

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БИОКОНВЕРСНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Максим Мельничук, Валерий Дубровин, Василий Таргоня, Семен Драгнев
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Украина, г. Киев, ул. Героев Обороны, 15

Maksym Melnychuk, Valeriy Dubrovin, Vasiliy Targonya, Semen Dragnyev
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Heroiv Oborony Str., 15, Kiev, Ukraine

Аннотация. Рассмотрено альтернативное постиндустриальное направление решения проблем сельскохозяйственного производства за счет интегрированного использования биотехнологических альтернатив. Предложена методология разработки сельскохозяйственных технологий по типу биоконверсного комплекса. Разработаны вариант системного подхода и алгоритм проектирования сельско-хозяйственных биоконверсных комплексов, позволившие устранить недостатки существующего эвристических методов.

Ключевые слова: сельскохозяйственные постиндустриальные технологии, биоконверсный комплекс, биотехнологические процессы, системный подход, алгоритм разработки.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В сложившихся экстремальных условиях мирового системного кризиса чрезвычайно обострилась проблема определения и прогнозирования последующего развития агротехнологий и технических средств для их обеспечения: идти ли и в дальнейшем традиционным путем эволюционного развития индустриальных агротехнологий, которые нуждаются во все больших энергозатратах, и создают целый ряд эколого-экономических проблем, или использовать альтернативное постиндустриальное направление, которое базируется на последних достижениях сельскохозяйственной биотехнологии.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Современное сельскохозяйственное производство характеризуется неопределенно-

стью в соотношении между сельскохозяйственными угодьями, несбалансированностью биохимических веществ и энергии в агроландшафтах, несовершенством системы охраны почв и мониторинга земельных ресурсов. Все это предопределяет не только снижение потенциального плодородия почв, но и нарушение экологической стойкости окружающей среды, снижения производительности сельско-хозяйственных угодий [1, 2].

Вышеуказанные причины обусловили то, что биологический потенциал почв используется лишь на 20-30 %, а энергозатраты на получение единицы продукции растениеводства в 2-5 раз превышают энергозатраты в развитых странах. При этом энергозатраты на удобрения и защиту растений в интенсивных технологиях выращивания составляют 32-64 % от общих в зависимости от выращиваемой культуры [2, 3].

Полный отказ от индустриальных методов ведения сельско-хозяйственного производства приводит к резкому падению урожайности, а переход на биологическое земледелие увеличивает энергозатраты. Все это обуславливает необходимость поиска, разработки и применения альтернативных экологически безопасных энергосберегающих механизированных технологий выращивания сельскохозяйственных культур, а также соответствующего оборудования для их реализации [4, 5].

Одним из перспективных направлений выхода из сложившейся ситуации является интегрированное использование в сельскохозяйственном производстве альтернативных биотехнологических операций как составляющих постиндустриальных технологий, которые связаны по принципу биоконверсного комплекса [6, 7, 8, 9].

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БИОКОНВЕРСНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Биоконверсный комплекс – это система ведения биологизованного сельскохозяйственного производства в условиях конкретного агробиоценоза многоотраслевого сельскохозяйственного предприятия или целого агроландшафта, которая базируется на использовании интегрированных в производственные процессы специализированных техноценозов для максимально возможной с эколого-экономической точки зрения биотехнологической переработки всех органических отходов (нетоварной биомассы) для последующего полного или частичного возвращения преобразованной биомассы в производственные процессы с целью уменьшения энергетических расходов производства, полного или частичного устранения негативного действия производства на окружающую среду, санации и возобновления плодородия почв, возможности получения биологической продукции [10].

Биоконверсный комплекс кроме использования биотехнологических альтернатив предусматривает использование традиционных агротехнологических операций: выращивание высокопродуктивных районированных сортов растений и пород животных, использования сидератов, соответствующих севооборотов и тому подобное.

Если понятие сельскохозяйственного биоконверсного комплекса получило свое приложение и последующее развитие в прежнем СССР на основе использования теоретических и практических разработок закрытых экосистем гражданской обороны и космических станций [11, 12], то в Западной Европе наиболее перспективным направлением научных исследований и конечной целью развития сельскохозяйственного производства является создание интегрированного земледелия [13].

Интегрированное земледелие является сверхсистемой, в состав которой входят системы правильного (воспроизведенного) почвенного комплекса и окружающей среды, а также инженерная система, которая, в свою очередь, включает комплекс машин и орудий, через которые поступает до 50% энергопотоков в агробиоценоз, и систему мониторинга, без функционирования которой о производстве биологической продукции не может быть и речи [13]. В целом, в мире все

более интенсивно проявляются экологически ориентированные процессы трансформации системы аграрного производства.

