

УДК 631.812

НОВЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВА

Н.Г. Ковалев, академик Россельхозакадемии и НААН Украины
Г.Ю. Рабинович, докт. биол. наук, проф.

*ГНУ Всероссийский НИИ сельскохозяйственного использования
мелiorированных земель Россельхозакадемии*

Наведені результати наукових досліджень учених Всеросійського НДІ сільськогосподарського використання меліорованих земель Россільгоспакадемії
Ключові слова: безвідходна ферментаційно-екстракційна технологія, біогенний осадок.

Проблема. Разработка технологий производства высокоеффективных и экологически безопасных биологически активных средств (биоудобрений и биопрепаратов), предназначенных для активизации микробоценоза почвы и обогащения ее питательными веществами, а также для стимуляции роста и защиты растений, без сомнения является приоритетным направлением сельскохозяйственной биотехнологии. В последние годы сельхозпроизводители обратили серьезное внимание на биосредства, получаемые в жидком виде, так как они обладают массой достоинств и существенным отличием от жидких комплексных удобрений (ЖКУ). Их отличают: возможность практически неограниченной корректировки состава, позволяющей применять такую продукцию в качестве подкормки растений в любое запланированное время, экономичность (возможность целевого применения в мини-дозах), высокая степень усвоемости почвенным раствором и растениями. Однако получение жидкофазных биосредств весьма часто осуществляется путем щелочного гидролиза (именно так получают весь спектр жидкофазных биосредств, содержащих гуматы). При этом уровень микробной обсемененности исходных сырьевых ресурсов, в качестве которых используют торф, отходы животноводства, отходы пищевой и деревообрабатывающей промышленности и др. не дает существенного прироста из-за жесткого технологического процесса, направленного на максимальное извлечение гуминовых соединений.

© Н.Г. Ковалев, Г.Ю. Рабинович.

Механізация та електрифікація сільського господарства. Вип. 95. 2011.

В связи с этим разработка инновационных технологий переработки органического сырья в жидкофазные биосредства высокого уровня биогенности, питательности и физиологичности является актуальной проблемой и требует оригинальных решений.

Анализ последних исследований и публикаций. Количество разработок в области сельскохозяйственной биотехнологии, связанных с производством биосредств (биодобреий, биопрепаратов, биостимуляторов) на основе самого разнообразного органического сырья постоянно растет – во всем мире насчитывается уже более пяти тысяч средств для растениеводства и земледелия, получаемых биоконверсией. Биоконверсия, как способ биопереработки, связана с воздействием микрофлоры на сырьевые ресурсы и включает основные приемы – ферментацию и экстракцию, реализуемые в биотехнологиях каскадного типа, позволяющих производить последовательное преобразование исходных компонентов (например, целлюлозолигниновых субстратов и отходов животноводства) до жидкой консистенции.

В Российской Федерации к лидерам разработок новейших технологий переработки сырьевых ресурсов путем различных видов биоконверсии принадлежат различные НИИ системы Россельхозакадемии. Среди них ВНИИОУ, ВНИИСХМ, ВНИИМЗ, СЗНИИМЭСХ и многие другие. ВНИИМЗ – Всероссийский НИИ сельскохозяйственного использования мелиорированных земель является автором технологии аэробной твердофазной ферментации органического сырья в компосты многоцелевого назначения (КМН), удостоенной Госпремии РФ в области науки и техники [1]. Базовые исследования, проведенные в институте по технологии аэробной твердофазной ферментации, послужили отправным моментом для разработки новой каскадной (поточной) ферментационно-экстракционной технологии, направленной на получение жидко- и твердофазной продукции. На данном этапе разработанная технология поддерживается несколькими патентами РФ.

Цель исследований. Разработка технологии получения на основе ферментационно-экстракционного процесса новых биосредств для земледелия и растениеводства, обладающих полифункциональными свойствами и широким спектром применения.

Результаты исследований. Ферментационно-экстракционная технология производства новых биосредств разрабатывалась в отделе биотехнологий ВНИИМЗ в целях:

– использования получаемой продукции в качестве биостимуляторов роста и развития различных сельскохозяйственных культур, а

также в качестве землеудобрительных биопрепараторов, участвующих в регуляции фона эффективного почвенного плодородия;

– оптимизации использования возобновляемых сырьевых ресурсов – торфа и отходов животноводства, преобразуемых присущими им микроорганизмами в продукты биоконверсии, обладающие измененным энергетическим потенциалом.

