / news /ukr /4083209. Html

11. [E-resource].- Rezhym dostupu: economics. lb. ua /business/ 2013/ 11/18/241800_ukraine_sobran_rekordniy_urozhay.html.

12. [E-resource].- Rezhym dostupu: timeua. com /news/3/15037.html

DEVELOPMENT TRENDS IN UKRAINE AIC WITHIN THE CONTEXT OF PUBLIC MANAGING IN THE AGE OF GLOBALIZATION

A. E. Tkachuk

Summary

The development processes in Ukraine AIC during two decades from the beginning of reforming land relations have been analyzed and the value compared with declared purpose and objectives of land reform has been given to them in the article. The problem in ecological aspect of realizable reform connected with conservation and increasing of soil fertility has been exposed and its solution approaches have been suggested.

Key words: land reform, structure of cultivation area, soil fertility.

УДК 332.021.8

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ЗАПОРОЖСКОМ РЕГИОНЕ

Ткачук А. Е. к. с.-х. н., доц.
менеджмента ЗНТУ.
Сезоненко А. А. и.о. директора
Запорожский филиал ГУ «Институт охраны почв Украины»
г. Запорожье, Украина
Хандога М. М.
Запорожский национальный технический университет
г. Запорожье, Украина
Тел. 0950200415

Аннотация. Приведены статистические данные о параметрах производства зерновых и некоторых масличных культур

Публикуется по рекомендации: чл. –кор. МААО, к.э.н., доц. Вороновской Е.В.

в Запорожском регионе за последние 20-25 лет. Приведена структура площадей и динамика внесения различных удобрений. Это позволило прийти к заключению, что на рост валового сбора зерна оказала влияние главным образом структура площадей, а основным фактором сдерживающим рост урожайности стало снижение количества вносимых удобрений.

Ключевые слова: валовый сбор, земельне ресурсы, сельськохозяйственные культуры, доход, уровень рентабельности.

Постановка проблемы. Предпосылками проведения земельной реформы в Украине было повышение эффективности использования земельных ресурсов; отсутствие платы за землю как одного из способов сохранения, восстановления и улучшения естественного состояния земель страны, неэффективность государственного контроля и надзора за рациональным использованием и охраной земель, государственных мероприятий по сохранению, восстановлению и улучшению состояния земель в Украине [1,с.14].

В сложившихся условиях спустя два десятилетия реформирования земельных отношений является чрезвычайно актуальным анализ некоторых процессов в АПК в сравнении с задекларированными целями и задачами земельной реформы на региональном уровне. В условиях глобализации регионы и локальные экономические системы стали рассматриваться как элементы, которые играют важную роль в повышении продуктивности, достижению большего экономического динамизма и создания рабочих мест [2, с.32].

Анализ последних исследований. Вопросы реализации и путей завершения земельной реформы в той или иной степени затрагивали такие ученые как: В.И.Андрейцев, В.К.Гуревський, П.Ф.Кулинич, В.В.Носик, В.И.Семчик, А.Н.Третьяк, Н.И.Титова, В. М. Трегобчук, М.В.Шульга и др.

Цель исследования. Несмотря на различные научные взгляды в отношении реализации земельной реформы и путей ее завершения, изменения, происходящие как в Украине так и за ее пределами, требуют по - новому осмысления данных вопросов и дальнейшего их изучения.

Основная часть. Анализ динамики производства зерновых культур в Запорожском регионе показал, что в период с

1990 по 2012 год валовой сбор имеет тенденцию к росту (рис.1) [3]. Так, производство зерновых за 2001 – 2005 годы превысило производство за 1996 – 2000 годы на 1863,6 тыс. тонн, производство за 2006 – 2010 годы превысило показатель предшествующих пяти лет на 1142,7 тыс. тонн. В текущем 2013 году в Запорожском регионе собран рекордный урожай зерновых - 2,2 млн. т, 900 тыс. т подсолнечника. Однако ни в один год за исследуемый период показатель валового сбора зерна не достиг показателя 1990 года, только валовой сбор 2008 года максимально приблизился к нему и составил 2780,1 тыс. тонн, что составляет около 90% от урожая 1990 года. В среднем валовой сбор зерновых составил:

- за период с 1996 по 2000 гг. – 1362,7 тыс. тонн в год;
- за период с 2001 по 2005 гг. – 1735,4 тыс. тонн в год;
- за период с 2006 по 2010 гг. – 1963,9 тыс. тонн в год.

Средняя величина производства зерновых культур за последние три года (2010 – 2012) составляет 1765 тыс. тонн.

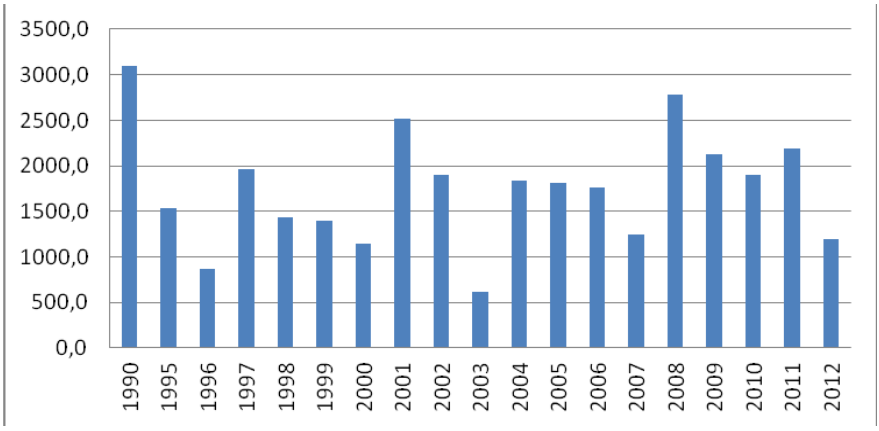


Рисунок 1 – Гистограмма объемов производства зерновых культур за 1990-2012 гг. (тыс. т.)

Анализ производства озимой пшеницы, динамика которой представлена на рис. 2, свидетельствует, что валовой сбор озимой пшеницы возрастает. За период с 2003 по 2007 год было собрано 3929,1 тыс. тонн озимой пшеницы, с 2008 по 2012 год – 6609,4 тыс. тонн. Самым высоким за последние 10 лет был урожай 2008 года. В среднем в Запорожском регионе было собрано озимой пшеницы в год [4,5,6,7]:

- за период с 2003 по 2007 год – 785,8 тыс. тонн;
- за период с 2008 по 2012 год – 1321,9 тыс. тонн.

Аналогичную тенденцию демонстрируют результаты выращивания подсолнечника [4,5,6,7]. Валовой сбор этой технической культуры стабильно возрастает на протяжении всего исследуемого периода (рис. 3). С 1996 по 2000 годы производство подсолнечника составило 1693,3 тыс. тонн, за период 2001 – 2005 годов 2437,4 тыс. тонн, с 2006 по 2010 годы собрали 3662,1 тыс. тонн. В целом за 22 года производство подсолнечника возросло в 2,6 раза с рекордным валовым сбором 2011 года в 1004,2 тыс. тонн. В среднем было произведено подсолнечника в год:

- за период с 1996 по 2000 год – 338,7 тыс. тонн;
- за период с 2001 по 2005 год – 487,5 тыс. тонн;
- за период с 2006 по 2010 год – 732,4 тыс. тонн.

