

# БИОПРЕПАРАТ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Малова Ю.С. - аспирант

Государственное учреждение «Ярославский государственный институт качества сырья и пищевых продуктов» (г. Ярославль)

**Цель работы:** Разработать метод получения биопрепаратов для переработки отходов сельскохозяйственного производства

## Актуальность:

В нашей стране ежегодное накопление органических отходов в животноводстве и птицеводстве составляет около 200 млн. т. Согласно имеющимся данным, объем питательных веществ, содержащихся во всех животноводческих отходах, эквивалентен 2,2 млн. т. азота, 1 млн. т. фосфора и 2 млн. т. калия.

Сложность реализации инженерно-технических задач удаления, транспортирования и обработки животноводческих отходов выдвинули проблему создания эффективных способов полезной утилизации навоза и помета и задачу их аппаратного оформления, способных обеспечить охрану окружающей среды. Известные методы, используемые для обработки отходов сельскохозяйственных животных, разделяются на механические, физико-химические, биологические и комбинированные. Наиболее эффективными считаются методы, связанные с биологической переработкой отходов. В этой связи разработка новых технических решений для реализации биотехнологических процессов является актуальной и важной научно-технической задачей.

Настоящий проект направлен на разработку способов получения биопрепаратов для переработки жидких и твердых отходов сельскохозяйственных животных.

## Характеристика аналогов

Существуют различные способы переработки и утилизации отходов сельскохозяйственных животных с помощью механических, физико-химических, химических и биологических методов. При выборе способа утилизации приоритет, в основном, отдается способам, направленным на извлечение из отходов полезных компонентов. Однако до сих пор не решена проблема доочистки образовавшихся в результате переработки жидких и твердых отходов сельскохозяйственных животных.

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 4/2 2011

В таблице 1 представлены характеристики существующих биопрепаратов для переработки органических отходов.

Таблица 1 – Характеристики биопрепаратов для переработки органических отходов

| Название биопрепарата                                                          | Производитель                 | Характеристики                                                                                             |                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                |                               | Микроорганизмы, входящие в состав препарата                                                                | Назначение                                                                                                                                                                     |
| Байкал-ЭМ-1                                                                    | ПО «ЭМ-Кооперация», г. Москва | молочнокислые, фотосинтезирующие, азотфиксирующие бактерии, дрожжевые грибки                               | повышения плодородия почвы, повышения сопротивляемости болезням и вредителям растений, в животноводстве и птицеводстве - профилактика и лечение желудочно-кишечных заболеваний |
| Тамир                                                                          | ПО «ЭМ-Кооперация», г. Москва | ферментный комплекс, усиливающий рост фотосинтезирующих и целлюлозоразрушающих бактерий почвы              | утилизация органических отходов, устранение неприятных запахов, обработка почв с целью ферментирования оставленных в поле остатков собранного урожая                           |
| Биопрепарат из микроорганизмов для деградации органических отходов             | ООО НПО «Экобиотех+»          | Bacillus, Pseudomonas, Enterobacter, Cellulomonas, Erwinia, Arthrobacter, Streptococcus, Propionibacterium | биodeградация отходов растительного и животного происхождения, деструкция мочевой кислоты и утилизация аммиака                                                                 |
| Биопрепарат для получения модифицированного удобрения и питательного субстрата | ООО НПО «Экобиотех+»          | консорциум бактерий рода Lactobacillus                                                                     | биоконверсия органических отходов                                                                                                                                              |

## Новизна

Новизна технического решения заключается в разработке консорциума микроорганизмов, направленного на трансформацию труднодоступных органических и неорганических

ских соединений отходов. По окончании процесса ферментации сельскохозяйственных отходов консорциум микроорганизмов теряет свою жизнеспособность и способность к размножению. Консорциум микроорганизмов способен поддерживать свою жизнедеятельность только в питательной для себя среде, а именно в отходах сельхозпредприятий богатых клетчаткой, лигнином, углеводами.

