

Научно-прикладные аспекты развития технико-технологических решений в агробиотехнологиях

Владимир Кравчук

доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НААН Украины, директор УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого, 08654, Украина, Киевская обл., Васильковский р-н., ул. Инженерная, 5, тел. (095)2879687, (04571)33657, e-mail: kravchukvi@ukr.net

Аннотация. Изложены результаты исследований биотехнологий выращивания сельскохозяйственных культур, а также сформулированы задачи инженерного обеспечения биологизации земледелия и пути их решения.

Ключевые слова: биотехнология, сельскохозяйственные машины, информационно-управляющие средства, концепция, развитие.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие человечества приблизилось к состоянию, которое характеризуется увеличением количества населения, уменьшением производства продовольствия на душу населения, возрастанием количества энергии, затрачиваемой на производство единицы продуктов питания и возрастающими экологическими проблемами, вызванными его жизнедеятельностью. Поэтому основой дальнейшего выживания человечества является обеспечение населения безопасными продуктами питания при минимальном влиянии на окружающую среду и ограниченных ресурсах производства.

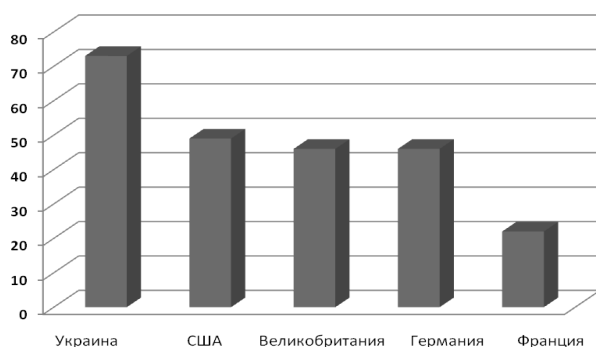


Рис. 1. Затраты энергии на производство единицы продукции зерновых, кВт · час/ц

Fig. 1. Energy costs per unit of production of cereals, kW · h / c

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Украина, как и мировое сообщество, сталкивается с проблемами повышения затрат энергии на производство продуктов питания (рис. 1), увеличением объемов применяемых средств защиты растений (рис. 2), и, как следствие, усилением воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду.

Одним из направлений решения вопроса может быть более интенсивное использование биологических составляющих в технологиях производства сельскохозяйственной продукции, что позволит получать безопасную для здоровья человека продукцию, высокоэффективную с технологической точки зрения, снижать затраты энергии и техногенную нагрузку на окружающую среду [2]. При этом объемы производства такой продукции должны решить вопрос продовольственной безопасности, а технологические операции производства непременно должны учитывать условия взаимодействия составляющих сложной динамической системы [1] «почва – растение – человек – машина – окружающая среда» [3] (рис. 3).