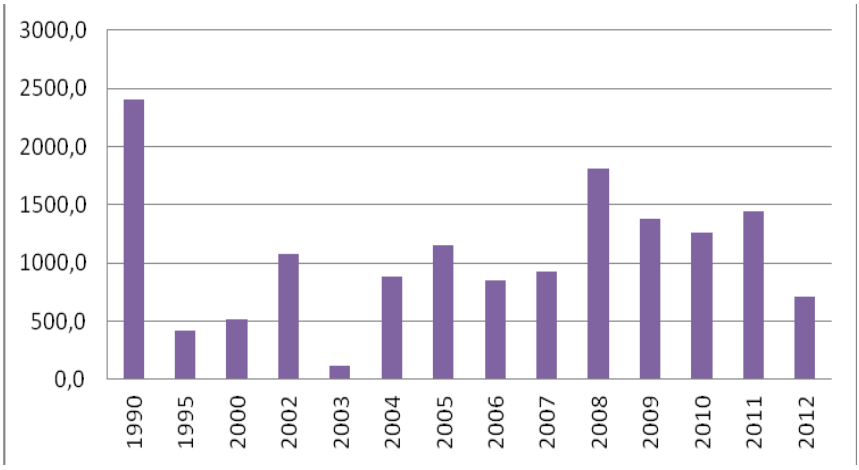


Рисунок 2 - Гистограмма объемов производства озимой пшеницы за 1990-2012 гг (тыс т.)

Производство кукурузы характеризуется неоднозначной динамикой (рис.4) [4,5,6,7]. За период с 2003 по 2007 год валовой сбор кукурузы на зерно составил 748,5 тыс. тонн, с 2008 по 2012 год – 577,5 тыс. тонн.

При этом показатели производства в начале 2000-х годов были самыми высокими за весь исследуемый период. Средний показатель производства кукурузы снизился:

- за 2003 – 2007 годы 149,7 тыс. тонн в год;
- за 2008 – 2012 годы 115,5 тыс. тонн в год.

Анализ структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур в регионе показывает, за счет чего были достигнуты высокие результаты производства[5,6].

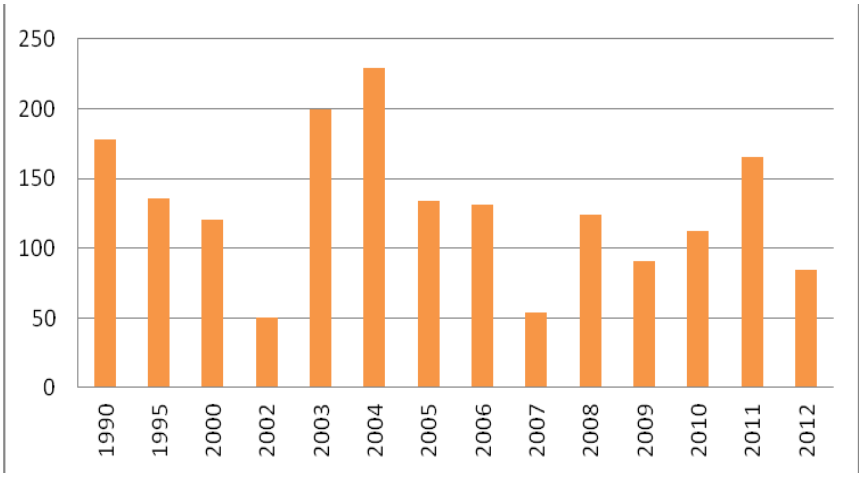


Рисунок 3 - Гистограмма объемов производства кукурузы на зерно за 1990-2012 гг (тыс. т.)

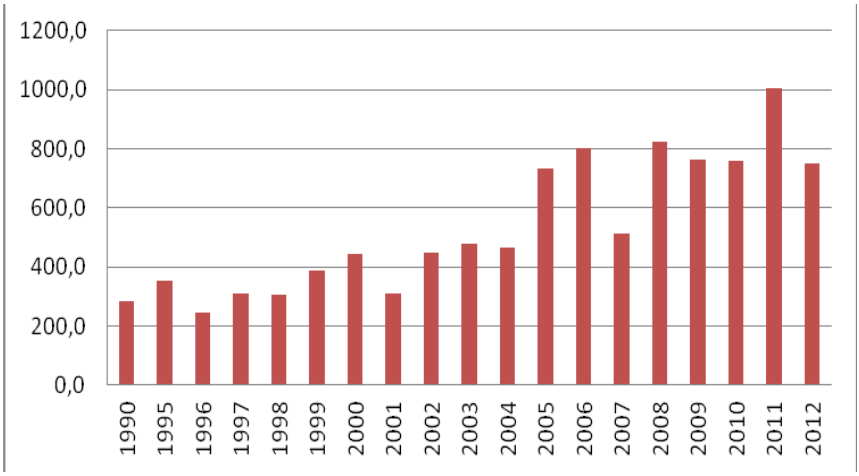


Рисунок 4 – Гистограмма объмов производства подсолнечника за 1990-2012 гг. (тыс т.)

В 1990 году посевная площадь сельскохозяйственных культур в Запорожском регионе составляла 1734,0 тыс. га. Из них 567,3 тыс. га занимала озимая пшеница, 192,3 тыс. га – подсолнечник, 48.0 тыс. га – кукуруза на зерно и 635 тыс. га – кормовые культуры.

При этом наибольшую долю занимали кормовые культуры – 36,6%, которые включали однолетние травы, многолетние травы, кукурузу на зеленый корм и силос. На втором месте находилась пшеница – 32,7%, посевные площади подсолнечника составляли 11,0%, кукурузы – 2,8%. Диаграмма структуры посевных площадей представлена на рис. 5.

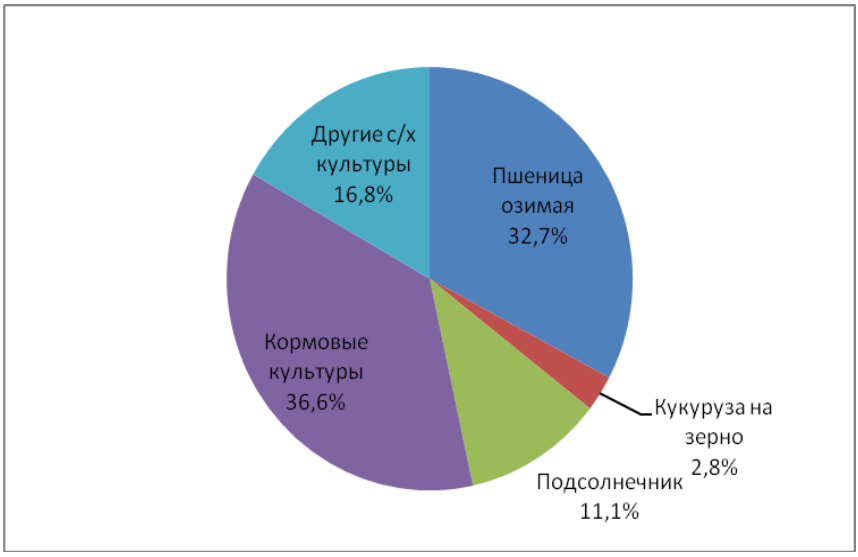


Рисунок 5 - Структура посевных площадей Запорожской области в 1990 году

В 2012 году наибольшую долю в структуре площадей занял подсолнечник – 39,7%, посевные площади которого составляли 609,0 тыс. га, что в 3,2 раза больше, чем в 1990 году. Доля площадей озимой пшеницы составила 27,2%, при этом она занимала 417,5 тыс. га. Площадь под кукурузой увеличилась почти в 2 раза – до 85,3 тыс. га, хотя ее доля составляет 5,7%. Доля площадей, занимаемых кормовыми культурами, сократилась в 10 раз: с 635 до 64,2 тыс. га (36,6% и 4,2% соответственно). Общая сумма всех посевных площадей в 2012 го-

ду в регионе составила 1535,1 тыс. га. Структура посевных культур представлена на рис.6.