#### Постановка задачи

Настоящий проект направлен на разработку методов получения биопрепаратов для переработки жидких и твердых отходов сельскохозяйственных животных:

- сравнительный анализ существующих методов, технологий и средств переработки жидких и твердых отходов сельскохозяйственных животных;
- поиск и подбор консорциума микроорганизмов, окисляющих отходы сельскохозяйственных животных;
- исследование отходов производства минеральных удобрений в качестве биодобавок и стимуляторов роста гетеротрофных микроорганизмов, окисляющих отходы сельскохозяйственных животных;
- подбор реагентов для химической переработки отходов сельскохозяйственных животных;
- исследование процесса переработки отходов сельскохозяйственных животных химическим и биологическим методами;
- исследование процесса биопереработки отходов сельскохозяйственных животных подобранным консорциумом окисляющих микроорганизмов;
- разработка способа переработки отходов сельскохозяйственных животных, включающий биологическую допереработку консорциумом окисляющих микроорганизмов;
- определение класса опасности отходов сельскохозяйственных животных после биопереработки для окружающей природной среды.

#### Методы исследования

Чистую культуру бактерий *Bacillus subtilis*, обладающих кератинолизной активностью получали из гнилого мяса. Для этого говяжье мясо, нарезанное пластинками толщиной 3-5мм в чашках Петри помещали в термостат при температуре 37-38 °С для ускорения процесса загнивания.

Для изучения физиолого-биохимических признаков микроорганизмов использовали питательные среды следующего состава:

Питательный агар для культивирования микроорганизмов, г/л: панкреатический гид-

ролизат рыбной муки – 12; пептон ферментативный – 12; натрия хлорид – 6; агар микробиологический – 10; рН – 7,1-7,5.

Крахмальный агар, г/л: крахмал растворимый – 10; калия гидрофосфат – 1; магния сульфат – 1; натрия хлорид – 1; аммония сульфат – 2; кальция карбонат – 2; железа сульфат – 0,001; марганца хлорид – 0,001; цинка сульфат – 0,001; агар-агар – 20.

Среда Чапека, г/л: сахароза – 20; калия дигидрофосфат – 1; магния сульфат – 0,5; калия хлорид – 0,5; натрия нитрит – 2; агар-агар – 20.

Компоненты питательных сред растворяют в 1 дм<sup>3</sup> дистиллированной воды, нагревают до полного расплавления агара, разливают в пробирки или колбы и стерилизуют 15 мин при температуре 121°С (питательный агар и крахмальный агар) и 20 мин при 112 °С (среда Чапека).

Перед проведением исследований штаммы активировали.

Для активации *Streptomyces fradiae*, *Streptomyces ornatus* использовалась среда ISP(солодовый (мальт) экстракт – 15,0; дрож.экстракт – 5,0; крахмал – 5,0; CaCO<sub>3</sub> – 3,0; агар – 20,0; вода дист. – 1,0л;) с оптимальной температурой культивирования 28 °С и рН среды 7,5.

Для активации *Bacillus subtilis* использовалась среда питательный агар для культивирования микроорганизмов (панкреатический гидролизат рыбной муки – 12 г; пептон ферментативный – 12 г; натрия хлорид – 6 г; агар микробиологический – 10 г) с оптимальной температурой культивирования 38 °С и рН среды 7,1-7,5.

Культивирования проводили в течение 72 часов, в термостате при температуре 30 °С. Полученный посевной материал засеивали на плотные питательные среды (питательный агар, крахмальный агар, среда Чапека) методом глубинного и поверхностного посева.

При поверхностном посеве агаризованные питательные среды разливают в стерильных чашки Петри и после охлаждения подсушивают в термостате при 40 °С в течение 40-60 мин. После этого на поверхность агаровой пластины стерильной градуированной пипеткой вносят 0,05 мл микробной суспензии.

Для глубинного посева 1 мл микробной суспензии вносят в стерильную чашку Петри, заливают агаром, расплавленным и охлажденным до 45 °С, и перемешивают с ним.

Дифференцировку бактерии по биохимическим свойствам их клеточной стенки

## БИОПРЕПАРАТ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

проводили по Граму. Суть метода заключается в том, что клеточная стенка грамположительных бактерий прочно фиксирует генцианвиолет, не обесцвечивается этанолом и поэтому не воспринимает дополнительный краситель (фуксин). У грамотрицательных микробов генцианвиолет легко вымывается из клетки этанолом, и они окрашиваются дополнительным красителем.