Если для реализации индустриальных технологий нужны четкие технологические регламенты и дисциплинированные исполнители, то для постиндустриальных технологий дополнительно необходимы алгоритмы для выбора и реализации системы рациональных технологических операций в конкретных условиях, а также наличие технолога-творца, который пользуясь доступными технологическими, материальными и информационными ресурсами постоянно анализирует, избирает и обеспечивает реализацию рационального (оптимального) технологического варианта [14, 15].

Однако, сельскохозяйственное производство вообще, а также его основные технологии в частности, являют собой сложные биотехнологические процессы, в которых для получения продуктов питания и сырья используются биологические системы высшего порядка – агробиоценоз. Академик Вернадский В.И. указывал на многомерность и пентасиметрию живого вещества [16]. Чрезвычайно высокий уровень сложности и многомерности биологических систем вообще и сельскохозяйственных биотехнологических систем в частности обуславливает невозможность эффективного использования для решения прикладных биотехнологических заданий традиционных методологических подходов. В отличие от биотехнологических процессов производства пищевой и фармацевтической продукции, в которых используются монокультуры и стерильные питательные среды, что позволяет разработать более-менее приемлемую идеальную модель процесса, для разработки большинства сельскохозяйственных биоконверсных процессов используют преимущественно эвристические методы.

Все это обуславливает необходимость разработки системного подхода к созданию и оцениванию сельскохозяйственных технологий вообще и биоконверсных комплексов в частности.

Системный подход – это общенаучное методологическое направление, в рамках которого разрабатываются методы и средства теоретического исследования сложно орга-

низованных объектов (систем), направленные (в отличие от системного анализа) на теоретическое развертывание знания, формирования и развитие специфических предметов научного исследования. Системный анализ – это научное направление, связанное с разработкой методологии развязывания проблем прикладного характера [17]. Единой методики системного подхода и системного анализа в научных исследованиях пока еще нет. В практике исследований он применяется с использованием таких методик: процедур теории исследования операций, которая дает возможность дать количественную оценку объектам исследования; анализа систем исследования объектов в условиях неопределенности; системотехники, которая включает проектирование и синтез сложных систем в процессе исследования их функционирования [18].

Учитывая вышеизложенное, в разрезе проблемы разработки интегрированных биотехнологических процессов и технических средств в составе сельскохозяйственных биоконверсных комплексов под системным подходом понимается использование для решения биотехнологических заданий системы (а точнее – комплекса) взаимосвязанных между собой методов научных исследований в пределах функционирования единой системы “естествознание – технические науки – производство”.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является разработка методологических основ создания сельскохозяйственных биоконверсных комплексов на основе использования системного подхода.

РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью определения базовых биотехнологических процессов, выполнение которых должно обеспечить стабильное функционирование сельскохозяйственного биоконверсного комплекса, рассмотрим блок-схему типа “отрасль – технологическая операция” полнокомплектного биоконверсного комплекса (рис. 1).

Анализ отечественных и зарубежных действующих сельскохозяйственных биоконверсных комплексов показывает, что базовыми биотехнологическими операциями должна быть, как минимум, взаимоувязанная с реальным агробиоценозом совокупность следующих биотехнологических процессов:

– микробиологическая ферментация (компостирование, аэрирование, метановое сбраживание);

– вермикомпостирование, культивирование беспозвоночных;

– производство и применение энтомологических и микро-биологических препаратов защиты растений.

С целью исследования сельскохозяйственных биоконверсных комплексов проведена их оценка в соответствии с классификацией сложных систем.

Тип системы биоконверсного комплекса:

– по происхождению – смешанная (естественно-искусственная);

– по характеру связи с внешней средой – открытая со значительным влиянием на окружающую среду;

– по сложности – сложная комбинированная система живых и технических (неживых) составных элементов, из которых технические составляющие являются простыми динамическими подсистемами с заданным законом поведения, а живые составляющие имеют системы саморегуляции (гомеостаза) с частично известными или исследуемыми законами поведения (в составе агробиоценоза или техноценоза) и закономерностями, которые находятся вне нашего сознания; по принципу поведения – гомеостатическая с частичным предвидением;

– по степени организованности – комбинированные с технической регуляцией и биологической саморегуляцией;

– по степени ресурсной обеспеченности управления – сложные, энергокритические;

– по описанию переменных – смешанные;

– по способу управления – комбинированные с управлением извне и биологическими системами саморегуляции;

– по количеству операторов системы – непараметрический класс (операторы известны частично).