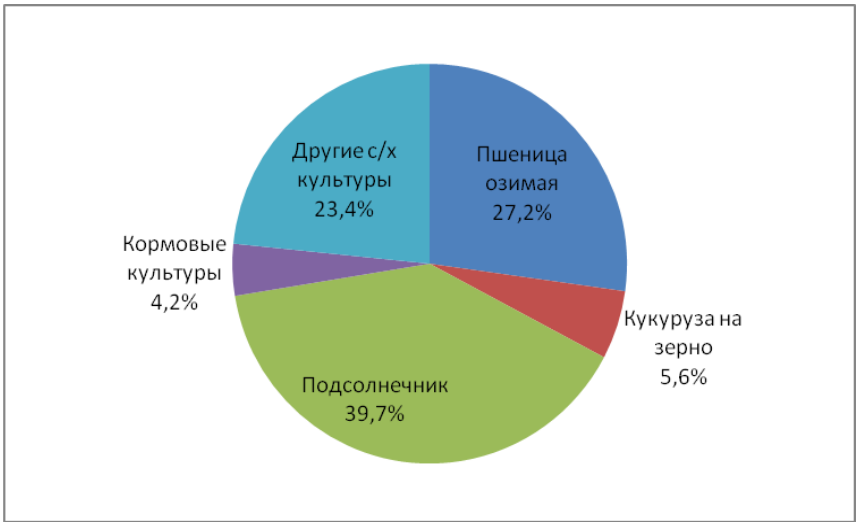


Рисунок 6 - Структура посевных площадей Запорожской области в 2012 году

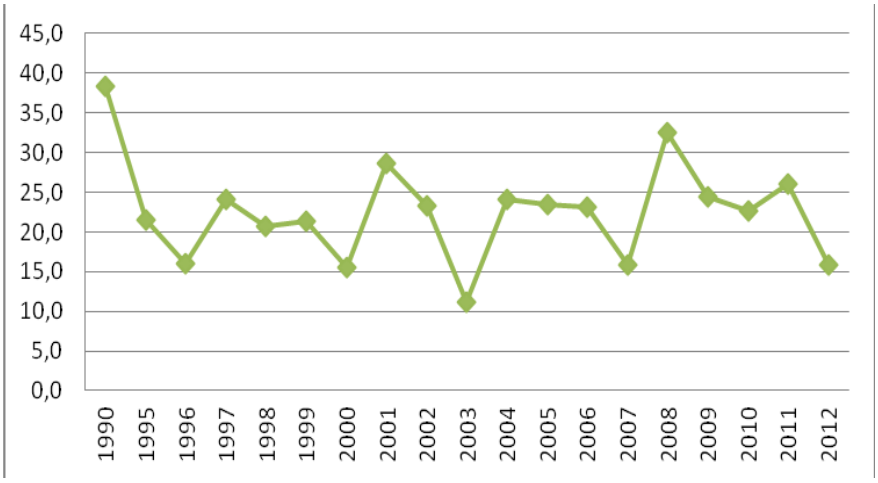


Рисунок 7 – Динамика урожайности зерновых культур за 1990-2012 гг (ц/га)

Анализ урожайности сельскохозяйственных культур с 1 га подтверждает вывод о том, что рост валового производства

указанных культур, достигается за счет увеличения посевных площадей под возделываемыми культурами.

За период с 1990 по 2012 год урожайность зерновых культур ни разу не превысила урожайность 1990 года, средняя урожайность за анализируемые пятилетия практически не изменилась:

- за период с 1996 по 2000 год – 19,5 ц/га;
- за период с 2001 по 2005 год – 22,1 ц/га;
- за период с 2006 по 2010 год – 23,7 ц/га.

Показатели урожайности озимой пшеницы и кукурузы на зерно близкие по динамике (рис.8) и демонстрируют едва заметную тенденцию к росту. Так, средняя урожайность пшеницы за 2003 – 2007 год составила 24,4 ц/га, кукурузы – 23,5 ц/га, за 2008 – 2012 год соответственно 27,5 и 26,2 ц/га.

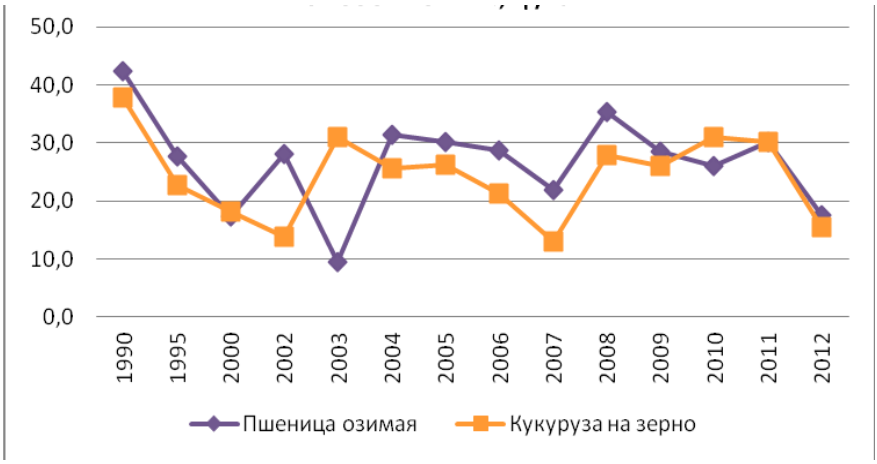


Рисунок 8 – Динамика урожайности озимой пшеницы и кукурузы на зерно за 1990-2012 гг. (ц/га)

Урожайность подсолнечника (рис.9) незначительно снизилась. Если в 1990 году она составляла 14,9 ц/га, то в 2012 – 12,6 ц/га. Максимальная урожайность подсолнечника наблюдается в 2011 году. Средняя урожайность подсолнечника в год составила:

- за период с 1996 по 2000 год – 11,7 ц/га;
- за период с 2001 по 2005 год – 11,3 ц/га;
- за период с 2006 по 2010 год – 12,9 ц/га.

При этом следует иметь в виду, что вынос азота из почвы 1 тонны зерна пшеницы и кукурузы составляет свыше 30 кг, 1 тонны подсолнечника -60 кг. Из объемов производства данных культур следует, что в 1990 году пшеницей было вынесено 72,06 тыс. тонн азота, кукурузой – 5,33 тыс. тонн, подсолнечником – 17,05 тыс. тонн. Средний показатель за 2010 – 2012 годы составляет 39,66 тыс. тонн, 3,47 тыс. тонн и 49,22 тыс. тонн соответственно. Суммарный вынос азота валовой урожайностью озимой пшеницей, кукурузой и подсолнечником в 1990 году составил 94,44 тыс. т. Аналогичный показатель за 2010 – 2012 годы сопоставим с показателем 1990 года и составил в среднем – 92,35 тыс. т, но следует принять во внимание количество применяемых органических и минеральных удобрений в регионе в анализируемый период для производства полученных объемов урожая данных культур.

