



**Итоговая конференция по результатам выполнения мероприятий  
ФЦП по приоритетному направлению  
«Рациональное природопользование»**

**ГОУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»  
(МГУПП)**

**ГОУ ВПО Московский  
государственный  
университет прикладной  
биотехнологии (МГУПБ)**

**ГНУ Всероссийский научно-  
исследовательский институт  
крахмалопродуктов РАСХН  
(ВНИИКП)**

**«КОМПЛЕКСНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ АПК И УПАКОВКИ  
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ИЗ НИХ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ  
И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ»**

**Государственный контракт  
№ 02.515.11.5024**

**Д.т.н., профессор  
Колпакова В.В.**

**Санкт-Петербург, 4-5 декабря 2008 г.**



## **3 вида способов:**

- 1. Модификация отходов АПК и упаковки с получением биоразлагаемых композиций и готовой продукции;**
- 2. Модификация всех видов отходов переработки сахарной свеклы с получением органоминеральных удобрений;**
- 3. Биоконверсия отходов АПК с получением дрожжевых полуфабрикатов для производства функциональных пищевых продуктов и кормов.**

**Разработана схема, определены ожидаемые показатели, выявлена возможность получения прибыли, экологические, медико-социальные, технологические преимущества продукции.**



## 1 направление

- **Разработана рабочая гипотеза** совместимости полиэтиленовых и полипропиленовых отходов с отходами АПК, ускоренный метод определения динамики биоразложения композиций;

- **Разработано более 60 математических моделей** зависимости прочности  $X$  (МПа) и времени начала биоразложения  $Y$  (сут) от массовой доли отходов  $Z$ , определены оптимальные дозировки ввода отходов

$$Z = a + bx + cx^2 + dy + ey^2$$

- **Изготовлены, испытаны опытные образцы** композиций с 10-23%; рисовой, подсолнечной, гречневой, просяной лузги, какаовеллы, соломы, свекловичного жома и т.д.

- **Отобраны наиболее эффективные виды**, установлена способность их к биоразложению;

- **Разработаны «Исходные требования** к отходам АПК как сырью для производства композиционных материалов» с учетом химического и гранулометрического составов.



## Задача:

Обеспечить ввод отходов в количестве **свыше 23%** с одновременным **улучшением эксплуатационных характеристик композиций** (прочность и относительное удлинение при разрыве)

- Доработана схема подготовки отходов с измельчением сырья;
- Осуществлен подбор модификатора с 30-40% отходов;
- Обеспечено улучшение запаха композиций введением сорбента

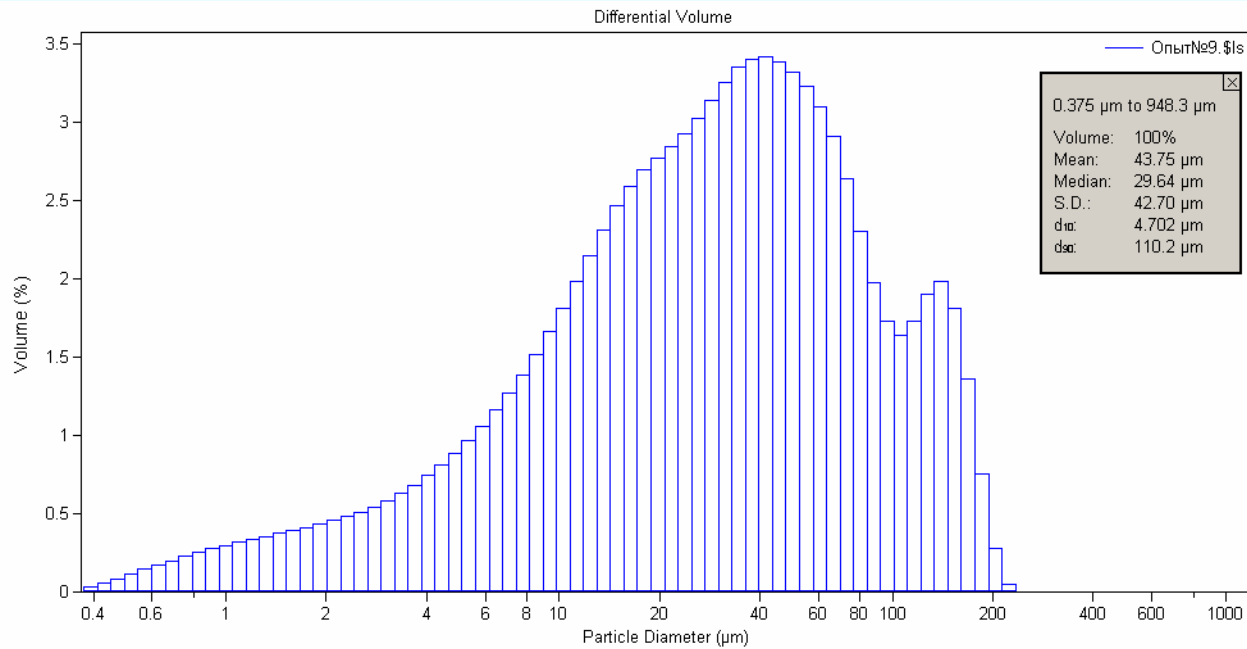


Установка ударно-истирающего действия для измельчения и классификации (МГУ продовольствия, Беларусь)