Технология производства жидкофазных биосредств основывается на биоконверсии, осуществляющейся микрофлорой исходного сырья на ключевых этапах ферментационно-экстракционного процесса. Разработка технологии включала основные задачи:

- выбор эффективного алгоритма процесса и его отладку;
- выбор сырьевых ресурсов, эффективных биостимуляторов и экстрагентов;
- создание технологической линии, позволяющей полноценно реализовывать ферментационно-экстракционный процесс;
- оценку качества получаемой продукции и перспектив ее применения;
- оценку уровня безопасности производства;
- выявление отличительных черт и конкурентоспособности разработанной технологии.

В настоящее время в качестве основного исходного сырья в процессе его ферментационно-экстракционной переработки используются навоз крупного рогатого скота ($W \sim 85\%$) и низинный или переходный торф ($W - 45 \sim 50\%$), взятые в соотношении 50 : 50. И тот, и другой компонент может быть частично заменен на альтернативный (такие исследования в институте проводились и проводятся). В качестве стимуляторов процессов ферментации используются отходы мукомольного производства (отруби), древесная зола и другие биодобавки, что связано во всех случаях с их высокой питательной ценностью для жизнедеятельности микроорганизмов.

Наиболее приемлемый экстрагент разработанного ферментационно-экстракционного процесса – калий фосфорнокислый, выбор в его пользу был сделан в связи с приведенными ниже соображениями.

Калий, входящий в состав K_2HPO_4 – один из важнейших элементов, необходимых для питания растений и животных. Около 90 % добываемых солей калия применяются как калийные удобрения. Калий участвует в углеводном и белковом обмене растений, усиливает использование аммиачного азота при синтезе аминокислот и белка. Под влиянием калия возрастает водоудерживающая способность

протоплазмы, что уменьшает опасность увядания растений при кратковременном недостатке воды в почве. Недостаток калия тормозит образование тиамина, имеющего важное значение для нормального течения углеводного и белкового обмена. Калийное голодание растений приводит к преждевременному их пожелтению. Недостаток калия к тому же задерживает процесс накопления в тканях растений углеводов, что отрицательно влияет на качество растениеводческой продукции [2]. Ионы калия повышают интенсивность окислительных реакций, оказывают сильное воздействие на образование белков, участвуют в активном транспорте ионов через мембрану клеток, усиливают их функциональную активность, что связано с воздействием этого элемента на коллоидно-химические свойства плазмы.

Использование в составе экстрагента фосфат-аниона связано с тем, что химические реакции с участием фосфора составляют основу энергетики любой живой клетки. Именно поэтому K_2HPO_4 входит в состав многих питательных сред для роста и развития микроорганизмов, в частности при создании микробных заквасок. Кроме того, фосфорнокислый калий является химически чистым веществом и достаточно дешев.

Ферментационно-экстракционный процесс обеспечивается работой технологической линии (рис. 1) в соответствии с технологическим регламентом. Алгоритм ферментационно-экстракционного процесса на протяжении нескольких лет отрабатывался в лабораторных условиях, модернизировался и патентовался как на уровне изобретений, так и на уровне полезных моделей, в числе последних: [3,4].

Технологическая линия, обеспечивающая ферментационно-экстракционный процесс, состоит из трех функционально взаимодействующих между собой частей: механической, электрической и автоматической. Механическая часть представлена пятью основными элементами – смесительной емкостью, ферментером, экстрактором, нутч-фильтром, приемной емкостью.

Краткое описание хода работы технологической линии:

Обогащенную биостимулятором и предварительно перемешанную в смесительной емкости торфонавозную смесь с биостимулятором загружают в ферментер, в который в строго определенные периоды нагнетается воздух. В ферментере в течение 5 суток осуществляется процесс аэробно-анаэробной ферментации с образованием промежуточного продукта.

Промежуточный продукт ферментации (ППФ – твердофазный

сыпучий материал) из ферментера выгружается в экстрактор. Вместе с ним в экстрактор подают экстрагент. Процесс экстракции длится до 48 ч. Далее масса, находящаяся в экстракторе, подается в приемный резервуар нутч-фильтра. Одновременно с экстрагированной массой в экстрактор под давлением поступает сжатый воздух, благодаря чему происходит разделение экстрагированной массы путем осаждения твердого биогенного осадка (БО) на фильтровальной перегородке. Жидкая часть (жидкофазное биосредство – ЖФБ) поступает в приемную емкость, расположенную по ходу технологического процесса. Корректировку состава жидкого биосредства преимущественно путем его обогащения элементами питания осуществляют в соответствии с потребностями отдельных сельскохозяйственных культур.