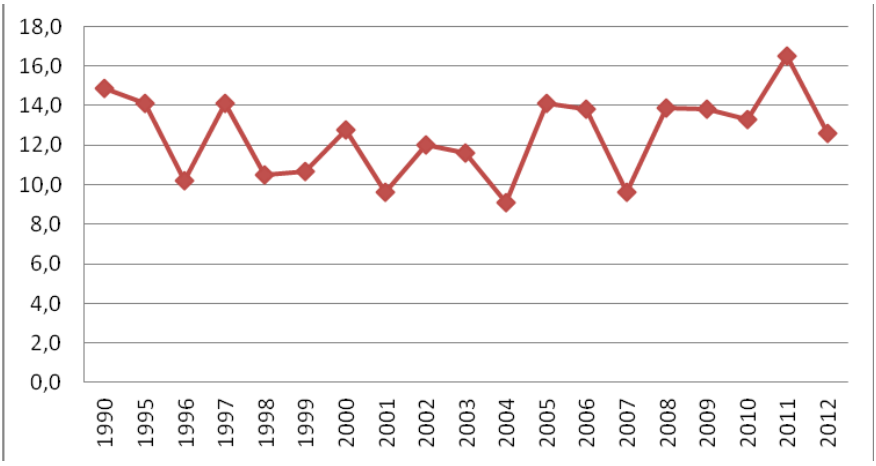


Рисунок 9 – Динамика урожайности подсолнечника за 1990-2012 гг. (ц/га)

В 1990 году было внесено минеральных удобрений в объеме 151,6 тыс. тонн, органических удобрений – 10738,2 тыс. т [4,5,8].

В 2000 году внесение минеральных удобрений составляет всего 10 тыс. тонн, в последующие годы отмечается незначительный рост. В 2012 количество внесенных минераль-

ных удобрений в регионе под сельскохозяйственные культуры в 3 раза меньше объемов 1990 года (рис.10) [8].

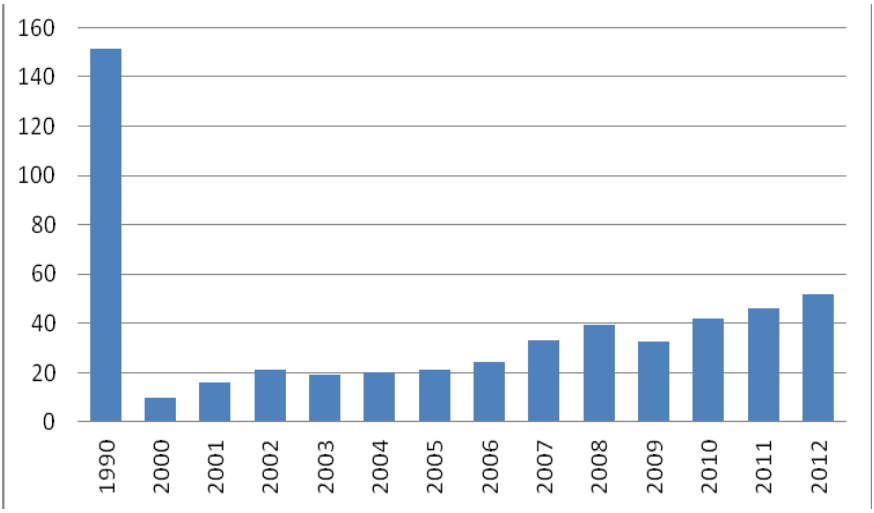


Рисунок 10 – Гистограмма объемов внесенных минеральных удобрений за 1990-2012 гг (тыс. т.)

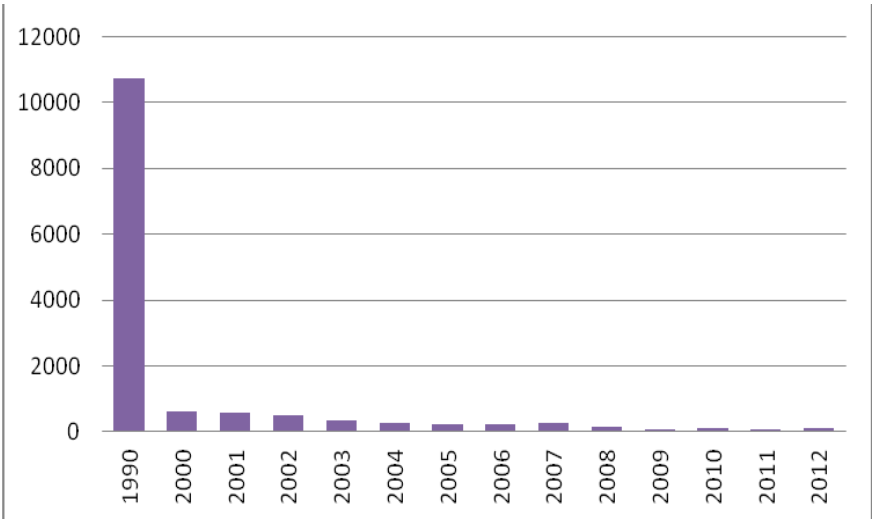


Рисунок 11 – Гистограмма объемов внесенных органических удобрений за 1990-2012 гг (тыс. т.)

Соответственно в 2000 году было внесено 615,3 тыс. тонн органических удобрений, что в 17 раз меньше, чем в 1990, в 2012 – 130,6 тыс. тонн. Это в 82 раза меньше по сравнению с 1990 (рис.11) годом [8].

В среднем за год было внесено удобрений:

- за период с 2000 по 2003 год – 16,7 тыс. тонн минеральных и 522,6 тыс. тонн органических;
- за период с 2004 по 2007 год – 24,9 тыс. тонн минеральных и 244,9 тыс. тонн органических;
- за последние 5 лет (2008 – 2012) – 42,4 тыс. тонн минеральных и 114,5 тыс. тонн органических удобрений.

Анализ графиков внесения минеральных и органических удобрений с валовым производством зерновых культур за период 1990 – 2012 годов (рис. 12) демонстрирует очевидный рост производства зерна на фоне катастрофического спада применения удобрений.

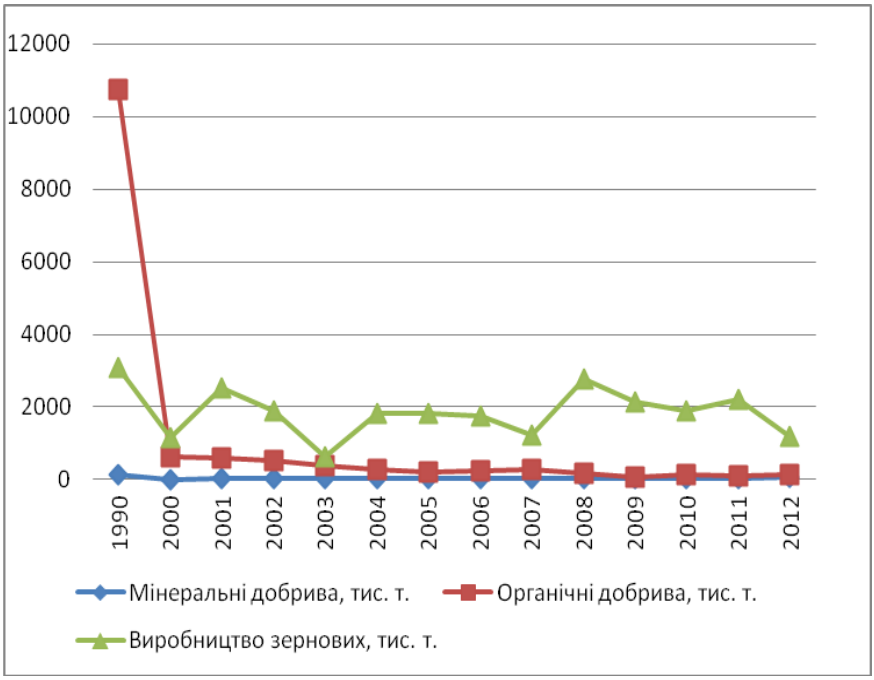


Рисунок 12 – Динамика внесения минеральных, органических удобрений и объемы производства зерновых в Запорожском регионе в 1990 – 2012 гг.