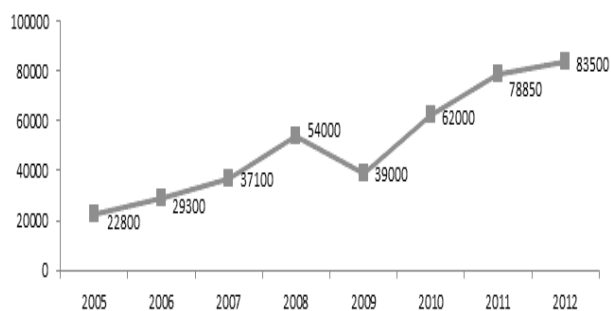


Рис. 2. Динамика импорта средств защиты растений в Украину, тыс. т

Fig. 2. Dynamics of import of plant protection products in Ukraine, thousands t

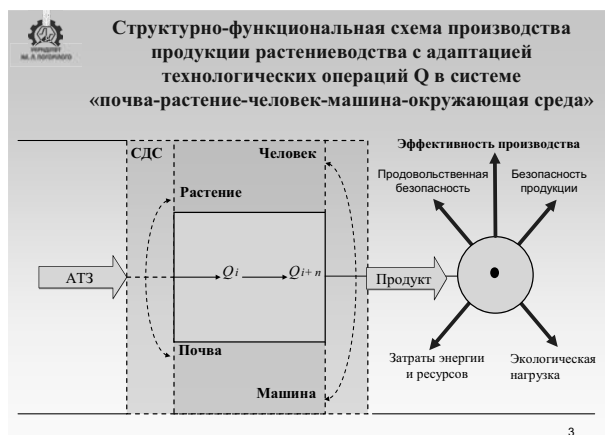


Рис. 3. Структурно-функциональная схема производства продукции растениеводства с адаптацией технологических операций в системе «почва – растение – человек – машина – окружающая среда» [2]

Fig. 3. Structural and functional layout of crop production with the technological process steps adaptation in the «soil - plant - man - machine - environment» [2]

Сегодня актуальность экологических вопросов в мире достигла такого уровня, что возникла необходимость в разработке системы действий, которые снижали бы негативное влияние человеческой деятельности на окружающую среду. Принципы такого подхода изложены в международных стандартах серии ISO 14000 и модели системы экологического управления PDCA (Plan-Do-Check-Act (планируй-делай-проверяй-действуй)) – непрерывного интерактивного процесса, который дает возможность организации разработать, внедрить и поддерживать экологическую политику. Указанная модель представляет организационную структуру, в которой нужно постоянно проводить мониторинг и периодический анализ для обеспечения экологического управления с учетом изменения внешних и внутренних факторов.

Одним из примеров использования названных подходов экологического управления может служить

интегрированная система управляемого земледелия, разработанная в УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11](рис. 4):

В соответствии с приведенным алгоритмом, система управляемого земледелия строится на принципах мониторинга агресурсных систем, адаптации агротехнологий на базе дефрагментации машинно-тракторного парка и системе экологического управления, которая включает программирование, гарантированно-адаптивное управление и многокритериальную экспертизу [12]. Все элементы интегрированной схемы объединяются информационно-управляющей системой.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В Институте на протяжении ряда лет проводится мониторинг агресурсных систем с использованием средств дистанционного зондирования Земли. Используя базу данных о состоянии окружающей среды, которая описывается более 20 показателями на глубину до 30 лет, а также информацию поточных наблюдений, сотрудники Института проводят исследования, связанные с прогнозированием урожайности основных сельскохозяйственных культур по административным областям Украины.

Принципы дефрагментации машинно-тракторных агрегатов базируются на разработанной в Институте научно-практической методике ранжирования, универсализации и интеллектуализации сельскохозяйственной техники.

Ранжирование предполагает определение и выбор лучшей машины типоразмерного ряда путем анализа показателей назначения, качества технологического процесса, экономии топлива, надежности, технологичности, эргономичности и безопасности.

Универсализация предусматривает выбор машины по пригодности к использованию на нескольких технологических операциях, а также приспособленности к осуществлению нескольких функций.

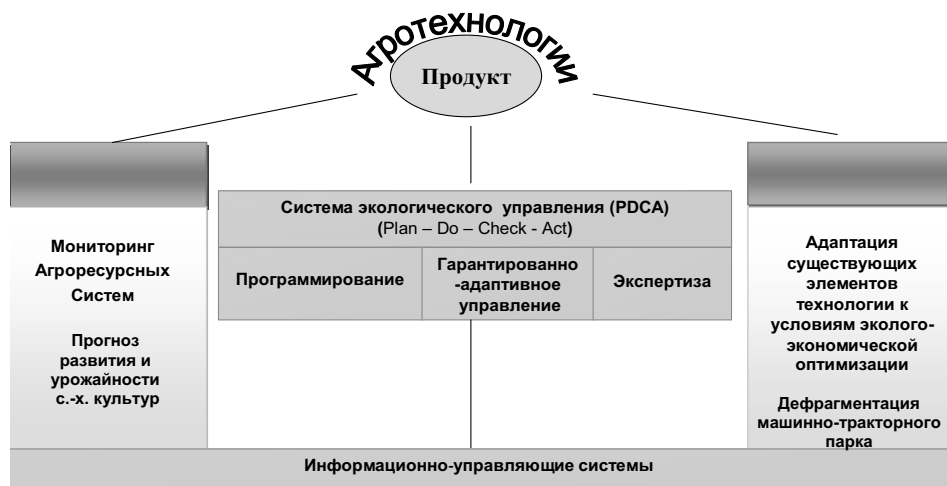


Рис. 4. Алгоритм системы управляемого земледелия УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого

Fig. 4. The managed farming system algorithm at L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Интеллектуализация предусматривает использование средств автоматизированного контроля качества и управления технологическим процессом, связанных с системами пространственно-временного позиционирования.

Такие решения дают возможность сбалансировать и объединить экономические и экологические интересы производства, заранее согласовать экологические цели и задачи с конкретными финансовыми результатами деятельности, гарантированно направить ресурсы туда, где их использование дает наибольшую выгоду, как в финансовом, так и в экологическом аспекте.

Использовать элементы системы следует с учетом функций почвы, растений и микроорганизмов, а также максимального использования их потенциала в процессе производства продуктов питания. С учетом изложенного в УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого разработан и реализован проект «Биотехнология» [13] (рис. 5).

Растение, как любой живой организм, развивается в условиях сложных взаимодействий с объектами окружающей среды, основными из которых являются почва и микроорганизмы. Каждый из названных объектов выполняет свои специфические функции. К основным функциям растений относится фотосинтез, в процессе которого образуется органическое вещество, часть которого является источником питания микроорганизмов. Кроме того, растениями создаются условия для развития микрофлоры и регулируются агрохимические показатели почвы. Специфические функции почвы можно разделить на биологические, физические и химические. Микрофлора почвы выполняет свои функции в процессах минерализации, гумусообразования, а также кругообороте макро- и микроэлементов.

Технико-технологическое обеспечение проекта «Биотехнология» предполагает реализацию восьми отдельных технологических операций (табл. 1).

На все технологические операции сформулированы агротехнические требования: к качеству уборки, нормам внесения биодеструктора, глубине заделки растительных остатков, норме высева семян, глубине заделки сидерата, глубине чизелевания, глубине посева культуры, виду препаратов по уходу за посевами, а также его расходу и качеству внесения.

Матрица дефрагментированного парка машин (табл. 1) имеет три альтернативных варианта технико-технологических решений. Первый из них основан на однооперационных машинах, второй и третий – базируются на внедрении технических решений, объединяющих две операции в одну, чем достигается комплексный эффект, который имеет агротехническую, экономическую и биотехнологическую составляющие.

Предлагаемые два других совмещенных варианта – «одновременное внесение биодеструктора + заделка стерни» или «заделка стерни + посев сидерата» являются альтернативными приемами. Под эти технологические операции промышленность Украины предлагает новые разработки сельскохозяйственных машин, использование которых позволяет совместить операции, сократив их количество, ускорить гарантированное разложение стерни, максимально использовать отдачу биодеструктора, исключить потери влаги при посеве, улучшить условия прорастания семян, интенсифицировать в 5-10 раз рост и развитие микроорганизмов и сэкономить до 30% горюче-смазочных материалов.

Остальные операции, которые являются общими для всех трех альтернативных вариантов технико-техноло-



Рис. 5. Структурно-логическая схема проекта «Биотехнология»
 Fig. 5. Structural and logic scheme of the «Biotechnology» project

Таблица 1. Дефрагментация машинно-тракторного парка – выбор его приемлемой структуры на принципах ранжирования, универсализации и интеллектуализации

Table 1. Defragmenting of machine-tractor fleet – choice of its acceptable structure on the principles of ranking, universalization and intellectualization