Для получения чистых культур палочковидных бактерий использовался метод Дригальского, основанный на механическом разделении микробных клеток на поверхности плотной питательной среды в чашках Петри.

Культивирование микроорганизмов осуществляли на питательном бульоне с добавлением различных солей: NaCl – 0,25%;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,1%;  $\text{CaCO}_3$  – 0,3%. Концентрация солей была выбрана согласно имеющимся литературным данным.

По окончании культивирования культуральную жидкость отделяли от мицелля центрифугированием (3500-4000 об/мин), надосадочную жидкость – фильтрованием. В фильтрате определяли кератиназную активность.

Для определения кератиназной активности брали 200 мг измельченных перьев (предварительно промытых хлороформом и водой, высушенных на воздухе), добавляли 10 мл 0,05 М боратного буфера pH 9,0, содержащего количество фермента, эквивалентное 0,02 единицы общей протеолитической активности (ПС). Энергично встряхивали и оставляли на 3 часа при 37 °C для гидролиза кератина. Одновременно ставили 2 контроля, на растворение перьев в буфере и содержание растворимого белка в культуральной жидкости. По калибровочной кривой, построенной по растворам сывoroточного альбумина, определяли количество расщепленного белка ( $\text{мкг/см}^3$ ) культуральной жидкости за 1 час гидролиза.

По окончании гидролиза оставшийся нерасщепленный белок осаждали раствором ТХУ кислоты и фильтровали. В фильтрате измеряли оптическую плотность при 340 нм.

По калибровочной кривой, построенной по растворам сывoroточного альбумина, определяли количество расщепленного белка ( $\text{мкг/см}^3$ ) культуральной жидкости за 1 час гидролиза.

Удельная активность фермента представляет собой число единиц активности, отнесенное к 1 мг белка в ферментном препарате.

(для *E. coli*) или 37°C (для *B. subtilis*) в жидкой среде Спидайзена или М9 с необходимыми

Питательные среды для культивирования микроорганизмов были приготовлены в соответствии с ГОСТ Р 51758-2001.

Манипуляции с ДНК. Трансдукцию бактериофагом Р1 проводили по стандартной методике. Выделение плазмидной ДНК, клонирование, трансформацию и анализ рекомбинантных плазмид проводили с использованием стандартных методов. Компетентные клетки готовили по методу Манделя.

Сайт-направленный мутагенез. Мутации в лидерной области *ker*-оперона *B. subtilis* и в лидерной области гена *kerB* *E. coli* получали методом сайт-направленного мутагенеза с помощью ПЦР, используя специфические праймеры.

Полимеразную цепную реакцию проводили на приборе Gene Amp PCR System 2400 (фирма "Perkin-Elmer Cetus"). Температурный режим подбирали с учетом длины амплифицированного фрагмента, длины и состава используемых праймеров. Выделение и очистку ПЦР продуктов проводили с использованием набора "Gene clean" (фирма "Bio 101", La Jolla, США) и GFX<sup>TM</sup> PCR DNA and Gel Band Purification Kit (фирма "GE Healthcare"). Присутствие соответствующих мутаций проверяли секвенированием по методу Сэнгера.

Компьютерный анализ вторичной структуры лидерных мРНК. Потенциальные вторичные структуры мРНК, формирующиеся в процессе транскрипции, были смоделированы с помощью алгоритма Цукера-Тернера.

Выделение суммарной РНК проводили методом гуанидинтиоционатной экстракции.

Определение старта транскрипции проводили методом «достройки праймера» с использованием AMV ревертазы, меченного [<sup>32</sup>P] праймера и 70-80 мкг суммарной РНК.

Транскрипция *in vitro*. Синтез лидерной мРНК *ker*-оперона дикого типа и ее мутантных вариантов, а также специфической лидерной мРНК гена *kerB* проводили по методике, с использованием препарата холофермента РНК-полимеразы *E. coli* ("GE Healthcare").

Гибридизацию РНК с олигонуклеотидами проводили по методике, описанной в работе Mironov A.S.