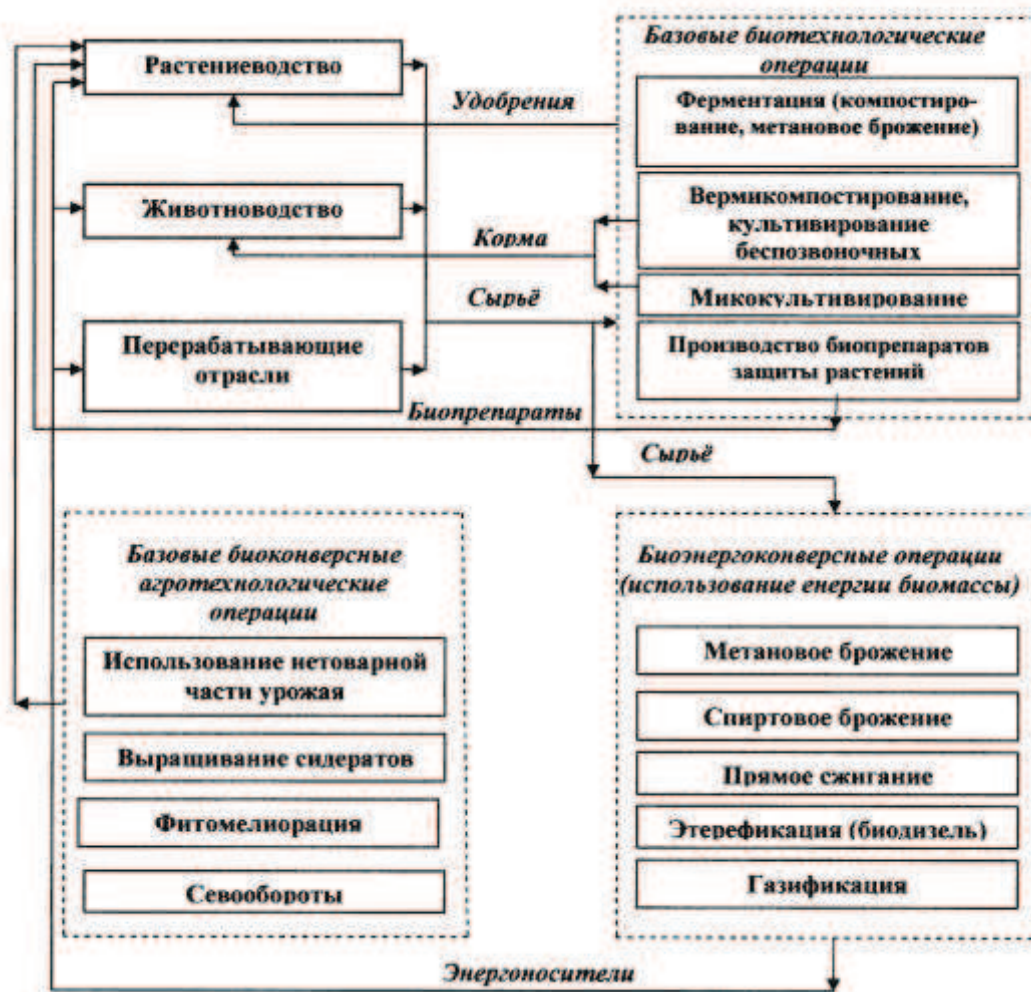


Рис. 1. Блок-схема типа “отрасль – технологическая операция” повнокомплектного биоконверсного комплекса

Fig. 1. Flow-chart of type "industry – technological operation" of fullcomplete bioconversion complex

Предложен вариант системного подхода для разработки биотехнологических процессов и оборудования для их реализации в составе сельскохозяйственного биоконверсного комплекса (рис. 2).

Такой подход базируется на использовании в первую очередь аналитических и лабораторно-производственных исследований, а также гносеологических приемов инженерно-технических исследований (конструирование, проектирование и испытание). Использование системного анализа имеет свои определенные особенности, которые обусловлены спецификой использования биотехнологических альтернатив в сельскохозяйственном производстве.

Для построения идеальной модели биотехнологического процесса на основе экспериментальных данных, на наш взгляд, целесообразно использовать метод синтеза ре-

gressионных моделей, которые не нуждаются в априорном знании структуры модели. Применение этого метода, как показала практика, позволяет получить адекватную модель процесса, которой достаточно для проектирования биотехнологических процессов и оборудования для их реализации [19].