Урожаи сельскохозяйственных культур формируются преимущественно за счет использования природного (эффективного) плодородия почв, земледелие ведется в условиях недостаточного внесения удобрений, жесткого дефицита питательных веществ в почве, прогрессирующей деградации почв.

На основании анализа приведенных данных можно утверждать, что за исследуемый период достижения по валовому производству основных экспортноориентированных культур (озимой пшеницы, кукурузы на зерно, подсолнечника) получены в результате увеличения посевных площадей под этими культурами, за счет сокращения площадей под кормовыми культурами (однолетними и многолетними травами, кукурузой на силос и зеленый корм), т.е. тех, которые являются хорошими предшественниками и способствуют поддержанию и сохранению почвенного плодородия.

Баланс питательных веществ ежегодно с 2000 года был отрицательный в целом по области по всем элементам питания и по всем культурам [9]. Так, согласно научным отчетам Запорожского областного государственного проектно – технологического центра охраны плодородия почв и качества продукции (2005-2010годы) [9], в 2010 году вынос элементов питания на 1 га посевов превышал их поступление с минеральными и органическими удобрениями и другими источниками (естественная азотофиксация) на 84,2 кг, а только с минеральными удобрениями - на 109,6 кг.

Доля минеральных удобрений в формирование урожая составила 27 % , остальное - 73 % - за счет естественного плодородия почв.

Стоимость валовой продукции АПК региона, произведенной на площади 1091,7 тыс. га (68,2% от всей посевной площади 2010 года), составила – 4647,1 млн. грн. (табл. 1) в ценах 2010 года. Остальная площадь приходится на овоще - баштанные, кормовые культуры, включая 134,4 тыс. га чистых паров (8,4%).

При производстве указанных культур в 2010 году, как было отмечено ранее, вынос элементов питания NPK на 1га посевов превышал их поступление с минеральными и органическими удобрениями – на 109,6 кг. Превышение выноса NPK с площади 1091,7 тыс. га составило – 119650,3 т.

Таблица 1 - Эффективность использования земельных ресурсов в Запорожском регионе за 2010 год

Культура	Площадь посевов, тыс. га	Валовая урожайность, тыс. т	Закупочная цена, грн./ т	Стоимость валового урожая, тыс. грн.
Озимая пшеница	483,1	1257,3	1600	2011680,0
Кукуруза на зерно	36,4	112,3	1525	171257,5
Подсолнечник	572,2	758,2	3250	2464150,0
Всего	1091,7	-	-	4647087,5

Таблица 2 - Потери земельных ресурсов региона за счет превышения выноса NPK с урожаем сельскохозяйственных культур за 2010 год

Элемент питания	Превышение выноса NPK с урожаем, т	Содержание действующего вещества, %	Коэффициент использования элемента из минеральных удобрений	Количество минеральных удобрений, т	Цена минеральных удобрений, грн./т	Стоимость минеральных удобрений, тыс. грн.
N	43195,1	34	68	186829,9	2300	429708,8
P_2O_5	47082,6	17	32	865489,1	3000	2596467,3
K_2O	29372,6	60	82	59700,5	5000	298502,5

При расчетах табл. 2 мы исходили из фактического соотношения элементов питания, использованных на формирование урожая, - 1,0:1,09:0,68 (N: P: K) [9]. Превышение по элементам питания, использованное при производстве сельхозкультур, конвертировали в эквивалентное количество удобрений в физической массе: азот - в аммиачную селитру; фосфор - простой суперфосфат; калий - хлористый калий соот-

ветственно с учетом содержания действующего вещества в ценах 2010 года. Стоимость минеральных удобрений, необходимых для компенсации дефицита элементов питания, использованных на выращивание культур составила – 3324,68 млн. грн. Данный дефицит по элементам питания был компенсирован за счет природного (эффективного) плодородия почв региона.

В среднем за 2006 – 2010 годы отрицательный баланс гумуса в области достиг 789 кг/га. В 2010 году баланс гумуса отрицательный – 0,848 т/га [9]. С площади 1091,7 тыс. га, занятой указанными культурами, дефицит гумуса составил – 925761,6 т. Для бездефицитного баланса гумуса необходимо было внести 19,3 т/га навоза или других органических удобрений. Общее количество навоза, необходимого для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в регионе в 2010 году, составляет – 21069,8тыс. т. Средняя цена одной тонны навоза КРС в Запорожской области равна 100 грн/т. Стоимость навоза, необходимого для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в регионе за 2010 год, составляет – 2107,0 млн. грн.

Стоимость валовой продукции в АПК региона, полученной в 2010 году составила 4647,1 млн. грн. Ущерб, принесенный при этом земельным ресурсам, исчисляется, если просуммировать стоимость недовнесенных минеральных и органических удобрений за 2010 год, в сумме - 5431,7 млн. грн. В расчетах не учитывались затраты, связанные с погрузкой, разгрузкой, транспортировкой и внесением удобрений, а также затраты на внесение удобрений на площади, отведенные под пары.

Применение органических и минеральных удобрений остается основным фактором сохранения плодородия почв и стабилизации аграрного производства. Мировой опыт убеждает, что экстенсивное ведение земледелия без применения удобрений неизбежно ведет к постепенному истощению плодородия почв и снижению урожайности выращиваемых культур.

Выводы. Анализ динамики экономического роста в АПК Запорожского региона с начала земельной реформы по настоящее время показывает, что увеличение объемов производства основных ориентированных на экспорт сельскохозяйственных культур, таких как озимая пшеница, кукуруза на зерно, подсолнечник, достигнуты не за счет интенсивных технологий выращивания, а в результате изменения структуры посевных площадей. Доля подсолнечника в структуре посевных

площадей увеличилась в 3,2 раза и достигла 39,7% , кукурузы на зерно - в 2 раза за счет сокращения посевных площадей под однолетними, многолетними травами и кукурузой на зеленый корм в 10 раз. Одним из факторов сдерживания роста урожайности сельскохозяйственных культур с 1га за исследуемый период является катастрофическое снижение количества применяемых минеральных и органических удобрений в регионе. Количество используемых минеральных удобрений уменьшилось в 3раза, органических - в 82 раза в сравнении с 1990 годом. Урожайность зерновых, подсолнечника с 1га данного периода не достигла урожайности 1990 года.

Экстенсивный метод в использовании земельных ресурсов в регионе привел к тому, что баланс питательных веществ ежегодно с 2000 года был отрицательный в целом по области по всем элементам питания и по всем культурам. В среднем за 2006 – 2010 годы отрицательный баланс гумуса в области достиг 789 кг/га.