Анализ формирования 30S-мРНК-тРНК<sup>fMet</sup> инициаторного комплекса *in vitro* (тоупринтинг) проводили по методике согласно Hartz D.

Измерение активности кератиназы. Бактериальные культуры выращивали при 30°C добавками и глюкозой (0,4%). Ночные культуры штаммов дважды отмывали, разводили в

20 ÷ 50 раз в свежей минимальной среде, содержащей необходимое количество кератина, и выращивали при 30°C или 37°C в течение 2÷3 часов до экспоненциальной фазы роста. Активность кератиназы определяли по методу Миллера и выражали в условных единицах, рассчитанных по формуле:

$$E = \text{ОП}_{420} / \text{ОП}_{450} \cdot t.$$

Приведенные значения активности – средние из 4 независимых определений.

Определение общего азота проводили с помощью анализатора белка RAPID N ELEMENTAR, в соответствии с европейскими стандартами. Принцип метода заключается в определении азота за счет сжигания анализируемого вещества известной массы в условиях высокой температуры (около 900°C) камеры в присутствии кислорода, что приводит к высвобождению углекислого газа, воды и азота, массовая доля которого детектируется прибором.

Содержание общего белка рассчитывали умножением общего азота на пересчетный коэффициент для белков молока, составляющий 6,25

Содержание влаги определяли по ГОСТ Р 52838-2007.

Содержание сырого протеина определяли по ГОСТ 13496.4-93.

Определение аминного азота проводили спектрофотометрическим методом с использованием 2,4,6-тринитробензолсульфоновой кислоты (ТНБС). Метод основан на спектрофотометрическом определении хромофоров, образующихся при реакции первичных аминов с ТНБС. Количество аминного азота в исследуемых гидролизатах определяли по калибровочному графику, построенному для стандартных разведений известного вещества.

Степень гидролиза определяли как отношение аминного азота к общему азоту.

Определение аминокислот проводили с помощью автоматического анализатора аминокислот Arcus PMA GmbH, утвержденного директивами 98/64/ЕС и 2000/45/ЕС. Принцип метода состоит в катионообменном разделении аминокислот с шаговым градиентом pH и постколоночной дериватизацией нингидрином. Для этого образцы предварительно подвергали кислотному (6 н. соляная кислота, температура 110°C, в течение 24-72 ч) или ферментативному гидролизу.

Молекулярно-массовое распределение белков и пептидов оценивали с помощью белкового электрофореза методом Лэмли. Для разделения белка использовали денату-

рирующий полиакриламидный гель (12% - разделяющий и 4% фокусирующий) с 0,1% SDS-Na. Форез проводили на однократном электродном буфере с добавлением 0,1% SDS-Na при 15 мА. Гель окрашивали 0,2% Кумасси R250 (приготовленного на ледяной уксусной кислоте) при повышенной температуре в течение 7-10 мин, затем трижды отмывали дистиллированной водой.

Просмотр и фотографирование гелей проводили на УФ-трансиллюминаторе TCP-20M («Vilber Lourmat», США) при длине волны излучения - 312 нм. Сохранение и обработку данных осуществляли с помощью геля - документальной системы Vitran-Photo.

Аминокислотную последовательность образованных пептидов определяли с помощью хромато-масс-спектрометра системы Agilent 5975 С методом MALDI-TOF, заключающийся в разделении ионов по соотношению масса/заряд.

Для математической обработки результатов исследований использованы методы регрессионного анализа с применением многофакторного планирования, градиентного метода и метода наименьших квадратов, линейного программирования. Графические зависимости на рисунках представлены после обработки экспериментальных данных по методу наименьших квадратов, реализованные в Microsoft Excel и MatLAB 6.5.