Для построения логистических и компарментальных моделей потоков энергии и веществ используется ценологический подход.

Такой же подход использован и для решения изобретательских заданий с целью устранения биотехнологических и технических противоречий во время проектирования биотехнологических процессов.

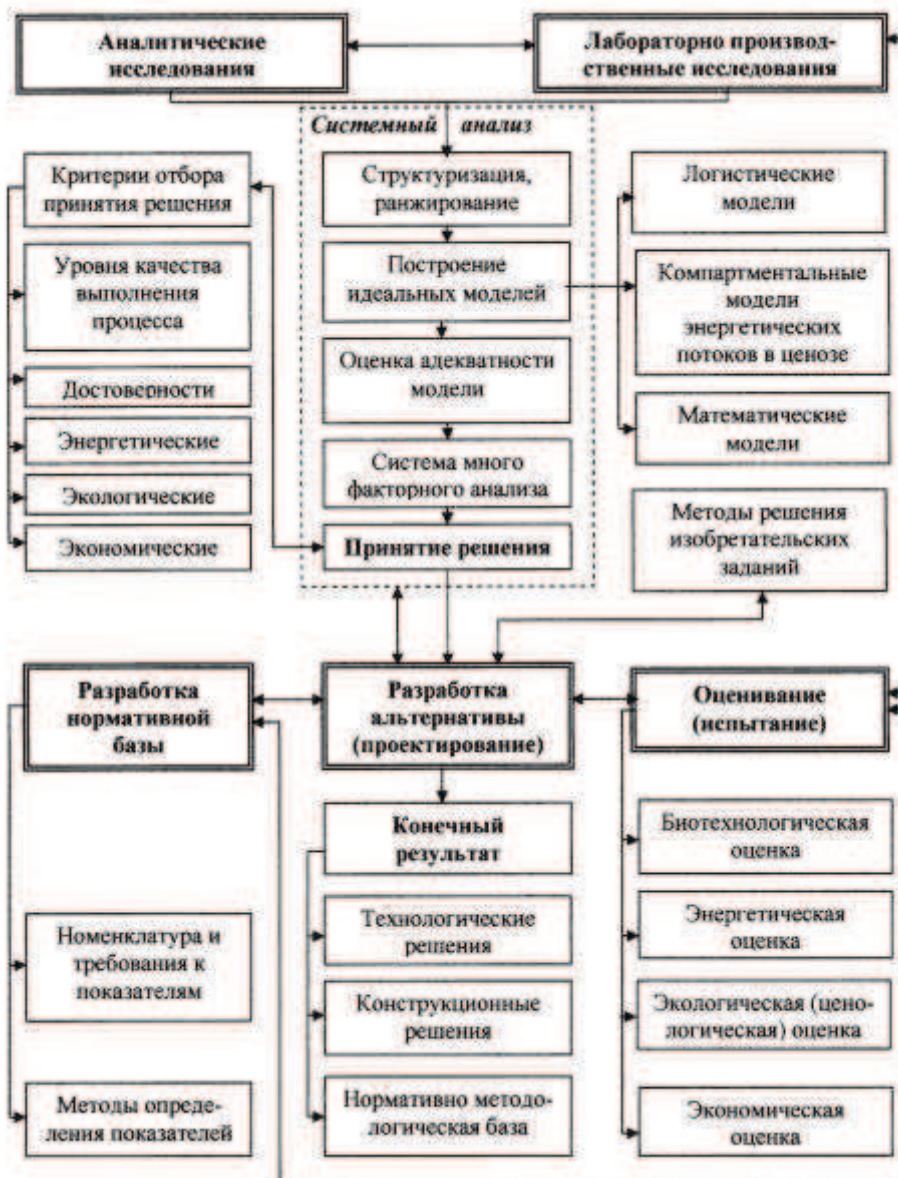


Рис. 2. – Структурная схема системного подхода для разработки биотехнологических процессов и оборудования для их реализации в составе сельскохозяйственного биоконверсного комплекса

Fig. 2. – Flow diagram of the systems approach for development of biotechnological processes and equipment for their realization in composition an agricultural bioconversion complex

Учитывая то, что сельскохозяйственная биотехнология является мультидисциплинарной отраслью знаний, которая интенсивно развивается из-за наличия социальных потребностей, в состав системного подхода также включена разработка нормативной базы (номенклатуры и требований к показателям качества выполнения биотехнологического процесса).