Стоимость валовой продукции в АПК региона, полученной в 2010 году составила 4647,1 млн. грн. Ущерб, принесенный при этом земельным ресурсам, исчисляется в сумме – 5431,7 млн. грн. В расчетах не учитывались затраты, связанные с погрузкой, разгрузкой, транспортировкой и внесением удобрений, а также затраты на внесение удобрений на площади, отведенные под пары. В стремлении к экономическому росту в АПК региона недопустимо игнорировать внушительные побочные эффекты, выражающиеся в сокращении природных богатств, не учитывать снижения почвенного плодородия, деградации земель. Современный кризисное состояние земельных ресурсов в Запорожской области, падение плодородия почв и масштабное распространение почвенных деградационных процессов обусловливают потребность существенных изменений в хозяйственной деятельности человека и природопользовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заєць О. І. Правові аспекти земельної реформи в Україні: монографія / О. І. Заєць. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. – 186 с.

2. Діденко О. А. Формування економічних кластерів як чинник регіонального розвитку / О. А. Діденко // Збірник нау-

кових праць «Економіка і регіон». – Випуск № 25-С.2, 2010. – Полтава: ПНТУ. – 2010. – С. 30-34.

3. Рослинництво Запорізької області. Статистична інформація. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа к док.:

http://www.zp.ukrstat.gov.ua/images/stories/roslynnuctvo_god_2012.pdf

4. Статистичний щорічник Запорізької області за 2004 рік // За ред. В. П. Головешка / Голов. управ. статистики у Запоріз. обл. – Запоріжжя, 2005. – 406 с.

5. Статистичний щорічник Запорізької області за 2011 рік // За ред. В. П. Головешка / Держ. служба статистики України, Голов. управ. статистики у Запоріз. обл. – Запоріжжя, 2012. – 504 с.

6. Посівні площі сільськогосподарських культур під урожай 2012 року // Державна служба статистики України. – К., 2011. – 53 с.

7. Збір урожаю сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду в регіонах України за 2012 рік // Державна служба статистики України. – К., 2013. – 102 с.

8. Внесення мінеральних та органічних добрив під урожай сільськогосподарських культур у 2012 році // Державна служба статистики України – К., 2013. – 52 с.

9. Маркін О. М. Якісний стан грунтів Запорізької області та шляхи підвищення їх родючості / О. М. Маркін , О.О. Сезоненко, О. В. Головченко і інш. // Информаційний збірник м. Запоріжжя – 2011. – 66 с.

BIBLIOGRAHY

1. Zaiets’ O. I. Law aspects of land reform in ukraine: monographiya / O. I. Zaiets’. – K.: Vydavnycho-poligrafichny tsentr «Kyivsky universytet», 2006. – 186 s.

2. Didenko O. A. Formation of economic clasters as factor of economic development / O. A. Didenko // Zbirnyk naukovyh prats’ «Ekonomika i region». – Vypusk № 25-C.2, 2010. – Poltava: PNTU. – 2010. – S. 30-34.

3. Crop cultivation in Zaporizhzhya region. Statistical information. – [E-resource]. – Rezhim dostupa.:

http://www.zp.ukrstat.gov.ua/images/stories/roslynnuctvo_god_2012.pdf

4. Statistical annual of Zaporizhzhya region for 2004 year // Za red. V.P.Goloveshka/ Golov.uprav. statistiki u Zaporiz.obl.– Zaporizhzhya, 2005. – 406 s.

5. Statistical annual of Zaporizhzhya region for 2011 year // Za red. V.P.Goloveshka/ Derz.hsluzhba statystyky Ukrainy. Golov.uprav. statistiki u Zaporiz.obl.– Zaporizhzhya, 2012. – 504 s.

6. Area under crops for harvesting in 2012 // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – K., 2011. – 53 s.

7. Harvesting of crops, fruit, berries and grape in regions of Ukraine in 2012 // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – K., 2013. – 102 s.

8. Applying organic manure under crop harvest in 2012 // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy – K., 2013. – 52 s.

9. Markin O. M. Qualitative soil conditions in Zaporizhzhya region and soil enrichment methods / O. M. Markin , O.O. Sezonenko, O. V. Golovchenko and oth.. // Informatsiyny zbirnyk м. Zaporizhzhya – 2011. – 66 s.

EFFECTIVENESS ANALYSIS OF LAND RESOURCES USAGE IN ZAPORIZHZHYA REGION

A. E. Tkachuk, A. A.Sezonenko, M. M.Handoga

Summary

The statistics about production parameters of grain and some oil crops in Zaporizhzhya regions within the last 20- 25 years has been given. The structure of area and dynamics of applying various fertilizers have been reported. It gave an option to conclude that the growth of gross grain yield was influenced by structure of area but generally the factor kept the yield growth became quantity reduction of applied fertilizers.

Key words: gross collection, land resource, agricultural crops, income, level of profitability

УДК 631.1.027:[631.152:658.012.011.56]

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ МАРКЕТИНГУ ДОРАДЧИХ ПОСЛУГ В АГРАРНІЙ СФЕРІ

Якунічева А.Ю., асп.
Таврійський державний агротехнологічний університет
м. Мелітополь, Україна
Тел. 0619-42-25-85

Анотація. В статті розглядається система маркетингу дорадчих послуг, яка базується на комплексі маркетингу. Елементи маркетинг-міксу адаптовані відповідно до особливостей дорадчих послуг, через застосування зовнішнього, внутрішнього та двохстороннього маркетингу.

Ключові слова: маркетинг послуг, система маркетингу дорадчих послуг, маркетинг-мікс послуг, зовнішній (традиційний) маркетинг, внутрішній маркетинг, двохсторонній (інтерактивний) маркетинг.

Постановка проблеми. Формування та ефективне функціонування системи маркетингу дорадчих послуг може здійснюватись при наданні належної уваги маркетинговому аспекту дорадчої діяльності. Проведений нами аналіз дорадчої діяльності виявив, що однією з причин недостатнього рівня розвитку дорадчих служб в Україні є недосконалість маркетингового механізму управління діяльністю та просуванням дорадчих послуг на ринок. Так, серед існуючих дорадчих формувань не існує окремого підрозділу по роботі з персоналом або відділу маркетингу надання дорадчих послуг.

Проведене опитування серед працівників дорадчих служб виявило сприйняття та підтримку впровадження для здійснення маркетингових функцій відповідних відділів, або посади маркетолога. Але сучасний стан дорадчої діяльності в більшості служб не в змозі забезпечити утримання фахівців з

Публікується за рекомендацією: чл. –кор. МААО, к.е.н., доц. Вороновської О.В.

маркетингу, тому маркетингові функції повинні розповсюджуватись на існуючих працівників дорадчих служб, дорадників та експертів-дорадників.

Аналіз останніх досліджень. Дорадчі служби можуть не мати окремого маркетингового відділу, так як це прийнято в консалтингових фірмах, розмір дорадчих формувань та обсяг запропонованих послуг більшості дорадчих служб не потребує доволі поширених серед консалтингових фірм відділів: «відділ продажу» або «відділ маркетингу та збуту», «відділ по роботі з персоналом», які певною мірою відображають сутність маркетингової діяльності. Натомість існують фінансові, часові та кадрові переваги передачі на аутсорсинг стороннім професійним маркетинговим організаціям необхідних для діяльності дорадчої служби маркетингових досліджень.[7, с.51]. Недоліком такого варіанту є втрата дорадчою службою частини власних функцій, тим більше, маркетингові функції повинні бути не одноразовим заходом, тож з'являється проблема з високими витратами на перманентний аутсорсинг з маркетингу дорадчих послуг.