#### **Экономическая эффективность**

Смета затрат на сырье и основные материалы, необходимые для производства биопрепаратов для переработки отходов животного происхождения, представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Смета затрат на сырье и основные материалы

| Наименование сырья и основных материалов                      | Цена за 1 кг, руб. | Нормы расхода, на 1 л в кг | Стоимость, руб. |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|
| Суспензия штамма <i>Bacillus subtilis</i>                     | 3400,56            | 0,5                        | 1700,28         |
| Суспензия штамма <i>Enterobacter cloacae</i>                  | 5600,30            | 0,7                        | 3920,21         |
| Суспензия штамма <i>Erwinia caritovora</i>                    | 4860,50            | 0,9                        | 4374,45         |
| Суспензия штамма <i>Streptococcus salivarius thermophilus</i> | 5250,70            | 0,27                       | 1434,30         |
| Итого:                                                        | -                  | -                          | 11429,24        |

Прибыль от реализации продукции определяется по формуле 1:

## БИОПРЕПАРАТ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

$$П = (C_n \times P) / 100 \quad (1),$$

где П – прибыль от реализации, руб.;

$C_n$  – полная себестоимость изделия, руб.;

Р – рентабельность (по сельского хозяйства 20%)

Отсюда прибыль от реализации биопрепаратов для переработки отходов животного и растительного происхождения равна

$$П = (33072,24 \times 20) / 100 = 6614,45 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость продукции формируется с учетом затрат по статьям калькуляции на производство продукции. Себестоимость разработанного биопрепарата для переработки отходов животного происхождения в таблице 3.

Таблица 3 – Структура себестоимости биопрепарата для переработки отходов животного происхождения

| Статьи затрат                      | Удельный вес, % | Производственная себестоимость |
|------------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Материальные затраты, в том числе: | 87,6            | 14810,67                       |
| сырье                              | 67,6            | 11429,24                       |
| транспортные расходы               | 2,2             | 330,63                         |
| упаковка                           | 13,5            | 3651,94                        |
| топливно-энергетические расходы    | 4,3             | 729,00                         |
| Затраты с отчислениями             | 1,7             | 287,42                         |
| Условно-постоянные расходы         | 8,9             | 1504,66                        |
| Амортизация                        | 1,8             | 328,68                         |
| Итого:                             | 100,0           | 33072,24                       |

Как видно из таблице 5, наибольший удельный вес в затратах занимает сырье. Себестоимость готового биопрепарата в наибольшей степени зависит от стоимости сырья.

Расчет товарной продукции проводят по формуле 2:

$$ТП = C_n + П \quad (2)$$

Отсюда товарная продукция ТП равна

$$ТП = 33072,24 + 6614,45 = 39686,69 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на 1 рубль товарной продукции проводят

по следующей формуле 3:

$$З = C_n / ТП \quad (3)$$

Следовательно затраты на 1 рубль товарной продукции биопрепарата для переработки отходов животного происхождения равны:

$$З = 33072,24 / 39686,69 = 0,83 \text{ руб.},$$

Расчет оптовой цены за 1 л готовой продукции проводят по следующей формуле 4:

$$\text{Цена 1 л} = ТП / \quad (4),$$

$$\text{Цена 1 л} = 39686,69 / 1000 = 39,69 \text{ руб.}$$

Отпускная цена биопрепарата для переработки отходов животного происхождения формируется из оптовой цены с учетом НДС (18%). Данная надбавка позволяет возместить издержки производства и реализации и получить прибыль, которая позволяет продолжить и развивать производство.

Таким образом, отпускная цена за 1 л биопрепарата для переработки отходов животного происхождения составила 56,20 руб. На основании проведенных расчетов, основные показатели экономической эффективности представлены в таблице 4.

Таблица 4 Основные показатели экономической эффективности

| Себестоимость, тыс. руб. | Оптовая цена, руб. | Отпускная цена, руб. | Ожидаемая прибыль, тыс. руб. |
|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|
| 39,69                    | 47,63              | 56,20                | 6,61                         |

Для производства и реализации 1 л биопрепарата для переработки отходов животного и растительного происхождения предприятию необходимо затратить 39,69 тыс. руб. Выручка от данной продукции после вычета из нее затрат за работу и услуги, связанные с производством и реализацией, составит 6,61 тыс. руб. Следовательно полученная прибыль позволит предприятию-изготовителю продолжить выпуск данного вида биопрепарата.