На основе анализа структурной схемы системного подхода и показателей функционирования существующих биоконверсных

комплексов был предложен алгоритм разработки биотехнологической составляющей биоконверсного комплекса, в основу которого положен ценологический подход к определению перечня основных (базовых) биотехнологических операций и их основных параметров, а также к подбору или разработке необходимого технологического оборудования. Основная цель разработки биоконверсного комплекса – повысить эффективность биологического производства сельскохозяйственной продукции путем комплексного

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БИОКОНВЕРСНЫХ КОМПЛЕКСОВ

использования биотехнологических операций для достижения синергического эффекта за счет возобновления малого круговорота веществ в агробиоценозе. Основной особенностью разработки биоконверсных комплексов, как и любых сложных биотехнических систем, является наличие значительного количества факторов влияния. Лишь незначительная часть (до 10 %) таких факторов является детерминированными, то есть такими, которые имеют четко определенную зависимость и могут быть рассчитаны. Большинство же зависимостей имеют стохастический характер с высокой степенью неопределенности.

Поэтому в настоящее время разработка сложных биотехно-логических систем как у нас в стране, так и за рубежом носит преимущественно эвристический характер. Вследствие этого большинство разработок сельскохозяйственных биотехно-логических процессов нуждаются в значительной доработке, а, как минимум, над каждой третьей из них работы прекращаются из-за неработоспособности процесса или негативных последствий его использования.

Обуславливая общие требования к созданию биоконверсных комплексов, следует учитывать, что:

- необходимо придерживаться экологических законов существования агроландшафтов как категории экосистем;
- увеличение структурированности производственной системы биоконверсного комплекса приводит к повышению ее стойкости;
- производственной системой биоконверсного комплекса является не отдельное сельскохозяйственное производство, а целый агроландшафт, который включает комплекс производств;
- в производственную часть биоконверсного комплекса должны быть включены, как дополнительные звенья агробиоценоза, биотехнические системы с высокой концентрацией биологических агентов (ферментативные установки переработки биомассы на биогаз, культивационные боксы для вермикомпостирования, оборудование для производства энтомологических и микробиологических препаратов и тому подобное);

– агробиоценоз биоконверсного комплекса должен иметь в своем составе соответствующие автотрофные и гетеротрофные звенья для локализации и выведения из малого круговорота веществ метаболитов, токсинов и внешних поллютантов.

Общий алгоритм разработки биотехнологической составляющей биоконверсного комплекса

Этап 1. Сбор и анализ начальных характеристик:

- существующие технологии производства сельскохозяйственной продукции;
- состояние почв, предыстория их использования;
- реальный потенциал органосодержащих отходов (вторичного сырья, пригодного для биоконверсной переработки);
- определение реально возможных размеров и направления производства разрабатываемого биоконверсного комплекса.

Этап 2. Разработка технологического проекта биоконверсного комплекса:

- построение и анализ ценологических, компартментальных и биоэнергетических моделей конкретного биоконверсного комплекса;
- выбор базовых биотехно-логических операций;
- определение объемов производства и основных параметров базовых биотехнологических операций;
- разработка варианта техноценоза биотехнологической составляющей с использованием экспертной системы многофакторного анализа для выбора технологий и оборудования для использования биотехнологических альтернатив в сельскохозяйственном производстве.

Этап 3. Анализ результатов внедрения биоконверсного комплекса в начальный переходный период и внесение корректив в базовые биотехнологические процессы:

- определение реальных показателей функционирования биоконверсного комплекса;
- определение реальных производственных показателей реализации биотехнологических процессов;

– внесение технологических и технических корректив в биотехнологические процессы (при необходимости).

Принципиальная схема алгоритма разработки биотехнологической составляющей биоконверсного комплекса представлена на рис. 3.

Параметры и зависимости, которые контролируются в процессе разработки биоконверсного комплекса

1. Соответствие основному экологическому закону перехода энергии из одного звена трофической цепи в следующее (не больше 10%).

Параметр относительной оценки (δ) перехода энергии рассчитывают по формуле:

$$\delta = E_n / E_{n-1} \approx 0,1, \quad (1)$$

где: E_n – энергосодержание биомассы предыдущего звена трофической цепи, ГДж/га; E_{n-1} – энергосодержание биомассы следующего звена трофической цепи, ГДж/га.

2. Обеспечение оптимального (близкого к естественному) соотношения биомасс разных групп организмов агробиоценоза, которое предусматривает наличие микроорганизмов – 90 %, беспозвоночных – 9 %, позвоночных – 1 %.