Як показує світовий досвід, по-справжньому ефективною система маркетингу стає тоді, коли всі її працівники задіяні в маркетинговому процесі, та розуміють, що своїми робочими місцями вони зобов'язані клієнтам (споживачам). Філософія здійснення дорадчої діяльності органічно співпадає з загальноприйнятою філософією маркетингу ведення консалтингового бізнесу, та передбачає орієнтацію на споживача як основу ефективної та успішної діяльності сервісної організації.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є розгляд системи маркетингу дорадчих послуг через надання детальної характеристики окремим елементам комплексу маркетингу дорадих послуг.

Основна частина. Система маркетингу дорадчих послуг – це сукупність соціально-економічних елементів ринку дорадчих послуг та елементів маркетинг-міксу дорадчих послуг, взаємозв'язок яких забезпечує як формування попит на послуги, так і ефективний маркетинг дорадчих послуг.

У контексті нашого дослідження заслуговує на увагу погляди Пащук Л. та Голобородько І., які у сфері послуг пропонують спиратись на модель Котлера – «трикутна» концепція маркетингу (рис. 1), в якій розрізняються три взаємопов'язані одиниці

маркетингу: керівництво компанії, персонал та споживачі. Три ключові одиниці утворюють три типи взаємодій: «компанія – споживач» (зовнішній (традиційний) маркетинг), «компанія – персонал» (внутрішній маркетинг), «персонал – споживач» (двохсторонній (інтерактивний) маркетинг).

Рисунок 1 – Типи маркетингу в сфері послуг

Виходячи з традиційних елементів 4Р (продукт, ціна, канали розподілу, просування) розглядаємо дорадчу послугу як об’єкт дії маркетингового інструментарію, так і з урахуванням впливу основних положень двохстороннього, внутрішнього і зовнішнього маркетингу, розробляємо відповідний комплекс маркетингу дорадчих послуг на рис. 2.

Розглянемо детально кожний сектор представленої схеми на рис. 2. Перший сегмент комплексу маркетингу дорадчих послуг – Продукт (безпосередньо сама дорадча послуга). З точки зору маркетингу дорадча послуга розглядається як процес здійснення послуги, щодо якого є можливим застосовувати маркетинговий інструментарій. Особлива увага при цьому приділяється якості цієї послуги.

Комплекс двохстороннього (інтерактивного) маркетингу базується на застосуванні маркетингу взаємодій виробника послуги та її споживача, направлений на встановлення довгострокових зв’язків між дорадниками та клієнтами. В такому

разі якість послуги залежить від якості відношень побудованих в системі «дорадник-замовник». На значимість якості послуги вказував і Жан Жак Ламбен, який виділяв три групи факторів, які забезпечують конкурентні переваги. Серед них: відмінна якість, що являє собою підвищену цінність для покупців, висока продуктивність, що дозволяє зменшити витрати та ключові компетенції – особливий навик, що створює унікальну цінність для споживачів. [1, с.50]

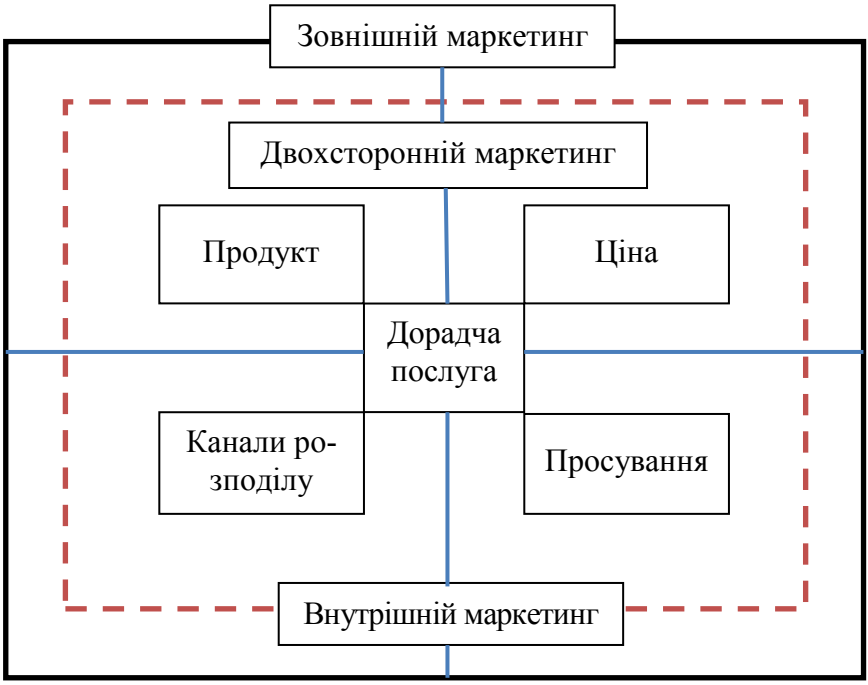


Рисунок 2 - Комплекс маркетингу дорадчих послуг

Прийняті дії двохстороннього маркетингу, орієнтованого перш за все на споживача, як наслідок створюють підґрунтя для зовнішнього маркетингу у формі доброї репутації дорадчої служби та використання для завоювання ринку консультаційних послуг «імені» дорадчої служби, що надасть додаткові конкурентні переваги.

Внутрішній маркетинг працює над створенням в середині організації умов для надання якісних дорадчих послуг та відповідності створеному образу дорадчої послуги серед споживачів.

Таким чином, перший сегмент представленої схеми виходить з поняття якості дорадчої послуги, що є вихідним по-

ложенням побудови всього комплексу маркетингу дорадчої послуги, як продукту. Такого висновку також доходить К. Лавлок, у своїй праці «Маркетинг послуг: персонал, технології,стратегії», який пропонує використовувати у комплексі елементів маркетингу послуг, замість 7 елементів вісім, 8 Р – продуктивність та якість, що розглядалась не окремо, а єдиним цілим враховуючи їх взаємозв'язок.

Окремим і важливим елементом маркетинг-міксу є ціна дорадчої послуги – другий сектор на рис. 2. На методику формування ціни на дорадчі послуги впливає чимало факторів, серед яких існують як особливості самої послуги, так і сприйняття цінності дорадчої послуги її замовником.

Отримуючи лише кінцевий результат споживачу важко встановити реальну ціну дорадчої послуги, виходом з цієї ситуації є участь споживача-замовника у процесі надання послуги. На перше місце в цьому випадку виходять засади двохстороннього маркетингу. Ціна на дорадчі послуги в такому випадку залежить від ступені співучасті замовника у процесі надання послуги. Дорадча служба в умовах тісної співпраці зі своїми клієнтами може мати аргументацію для роз'яснення встановлених цін, створюючи таким чином відкритий мікроклімат у партнерських відносинах. Такий підхід дозволяє підвищити прозорість дорадчої діяльності, та підтверджує важливість активної участі клієнта в дорадчому процесі в його ж інтересах.

Для зовнішнього маркетингу актуальним стає досягнення певного рівня довіри до встановлених цін з боку споживачів та майбутніх клієнтів, довіра - це ще одна конкурентна перевага дорадчої служби.