### Ожидаемые результаты

В ходе выполнения проекта планируется разработать и внедрить в производство биопрепарат (БП) на основе консорциума микроорганизмов для переработки отходов животного происхождения с целью получения кормовых гидролизатов, кормового белка и смеси аминокислот, потенциально пригодных для использования в комбикормах для сельскохозяйственных животных.

Разрабатываемые БП для использования в агропромышленном комплексе должны обеспечить повышение экономичности работ с применением БП для обработки отходов

животного происхождения за счет сокращения затрат и трудоемкости утилизации органических отходов животноводства и птицеводства;

Разработанные БП должны обладать следующими характеристиками в сравнении с существующими БП:

- содержать в своем составе консорциум микроорганизмов с высокой удельной активностью;

- содержать в своем составе консорциум микроорганизмов способных перерабатывать отходы мясоперерабатывающей промышленности;

- обладать низкой стоимостью;
- обладать высокой эффективностью;
- способствовать:

- 1) Повышению эффективности утилизации отходов предприятий мясоперерабатывающей промышленности;

- 2) Снижению влияния вредных выбросов на окружающую среду;

- 3) Повышению сохранности сырьевого потенциала, содержащегося в отходах;

- 4) Повышению эффективности животноводческих хозяйств за счет снижения расходов на содержание животных, утилизацию отходов, удешевления производства кормов собственной заготовки и получения дополнительных объемов продукции;

- 5) Повышению здоровья и продуктивности сельскохозяйственных животных;

- 6) Повышению здоровья людей, в том числе за счет улучшения условий труда;

- 7) Удешевлению продукции животноводства (мясо).

Кормовых гидролизатов, получаемые при микробиологической биодеструкции органических отходов, должны соответствовать следующим требованиям:

- степень гидролиза – не менее 15,0%;

Аминокислот, получаемых при микробиологической биодеструкции органических отходов, должны соответствовать следующим требованиям:

- массовая доля основной аминокислоты – не менее 99,0%;

- массовая доля воды и летучих веществ – не более 0,3%;

- массовая доля золы – не более 0,5%;

- содержание цианистых соединений – не более 2 мг/кг;

- содержание мышьяка – не более 2 мг/кг;

- содержание фтора – не более 100 мг/кг;

- содержание свинца – не более 5 мг/кг;

- содержание кадмия – не более 0,3 мг/кг;

- содержание ртути – не более 0,1 мг/кг.

Кормовой белок, получаемый при микробиологической биодеструкции органических отходов, должны соответствовать следующим требованиям:

- массовая доля белка – не ниже 95%.

#### План коммерциализации полученных результатов

Рынок данной продукции в России плохо сформирован. Для его формирования необходимо проведение следующих мероприятий: реклама в СМИ, проведение акций дегустаций, PR, участие в выставках и ярмарках.

Таблица 5 – Выводная рекламная компания

| Вид рекламы                   |
|-------------------------------|
| Реклама на телевидении        |
| Съемка ролика                 |
| Реклама в печатных изданиях   |
| Наружная реклама на билбордах |
| Печать листовок               |

Таблица 6 – Поддерживающая реклама

| Вид рекламы                   |
|-------------------------------|
| Реклама в печатных изданиях   |
| Наружная реклама на билбордах |
| Печать листовок               |

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малова Ю.С. Особенности переработки белкового сырья и получение на его основе полноценных кормов для сельскохозяйственных животных / Ю.С. Малова, М.Г. Курбанова // Техника и технология пищевых производств. – Выпуск № 3.- Кемерово, 2010. – С.29-34.

Заявки на выдачу патентов РФ

2. Способ получения корма для сельскохозяйственных животных из белкового гидролизата / Ю.С. Малова, А.Ю. Просеков, М.Г. Курбанова, С.А. Сухих, А.Ю. Полетаев.

3. Способ комплексного получения аминокислот из белоксодержащего сырья / Ю.С. Малова, А.Ю. Просеков, М.Г. Курбанова, С.А. Сухих.

4. Способ получения смеси аминокислот из отходов переработки сырья животного и растительного происхождения / Л.А. Остроумов, М.Г. Курбанова, И.С. Разумникова, А.Ю. Полетаев, Ю.С. Малова, А.Ю. Просеков.