3. Соответствие требованиям создания оптимального техноценоза биоконверсного комплекса [10]:

$$E_1 \geq (k_2 / k_1) E_2, \quad (2)$$

где: E_1 и E_2 – энергетические эквиваленты антропогенной энергии, овеществленной в машинах и оборудовании для возобновления плодородия почвы и получения урожая, соответственно; k_1 и k_2 – коэффициенты дегумификации и гумификации почвы.

4. Обеспечение соответствующей степени гомеостаза за счет использования биотехнологических операций [20, 21, 22]:

$$G = \frac{\Delta V}{V} / \frac{\Delta Y}{Y} \geq 1, \quad (3)$$

где: G – степень гомеостаза биоконверсного комплекса; V – содержание гумуса в почве, %; ΔV – изменение содержания гумуса в почве под воздействием использования биотехнологических операций, %; Y – расходы невозобновляемой энергии (энергия топ-

лива; энергия овеществленной в средствах механизации, минеральных удобрениях, пестицидах и тому подобное), ГДж/га; ΔY – изменение расходов невозобновляемой энергии за счет использования биотехнологических операций, ГДж/га.

Оптимальным является агротехноценоз, имеющий такой комплекс технологий, машин и оборудования, который, с одной стороны, по своим совокупным функциональным показателям обеспечивает выполнение поставленных задач (получение биологической продукции, сохранения и воссоздания плодородия почвы, более полное использование её биологического потенциала), а с другой – характеризуется энергетическим эквивалентом антропогенной энергии (воплощенной в машинах и оборудовании для возобновления плодородия почвы и тому подобное), который является равным или большим, чем энергетический эквивалент антропогенной энергии, овеществленной в машинах и оборудовании для получения урожая, и который прямо зависит от соотношения коэффициентов дегумификации и гумификации, характеризующих агротехнологию по ее влиянию на содержание гумуса в почве, при условии (2).

При разработке сельско-хозяйственных биоконверсных комплексов необходимо принимать во внимание следующие стратегические принципы:

– подбор и разработка соответствующих машин, агрегатов и оборудования не по отдельным технологическим операциям, а в системе, как составляющей части научно обоснованных технологий выращивания культур;

– создание интегрированной биотехнологической системы мобилизации и восстановления биологического потенциала почв путем внедрения комплексов машин для мониторинга и реализации эффективных агротехнологий на основе использования нетоварной части урожая, производства и использования биогаза, органоминеральных смесей и биопрепаратов;

– индустриализация технологий производства альтернативных удобрений и биопрепаратов для обеспечения их многотоннажного производства и снижения себестоимости;