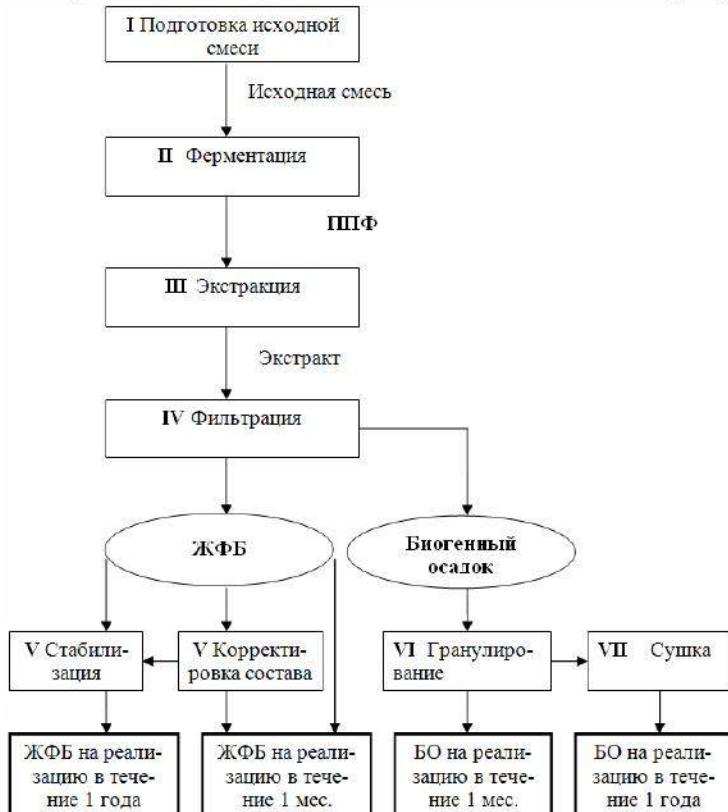


Рис. 1. Блок-схема ферментационно-экстракционного процесса

Важными элементами электропривода технологической линии получения ЖФБ являются правильно подобранные мощности электрооборудования: двигателей, нагнетательного насоса, мембранных компрессоров и помпы. Разработанная для лабораторного варианта система температурного контроля призвана обеспечивать поддержание заданной температуры в основных элементах технологической линии – ферментере и экстракторе (рис. 2).

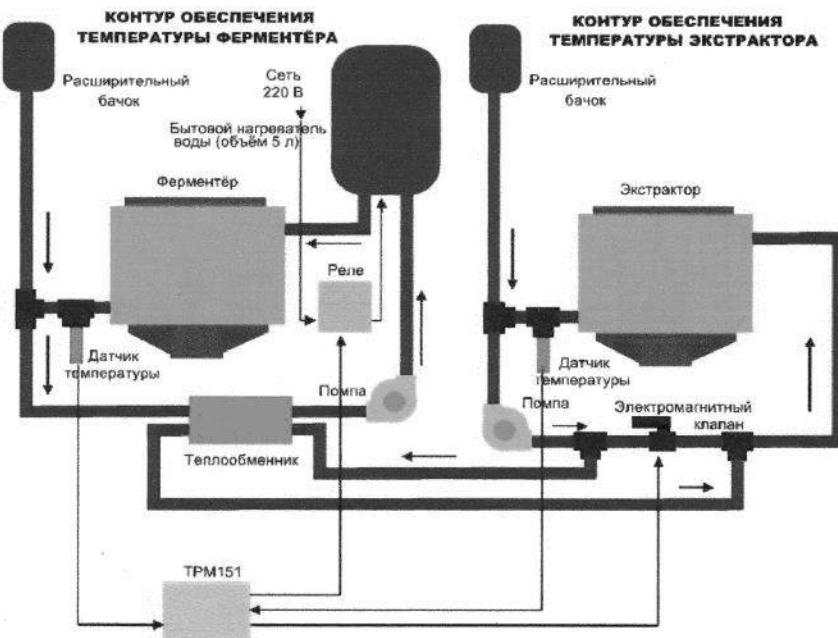


Рис. 2. Функциональная схема системы температурного контроля технологической линии

В настоящее время ферментационно-экстракционный процесс реализуется в опытном варианте, позволяющем единовременно перерабатывать 3 кг исходной смеси. Однако прогнозный расчет технико-экономических показателей был выполнен для технологической линии, масштабированной на 200 кг исходной смеси:

Численность работающих на обслуживании технологической линии 2 чел.