Наименование операции	Перечень машин			Средства интеллектуализации	Эффективность системы
Уборка зерновых культур	Жатка очесывающая ЖОН-8 с зерноуборочным комбайном «Акрос 530». Зерноуборочный комбайн «Акрос 530» с измельчением и равномерным распределением пожнивных остатков			Борговая система CEBIS CLAAS	Определение проблемных участков; Объективный контроль уровня урожайности по полю; Оценка адаптированности составляющих технологий к почвенным условиям
Внесение биодеструктора стерни	Опрыскиватель ОП-2000	Агрегат внесения биодеструктора АГБЗ-4 с одновременной заделкой	Опрыскиватель ОП-2000	Навигационное оборудование Outback S3 Базовая станция RTK BASELINE HD	<i>Совмещение операций – экономия ресурсов (капиталовложений, персонала);</i> Устранение перекрытий и огрехов; Снижение затрат технологических материалов на 15%; Повышение продуктивности труда на 15%; Повышение урожайности до 15%;
Заделка стерни	Борона дисковая легкая прицепная БДЛП-8		Дископак Д-4 с посевным модулем Turbo-Jet		
Посев сидерата	Сеялка зернотуковая механическая СЗМ-4 «Ника»				
Дискование сидерата	Агрегат универсальный дисковый УДА-4,5				
Глубокая безотвальная обработка почвы	Чизель-глубококорытитель ЧГ-40-02				
Посев культуры	Сеялка зернотуковая механическая СЗМ-4 «Ника» Универсальная пропашная сеялка УПС-8/12				
Уход за посевами	Опрыскиватель ОП-2000				

гических решений, обеспечены парком машин украинского производства. Комплекс этих технологических операций позволяет заделать сидерат и обогатить пахотный слой органическим веществом, провести глубокое рыхление для обеспечения оптимального водно-воздушного, теплового и питательного балансов почвы, ускорить развитие микроорганизмов и обеспечить прибавку урожая (рис. 6).

Результаты применения биотехнологии на основе использования грунтовых и эндофитных микроорганизмов для ускоренного разложения пожнивных остатков и сидеральных удобрений для ускоренного вовлечения в кругооборот питательных веществ агробиоценоза свидетельствуют о её эффективности, в частности появляется возможность повышать содержание органического вещества в почве (рис. 6а), увеличивать запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы (рис. 6б), повысить урожайность и улучшить показатели экономической эффективности выращивания зерновых культур (рис. 6в).

ВЫВОДЫ

Проект «Биотехнология» в УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого реализуется на протяжении нескольких лет. На основании полученных результатов разработана концепция адаптации сельскохозяйственных машин в процессе биологизации земледелия с применением информационно-управляющих систем (рис. 7), которая включает мониторинг агроресурсов, проектирование биотехнологий и подбор эффективных машин на принципах дефрагментации, а также управление технологическими операциями в пределах технологии.

Концепция является первым этапом применения информационно-управляющих систем на сельскохозяйственных машинах, накопления базы данных и знаний, перехода на второй, более сложный этап научных исследований – программирования, управления, экспертизы и многокритериальной оценки агробиотехнологий.