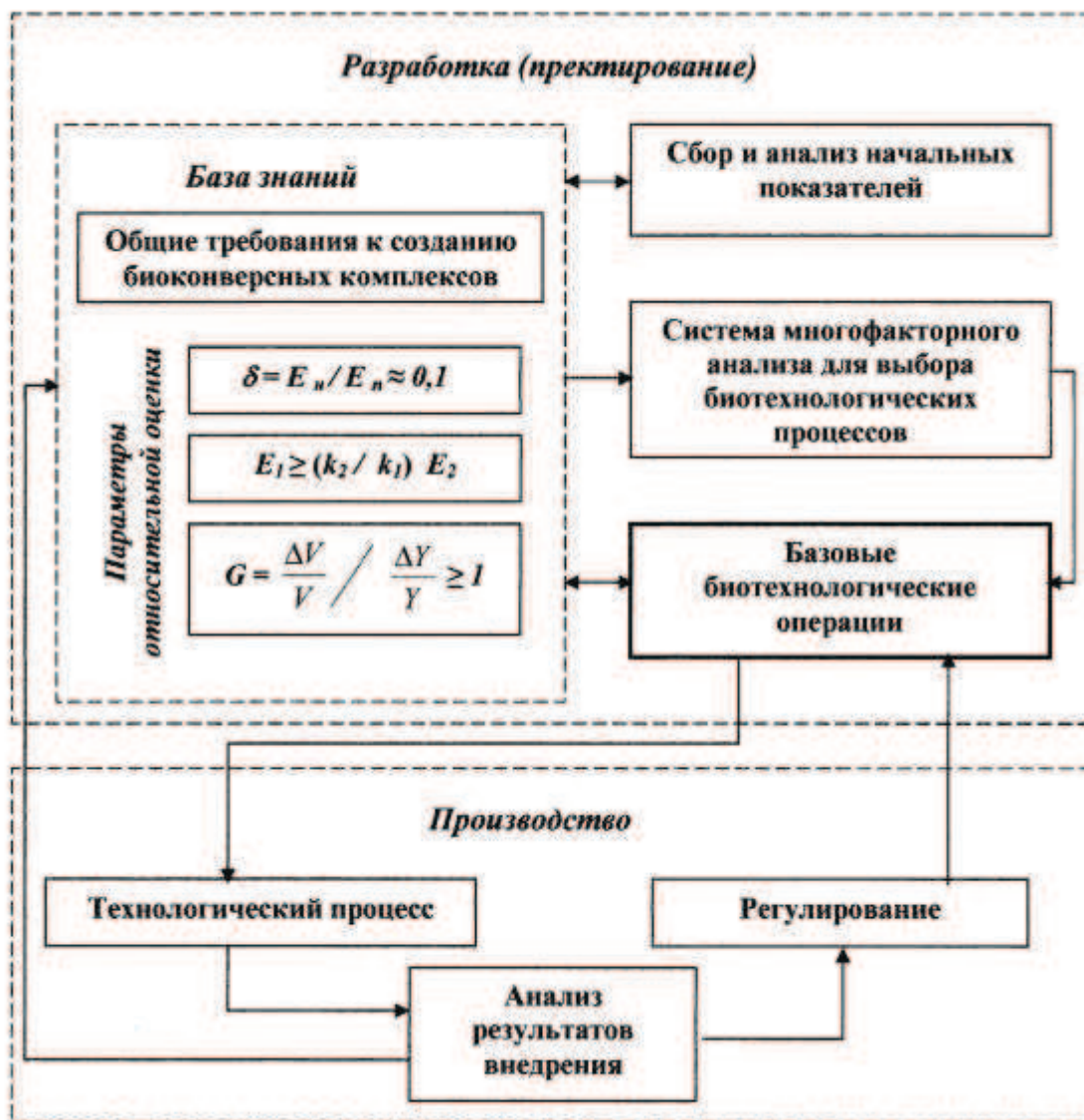


Рис. 3. – Алгоритм разработки биотехнологической составляющей биоконверсного комплекса

Fig. 3. – Algorithm of biotechnological constituent bioconversion complex development

Правило разработки техноценозов биологического сельскохозяйственного производства

– обязательный учет последних достижений агроэко-логической науки, в частности, изученный биохимический механизм гумусообразования и саморегулирования почвенного плодородия, а также применения технологического приема вынесения микробиологических процессов гумификации и накопления гумуса в почвах, которые осуществляются в течение десятков и сотен лет, на промышленные площадки, где аналогичные процессы протекают в ферментативных системах в течение 5-40 суток, с дальнейшим

внесением в почву полученных биогумусов для ускоренного восстановления плодородия.

ВЫВОД

Таким образом, предложенный вариант системного подхода к разработке биотехнологических процессов для их реализации как составляющей биоконверсного комплекса базируется на использовании ценологического подхода, аналитических и лабораторно-производственных исследований, а также гносеологических приемов инженерно-технических исследований (конструирова-