Внутрішній маркетинг у процесі ціноутворення відіграє роль підсилювача активності персоналу дорадчої служби, самих дорадників до співпраці з замовником. Така співпраця може мати успішний вихід лише за умови відповідно умотивованих дорадників. Досвід роботи дорадчих служб, показує, що дорадники, як і консультанти консалтингових фірм не мотивовані займатись маркетингом послуг, та розглядають маркетинговий аспект як додаткове навантаження. Щоб це становище змінилось, необхідно застосувати мотивацію персоналу.

Таким чином підґрунтям для успішного здійснення комплексу маркетингу у другому секторі (Ціна) є мотивація персоналу дорадчої служби.

Мотивація персоналу – це процес спонукування кожного співробітника і всіх членів його колективу до активної діяльності для задоволення своїх потреб і для досягнення цілей організації за допомогою конкретною системою мотивів. [3, с.141]

Однією з проблем дорадництва в Україні називають відсутність «звички до споживання» дорадчих (інформаційно-консультаційних) послуг. Щоб утримати клієнтів необхідно постійно нагадувати їм про пропоновані послуги, інформувати о сучасних нових послугах.

Відповідно до положень в ціноутворенні дорадчих послуг та використанні маркетинг-міксу взагалі, визначальним фактором є елемент комплексу маркетингу – просування**.** У свою чергу у просуванні задіяний все той же персонал дорадчої служби. Дорадник розглядається як частина самої дорадчої послуги.

Двохсторонній маркетинг дорадчих послуг засновується на регулюванні інформаційних потоків між дорадниками та клієнтами дорадчої служби. Таким чином задоволення потреби клієнта створює позитивний імідж дорадчої служби, що є об’єктом впливу зовнішнього маркетингу такого інструменту маркетинг-міксу як просування дорадчих послуг.

Збутова політика дорадчої служби повинна виходити з того, що дорадчі послуги, як і інформаційні, консалтингові послуги не є послугами масового споживання, а тому майже не потребують реклами, PR-акцій.

Дорадник під час особистих контактів знаходить клієнта та своїми діями повинен створити позитивний імідж дорадчої послуги. Враховуючи це, ми вважаємо, що найбільш ефективними методами просування дорадчих послуг на ринок є: проведення семінарів, публічні виступи на масових спеціалізованих заходах, публічні дослідження у формі виставок, статей у широковідомих професійних журналах, участь в сільськогосподарському житті країні, просування дорадчих послуг в мережі Internet збір рекомендацій від клієнтів та їх розміщення на сайті дорадчої служби. [6, с.27], просування товарів та послуг через соціальні мережі, на кшталт Facebook та

Youtube, що вже використовується деякими дорадчими формуваннями можливості роботи в Social Media [5].

Останній розглянутий у схемі на рис. елемент – канали розподілу. Для дорадчих служб характерний нульовий тип каналу розподілу (без посередників), адже найпоширенішим є прямий маркетинг. Американська Асоціація прямого маркетингу (Direct Marketing Association) виділяє традиційні його форми: персональний продаж, пряме поштове розсилання,продаж за каталогами, телемаркетинг, інтерактивний маркетинг (через мережу інтернет), продаж по телебаченню та ін.

Висновок. Основну увагу при розгляді складових елементів комплексу маркетингу дорадчих послуг приділяють самому продукту- якісній послузі та персоналу, - вмотивованим дорадникам. Не менш важливими складовими є встановлений рівень цін на послуги та просування і розподіл пропонованих послуг. Завдяки залученню до маркетингу самих дорадників, маркетинг має увійти у повсякденну практику роботи організації та стати однією з найдіяльніших концепцій управління дорадчою службою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войчак А.В. Конкурентні переваги підприємства: сутність та класифікація/ А.В. Войчак, Р.В. Каишніков // Маркетинг в Україні 2005.-№ 2.- С. 50-53

2. Менеджмент безпеки персоналу/ Конспект лекцій/ З.Б. Живко, Л.М. Томаневич, В.С. Дудюк, М.І. Копитко, С.М. Лихолат; за ред. З.Б. Живко. – Львів: Ліга-Прес, 2012. – 204 с.

3. Моргулець О. Б. Менеджмент у сфері послуг. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 384 с.

4. Офіційна сторінка National Association of Agricultural Advisory Services of Ukraine [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.facebook.com/adm.NAAASU . – Назва з екрану

5. Пащук Л. Особливості формування комплексу маркетингу у сфері туристичних послуг/ Л. Пащук, І. Голобородько // Маркетинг в Україні. - №4. – 2012 . - С. 37-44

6. Расходов П. Digital_маркетинг: вперед у майбутнє/ П. Расходов//Маркетинг в Україні . – 2011. - № 1(65)-С.27-29

7. Язвінська Н. Аутсорсинг на ринку маркетингових послуг:"за" і "проти" залучення зовнішніх підрядників / Н.

Язвінська, А. Овчиннікова// Маркетинг в Україні. – 2011. - № 1(65). -С.50-57

BIBLIOGRAPHY

1. Voychak A.V. Competitive advantage: the nature and the classification/ A.V. Voychak, R.V. Kaishnikov // Marketing v Ukraine 2005.-№ 2.- S. 50-53

2. Security management of personnel/ Konspekt lektsiy/ Z.B. Zhivko, L.M. Tomanevich, V.S. Dudyuk, M.I. Kopitko, S.M. Likholat; za red. Z.B. Zhivko. – Lviv: Liga-Pres, 2012. – 204 s.

3. Morgulets O. B. Management in the service sector: navch. posib. – K.: Tsentr uchbovoi literatury, 2012. – 384 s.

4. Ofitsiyna storinka National Association of Agricultural Advisory Services of Ukraine [Elektronny resurs]. Rezhim dostupu: https://www.facebook.com/adm.NAAASU . – Nazva z ekranu

5. Pashchuk L. Peculiarities of formation of the marketing mix in tourism services/ L. Pashchuk, I. Goloborodko // Marketing v Ukraini. - №4. – 2012 . - S. 37-44

6. Raskhodov P. Digital_marketing: forward to the future/ P. Raskhodov//Marketing v Ukraini . – 2011. - № 1(65)-S.27-29

7. Yazvinska N. Autsorsing in the market of marketing services "for" and "against" attraction of external contractors/ N. Yazvinska, A. Ovchinnikova// Marketing v Ukraïni. – 2011. - № 1(65). -S.50-57

THE FORMATION OF MARKETING OF ADVISORY SERVICES IN THE AGRARIAN SECTOR

A. Yu. Yakunicheva

Summary

In the article the marketing system of advisory services based on marketing mix. Elements of the marketing mix adapted to accordance with the peculiarities advisory services, through the use of external, internal and bilateral marketing.

Keywords: marketing services, marketing system of advisory services, marketing mix of services, external (traditional) marketing, internal marketing, bilateral (online) marketing.

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
КВ № 19398-9198 Р
від 01.10.2012 р.

Підписано до друку 10.06.2014 р.
Формат видання 50х75,
друк Rizo
22,5 умов., друк. арк.
тираж 100 прим.

Друкарня Копіцентр «Документ-сервіс»

Адреса редакції:
просп. Б. Хмельницького 18, ауд. 2.107.
м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 Україна
e-mail: uv.maao@mail.ru

© Українське відділення міжнародної громадської організації Міжнародна Академія аграрної освіти, 2014