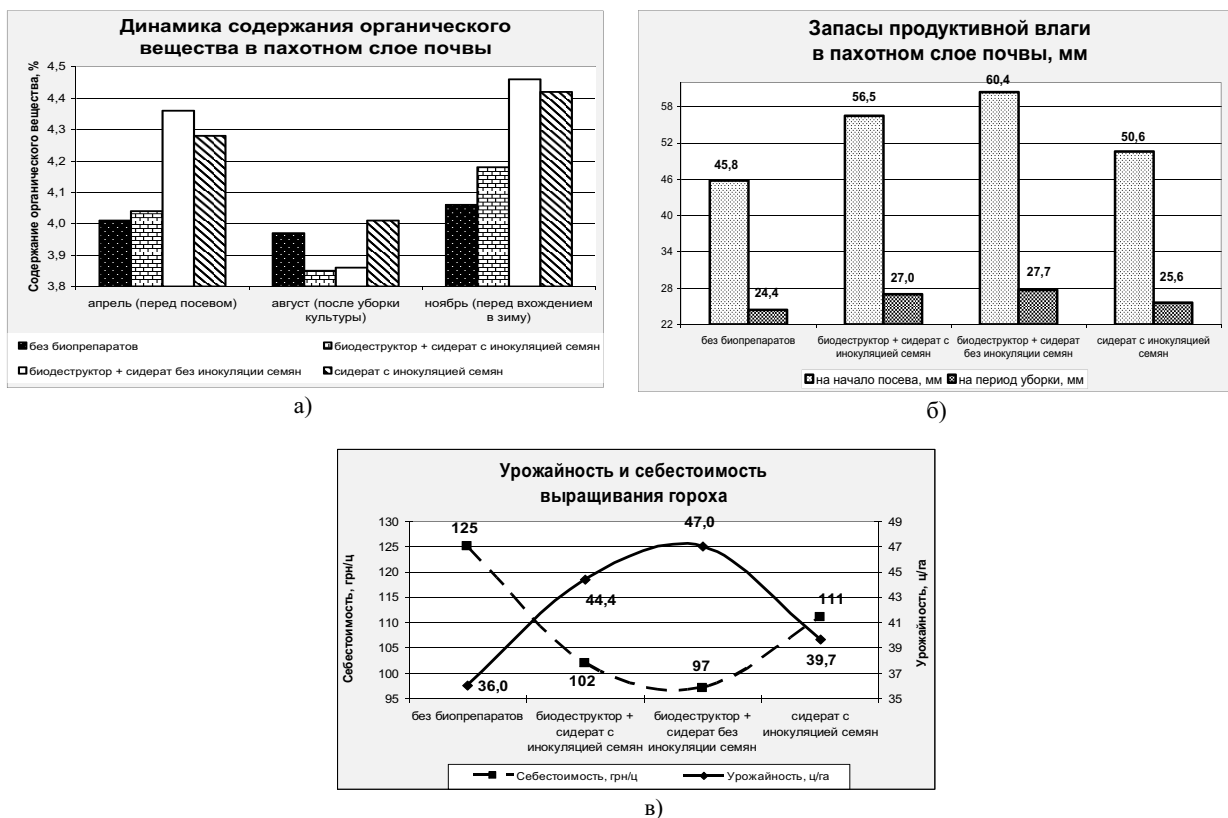


Рис. 6. Результаты двухлетних исследований в УкрНИИПТИТ им. Л. Погорелого по проекту “Биотехнология”
 Fig. 6. The results of two years research at . L. Pogorilyy UkrNDIPVT on “Biotechnology” project