ние, проектирование и испытания). Указанные методологические основы позволяют формализовать процесс разработки и использования биотехнологических операций, а также устранить возможные ошибки существующего эвристического подхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mason John. 2003: Sustainable agriculture. 2nd ed. / John Mason – Landlinks Press. – 212.
2. Drincha V.M. 2003: Kontseptualnyye i metodicheskiye aspekty strategii razvitiya mekhanizatsii selskogo khozyaystva. – M.: Ros-selkhozakademiya. – 60.
3. Medvedovskiy O.K. 1988: Yenergetichniy analiz intensivnikh tekhnologiy v silskogospodarskomu virobnitstvi / O.K. Medvedovskiy, P.I. Ivanenko. – K.: Urozhay, – 2008 – (Seriya: Yekonomiya i berezhlivist).
4. Novitni 2010: Novitni tekhnologii bioyener-gokonversii: Monografiya / Ya.B.Blyum, G.G.Geletukha, I.P.Grigoryuk, V.O.Dubrovin, A.I.Emets, G.M.Zabarniy, G.M.Kaletnik, M.D.Melnichuk, V.G.Mironenko, D.B.Rakhmetov, S.P.Tsigankov – K: "Agrar Media Grup". – 360.
5. Dubrovin V. 2012: Proizvodstvo entomologicheskogo preparata trikhogrammy / V.Dubrovin, G.Golub, O.Marus. – Motrol, 14. – №3. – 9–20.
6. Melnichuk M.D. 2003: Biotekhnologiya rasteniy / M.D. Melnichuk, T.V. Novak, V.A. Kunakh. – K.: Poligrafkonsalting. – 520.
7. Selskokhozyaystvennaya biotekhnologiya. 1998: Ucheb. / V.S. Shevelukha, Ye.A. Kalashnikova. S.V. Degtyarev i dr.: Pod red. V.S. Shevelukhi. – M.: Vyssh. Shkola. – 416.
8. Encyclopedia 2001: Encyclopedia of Physical Science and Technology, 3rd Edition, Biotechnology / Editor Robert A. Meyers – Academic Press Edition: 3rd. – 911.
9. Engineering 2001: Engineering and Manufacturing for Biotechnology Series: Focus on Biotechnology, Vol. 4 / Hofman, M.; Thonart, P. (Eds.) – Springer. – 496.
10. Targonya V. 2010: Algoritm rozroblennya biotekhnologichnoi skladovoi biokonversnogo kompleksu / V. Targonya // Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvitku ta viprobuvannya novoi tekhniki i tekhnologiy dlya silskogo gospodarstva Ukraini: zbirnik naukovikh prats UkrNDIPVT im. L. Pogriologo. – Vip. 14 (28). – 348–356.
11. Mikrobiologicheskiye 1981: Mikrobiologicheskiye problemy zamknutykh ekologicheskikh sistem / [Gitelzon I.I., Mandkovskiy I.S., Pankova I.N. i dr.]. – Novosibirsk: Nauka, – 197.
12. Pogoriliy L. 2003: Shlyakhi stabilizatsii ta vidtvorennya potentsialu agroyekosistem / L. Pogoriliy, V. Targonya // Visti Akademii inzhenernikh nauk Ukraini. – № 2. – 15–20.
13. Diercks R. 1994: Inteuzierter Landbau / R. Diercks, R. Heitefuss; BLB Verlagsyell – schaft mbH. Munchen. – 432.
14. Rotshteyn O.P. 2008: Soft computing v biotekhnologii: bagatofaktorniy analiz i diagnostika / O.P. Rotshteyn, Є.P. Laryushkin, Yu.I. Mityushkin – Vinnitsya: UNIVERSUM – Vinnitsya, – 144.
15. Flys I. 2010: Engineer project management of production and processing complexes / I. Flys – Motrol, 12. – 75–81.
16. Vernadskiy V.I. 1994: Zhivoye veshchestvo i biosfera / V.I. Vernadskiy – M.: Nauka. – 672.
17. Lemets V.I. 1998: Sistemnyy analiz. Vvodniy kurs / V.I.Lemets, A.D. Tevyashchev – Kharkiv. derzh. tekhn. un-t radioyelekt. – Kh.: – 252.
18. Ladanyuk A.P. 2004: Osnovi sistemnogo analizu / A.P. Ladanyuk – Vinnitsya: Nova kniga. – 176.
19. Ivakhnenko A.G. 1975: Dolgosrochnoye prognozirovaniye i upravleniye slozhnyimi sistemami / A.G. Ivakhnenko. – K.: Tekhnika. – 310.
20. Novoseltsev V.N. 1978: Teoriya upravleniya i biosistemy. Analiz sokhranitelnykh svoystv / V.N. Novoseltsev – M.: Nauka.– 320.
21. Kravchuk V. 2008: Scientific support of development of technologies and technical means for ecologization of agricultural production on the basis of cenological approach / V. Kravchuk, V. Targonya, V. Dubrovin // Biosystems Engineering and Processes in Agriculture: 13-th International Conf. Institute of Agricultural Engineering LUA Raudondvaris, 25-26 September. – 278-284.
22. Frank S., H. Bottcher, P. Havlik, H. Valin, A. Mosnier, M. Obersteiner, E. Schmid, and B. Elbersen (2013) How effective are sustainability criteria accompanying the European Union 2020 biofuel target? GCB Bioenergy, 5(3), 306-314.

**METHODOLOGICAL BASES
OF AGRICULTURAL BIOCONVERSION
COMPLEXES DEVELOPMENT**

Summary. Alternative post-industrial direction of agricultural production problems decision due to integrated use of biotechnological alternatives is considered. Methodology of agricultural technologies development by type of bioconversion complex is offered. The variant of systems approach and algorithm of agricultural bioconversion complexes engineering are worked out allowing to remove the existing heuristic methods drawbacks.

Key words: agricultural post-industrial technologies, bioconversion complex, biotechnological processes, systems approach, development algorithm.