Процесс получения жидкофазных биосредств – периодический.

Число циклов в год (с учетом запланированных простоев) – 65.

Планируемый выход маточного раствора ЖФБ за год – 33,3 м³.

Планируемый выход сухого гранулированного БО за год – 4,8 т.

Годовая прибыль от реализации всей продукции технологической линии составит 1 149 870,0 руб.

Срок окупаемости запуска и работы технологической линии – 11 мес.

Уровень рентабельности при условии полной реализации всей продукции ~ 163 %.

Безусловно, что приведенные расчеты крайне приблизительны и в случае запуска технологической линии в производственном варианте будут скорректированы.

При реализации работы технологической линии, обеспечивающей разработанный ферментационно-экстракционный процесс и получение двух видов продукции – основной (ЖФБ) и побочной (БО), следует соблюдать определенные правила по технике безопасности и охране труда. Рекомендуется использовать навоз крупного рогатого скота, безопасный в эпидемиологическом отношении. При подготовке исходной смеси использовать средства индивидуальной защиты – халаты, фартуки, сапоги, перчатки. Помещение, в котором будет установлена технологическая линия, желательно оборудовать автономной системой вентиляции.

Качество обоих видов продукции (ЖФБ и БО), получаемых ферментационно-экстракционным способом, позволяет считать, что они не имеют ограничений при применении в растениеводстве и земледелии, так как, являясь биопрепаратами органической природы, не оказывают негативного воздействия на здоровье людей и не могут нанести вреда окружающей среде.

Готовое жидкое биосредство не теряет своих нативных свойств в течение 1 месяца. Для более длительного хранения его целесообразно стабилизировать (способ стабилизации разработан [5]). Питательная ценность ЖФБ обеспечивается благоприятным уровнем кислотности (7,0-8,0), высоким содержанием К₂O (до 12,5 г/л) и Р₂O₅ (до 15,0 г/л), богатым микроэлементным составом, в том числе присутствием Mg, Zn, Mn и Fe. В ЖФБ выявлены физиологически значимые количества ростовых факторов, благоприятных для растений. Ферментативная активность ЖФБ обеспечивается обширным микробоценозом, в составе которого доминируют агрономически полезные микроорганизмы. В целом, жидкое биосредства,

получаемые ферментационно-экстракционной технологией, не имеют ограничений при их применении в земледелии и растениеводстве, так как, фактически являясь биопрепаратами органической природы, получаемыми из нативного сырья, не оказывают негативного воздействия на здоровье людей и не наносят вред окружающей среде. Их использование в качестве биопрепараторов безопасно для почвы и прорастающей на ней растительности в связи с тем, что концентрация токсичных элементов в ЖФБ существенно ниже ПДК, кроме того, ЖФБ лишиены патогенной микрофлоры и паразитов.

Важнейшие составляющие жидкофазных биосредств формируют присущие им биомелиорирующие функции: мобилизующую (способствующую увеличению в почве подвижных форм биогенных элементов – фосфора, калия и форм азота), стимулирующую-активирующую (способствующую увеличению в почве численности агрономически полезной микрофлоры) и протекторную (способствующую падению численности в почвенном растворе микрофлоры, опасной в санитарном отношении), позволяя использовать ЖФБ для поддержания уровня плодородия почв и их продуктивности. В связи со сказанным, с одной стороны, жидкофазные биосредства следует использовать в качестве землеудобительных препаратов (применяя прием полива почвы), с другой, – в качестве биостимуляторов роста и развития сельскохозяйственных культур (применяя приемы полива почвы и опрыскивания растений). Применение жидкофазных биосредств отрабатывается на многих сельскохозяйственных культурах как в полевых, так и в тепличных условиях. Эффект от применения заключается:

- в увеличении в отдельные фазы роста и развития растений содержания подвижных элементов питания, используемых растениями и почвенными микроорганизмами;
- в росте численности агрономически полезной микрофлоры (аммонифицирующей и фосфатмобилизующей) и снижению содержания конкурентной (амилолитической) и потенциально опасной (фузариозного увядания);
- в снижении в растениеводческой продукции нитратов в среднем в 1,5-2 раза;
- в увеличении массы товарной продукции и в соответствующей прибавке урожая и др.