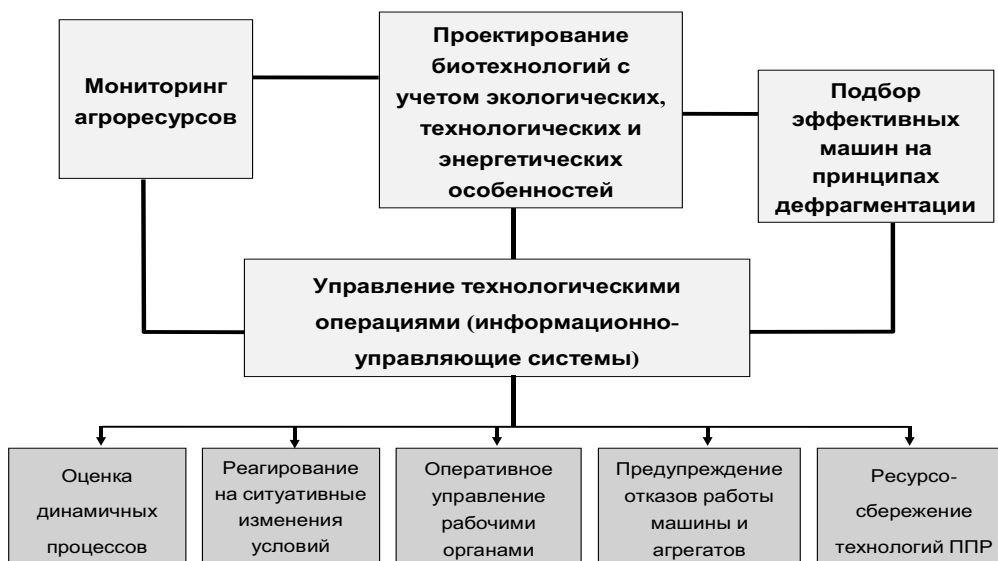


Рис. 7. Алгоритм адаптации сельскохозяйственных машин с применением информационно-управляющих систем, разработанный в УкрНИИПТИТ им. Л. Погорелого
 Fig. 7. The adaptive algorithm of agricultural machinery using management information systems, developed at L. Pogorilyy UkrNDIPVT

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кравчук В.І. 2005.** Теоретичні основи адаптації сільськогосподарських машин. Монографія. – К.: НАУ. – 208 с.
2. **Гуков Я.С., Дринча В.М. 2012.** Ресурси и приоритеты агроинженерной науки / Я.С. Гуков, В.М. Дринча. – К.: Феникс. – 536.
3. **Баранов Г., Міронова В., Любченко С.** Концепція побудови функціонально стійкого аграрного виробництва сільськогосподарської продукції. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Випуск 13(27). Книга 2. 39.
4. **Кравчук В., Любченко С., Ковтуненко О.** Інтегрована система технологій керованого землеробства. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Випуск 13(27). Книга 1. 117.
5. **Кравчук В., Любченко С., Баранов Г., Цулая А.** Принципи побудови, структура і склад інформаційної бази даних для формування АТЕК-завдань в системі керованого землеробства. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Випуск 13(27). Книга 1. 120.
6. **Любченко С.Е., Кравчук В.И. 2009.** Технико-технологические средства и программное обеспечение технологии внесения переменных доз минеральных удобрений. Материалы 6 международной научно-практической конференции «Экология и сельскохозяйственная техника» Том II, 40. Санкт-Петербург.
7. **Войновський В., Кравчук В., Любченко С., Сербій В. 2009** Інтегрована система керованого землеробства – необхідний засіб новітніх технологій Журнал „Техніка і технології АПК“ №1, 32.
8. **Ковтуненко О., Кравчук В., Любченко С.** Інтегрована система керованого землеробства. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Випуск 13(27). Книга 2. 50.
9. **Цулая А., Кравчук В., Любченко С., Баранов Г.** Принципи побудови, структура і склад інформаційної бази для формування АТЕК – завдань в системі керованого землеробства. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Випуск 13(27). Книга 2. 53.
10. **Баранов Г.Л., Кравчук В.І., Любченко С.Є.** Методи та засоби оперативного контролю якості управління технологічними процесами раціонального землеробства. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Випуск 14(28), 7.
11. **Міронова В.Л., Кравчук В.І., Любченко С.Є., Баранов Г.Л.** Системні принципи гарантування функціональної стійкості виробництва продукції рослинництва. Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Випуск 14(28), 17.
12. **Козелков С., Кравчук В., Любченко С., Баранов Г. 2010** Прогноз розвитку технологій виробництва продукції рослинництва з використанням інформаційно-керуючих засобів // Техніка і технології АПК. № 4 (7). 4-5.
13. **Новохацький М.Л., Кравчук В.І., Нілова Н.П., Центило Л.В. 2012** Досвід застосування біотехнологій у вирощуванні сільськогосподарських культур з використанням ендofітних та ґрунтових мікроорганізмів // Техніка і технології АПК. № 7(34). 19-22.

SCIENTIFIC ASPECTS OF TECHNICAL
AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS
IN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGIES

Summary. The research results of crop production biotechnologies are cited, arable farming biologization engineering support tasks and ways of their solutions are formulated.

Key words: biotechnology, agricultural machines, information management tools, concept, development.