На данном этапе НИР разработаны агротехнологические основы применения жидкофазных биосредств, включающие выбор доз, сроков

и способов их использования для различных сельскохозяйственных культур. Жидкофазные биосредства возможно вносить с помощью техники, предназначеннай для внесения ЖКУ или с помощью подручных средств, что напрямую связано с обрабатываемой посевной площадью. Рабочий раствор ЖФБ готовится из маточного путем разбавления обычной водопроводной или чистой речной, прудовой, коллекторной водой. Жидкофазное биосредство доставляется к месту использования либо в виде маточного раствора и разводится на месте до определенной концентрации, либо – в виде заранее подготовленного рабочего раствора. Обработку сельскохозяйственных культур жидкокофазными биосредствами следует производить в утренние или вечерние часы в отсутствие росы и атмосферных осадков.

Биогенный осадок, осаждаемый на фильтровальной перегородке, очень богат элементами питания, микроорганизмами и физиологически активными веществами, в том числе сахарами и гуматами. При этом в биогенном осадке общие формы углерода и азота находятся в оптимальном соотношении (C:N) ~ 22, что отвечает требованиям, предъявляемым к органическим удобрениям. По содержанию элементов питания и агрономически полезной микрофлоры, которая играет важную роль в почвенных процессах и в питании растений, биогенные осадки соответствуют эффективным удобрениям, в частности, компостам, поэтому при соответствующей доработке (например, после гранулирования и сушки) могут быть рекомендованы для использования в этом качестве. БО, в целом, имеют не только комплексный органо-минеральный состав, но и благоприятный уровень кислотности. Такая продукция технологической линии при применении в качестве удобрений способна проявлять полноценные биомелиорирующие функции, обеспечивая высокую продуктивность почв.

Коммерческий эффект ожидается от реализации (продажи) целевой продукции – жидкокофазных биосредств (ЖФБ) и дополнительной – биогенных осадков (БО), а также патентов, защищающих право использования разработанной технологии.

В целом, технология получения жидкокофазных биосредств отличается рядом достоинств, дающих ей право конкурентоспособности:

1) Использование возобновляемого органического сырья. Реализация технологии связана с использованием органических сырьевых ресурсов разнообразного происхождения, основные из которых: торф, навоз, отходы промышленных производств.

2) Безотходность производства. Технология обеспечивает не только получение целевой продукции – жидкого фазного биосредства (ЖФБ), но и дополнительной – биогенного осадка (БО), каждая из которых предлагается к использованию для растениеводства и земледелия.

3) Экспрессность. В отличие от многих известных технологий, представленная технология является достаточно быстрой – от 5 суток (в случае получения только промежуточного продукта ферментации – ППФ на рис. 1) до 7 суток (в случае получения жидкого фазного биосредства – ЖФБ и биогенного осадка – БО);

4) Простота технологической линии. Технологическое оборудование и аппаратура просты в изготовлении и не требуют дефицитных и дорогостоящих материалов. Обслуживание технологической линии несложное и не требует высококвалифицированного обслуживающего персонала.

5) Простота технологии. Технология получения жидкофазных биосредств и (или) дополнительной продукции не требует энергозатратной и дорогостоящей предварительной подготовки или обработки сырья, а также сложных вспомогательных операций.

6) Возможность неограниченного масштабирования. Вследствие простоты конструктивного исполнения технологической линии существует возможность неограниченного ее масштабирования с учетом производительности отдельных элементов. Это, безусловно, способствует снижению себестоимости получаемой продукции.

7) Небольшие энергетические затраты. Технология получения жидкофазных биосредств не сопряжена с высокими потребляемыми мощностями.

8) Экологическая чистота производства. В процессе получения жидкофазных биосредств не используются агрессивные и радиоактивные материалы, сырье и реагенты, а также отсутствуют вредные выбросы.

9) Экологическая чистота продукции технологической линии. Вся продукция (жидкофазные биосредства, продукты ферментации, биогенные осадки при строгом соблюдении технологического регламента) лишены патогенной микрофлоры и паразитов, их использование безопасно для почвы и растений.

10) Неограниченная возможность корректировки качества жидкого фазного биосредства. Жидкая консистенция ЖФБ позволяет корректировать его качество и получать целевой продукт заданного состава.

11) Многоцелевое использование продукции. Производимые

на технологической линии жидкие (ЖФБ) и твердые (БО и ППФ, получаемый в случае ограничения процесса ферментацией – рис. 1) биосредства рекомендуется использовать в земледелии – в качестве землеудобрительных препаратов; в семеноводстве – для проращивания семян; в растениеводстве – для корневой и внекорневой подкормки растений, а также в других областях народного хозяйства.

12) Относительная дешевизна продукции. Простота технологии, оборудования и аппаратуры, а также дешевизна исходного сырья формируют низкую себестоимость всех видов конечной продукции технологической линии.

Выводы.

1. Разработанная ферментационно-экстракционная технология направлена на получение целевой продукции – жидкофазных биосредств, рекомендуемых к использованию в качестве землеудобрительных препаратов и стимуляторов роста культурных растений, гарантируя существенную прибавку урожая с одновременным сохранением и восстановлением плодородия почв.

2. Технология имеет безотходный характер и подразумевает наряду с получением целевого продукта – ЖФБ, преобразование побочного отхода (биогенного осадка – БО) в самостоятельную гранулированную продукцию. Одновременная реализация обеих видов продукции будет способствовать увеличению годовой прибыли предприятия и сведению к минимуму риска загрязнения окружающей среды, позволяя с учетом других достоинств, считать разработанную технологию конкурентоспособной.

3. Инновационный характер разработанной технологии подтвержден патентами РФ, отражающими как способ производства, так и технические решения.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Патент № 2112764 РФ. Способ приготовления компоста многоцелевого назначения / Ковалев Н.Г., Малинин Б.М., Туманов И.П. 1998.
2. Сельскохозяйственная энциклопедия / Гл.ред. В.В. Мацкевич и П.П. Лобанов. – М.: Советская энциклопедия», 1971. – 1232 с.
3. Патент № 2365568 РФ. Способ получения жидкофазного биосредства для растениеводства и земледелия / Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Смирнова Ю.Д. 2009.
4. Патент № 93392 РФ. Поточная линия для получения жидкофазных

биологически активных средств / Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Смирнова Ю.Д. 2010.

5. Заявка на ИЗ № 2010104703/21. Способ получения жидкофазного биосредства для растениеводства и земледелия / Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Тихомирова Д.В. (Полож. решение от 09.02.2011).
-

НОВЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВА

Безотходная ферментационно-экстракционная технология получения биосредств для растениеводства и земледелия позволяет наряду с получением целевого продукта – ЖФБ осуществить преобразование побочного продукта (биогенного осадка – БО) в самостоятельную гранулированную продукцию. БО имеет комплексный сбалансированный органо-минеральный состав, позволяющий использовать его в качестве основного удобрения, подкормки для растений, а также в качестве основы для приготовления питательных грунтов и смесей. Реализация побочной продукции при производстве ЖФБ обеспечивает увеличение годовой прибыли, снижение срока окупаемости всей технологической линии, а также сводит к минимуму загрязнение окружающей среды.

Ключевые слова: безотходная ферментационно-экстракционная технология, биогенный осадок.

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF PRODUCTION OF NEW BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE FOR AGRICULTURE AND PLANT GROWING ON A BASIS FERMENTATION-EXTRACTION PROCESSINGS OF ORGANIC RAW MATERIAL OF AGROINDUSTRIAL PRODUCTION

Wasteless fermentation-extraction the technology of reception of biologically active substance (GFB) for plant growing and agriculture allow with reception of a target product – GFB realize transformation of a collateral product (a biogenic deposit - BO) in independent granulated production. BO has the complex balanced of organic-mineral structure, allowing using it as the basic fertilizer, additional fertilizing for plants, and also as a basis for preparation nutritious grounds and mixes. Realization of collateral production by manufacture GFB provide for increase of the annual profit, decrease the period of recovery of outlay of all technological line, and also reduces environmental contamination to a minimum.

Key words: Wasteless fermentation-extraction the technology, a biogenic deposit.