Определен гранулометрический состав частиц на приборе с ультразвуковым диспергатором (Beckman Coulter)

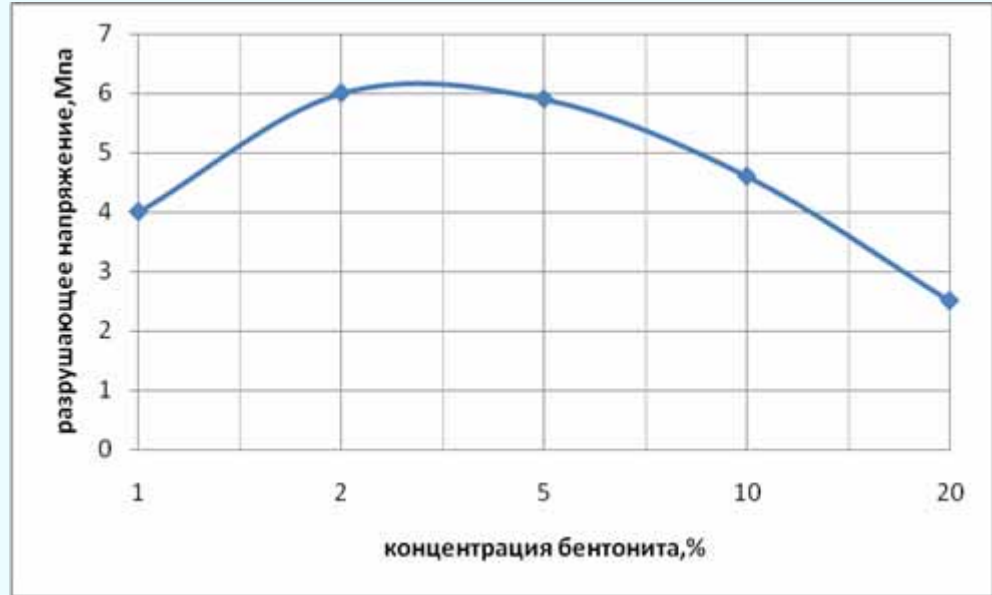


## Размер частиц какаоветлы (после классификатора)



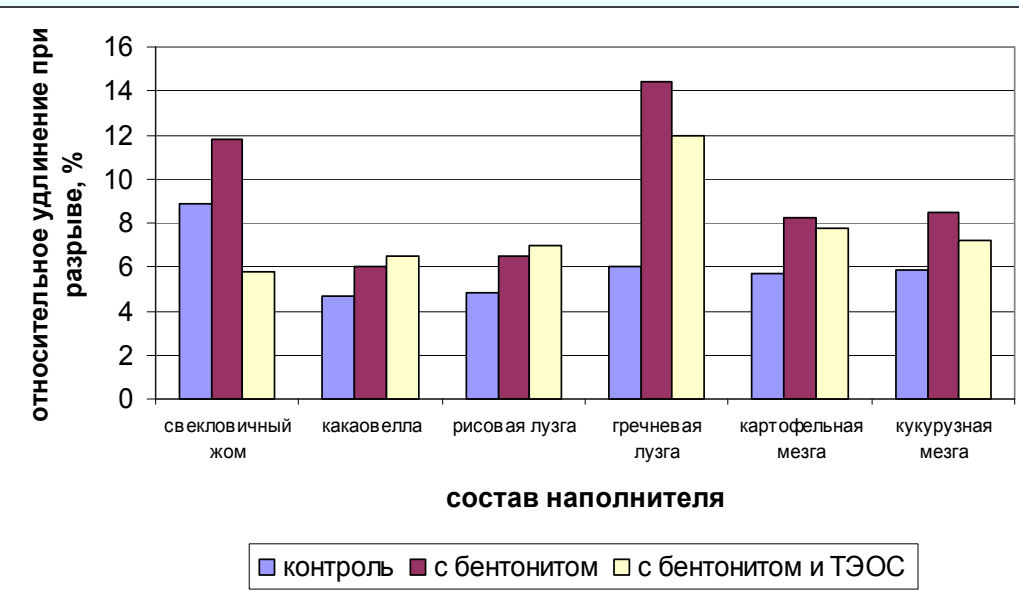
Пределы колебаний	Начальный размер, мкм	Конечный размер, мкм	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /мл	Степень измельчения	Влажность, %
Без классификатора	500-15000	21-280	687-3527	5-230	5,8-8,9/ 6,0-10,0
С классификатором	500-15000	21-111	1134-3527	5-100	5,85-8,90/ 6,03-9,52
Средний размер		65-150			

# Выбор модификатора (бентанит, тетраэтоксисилан)

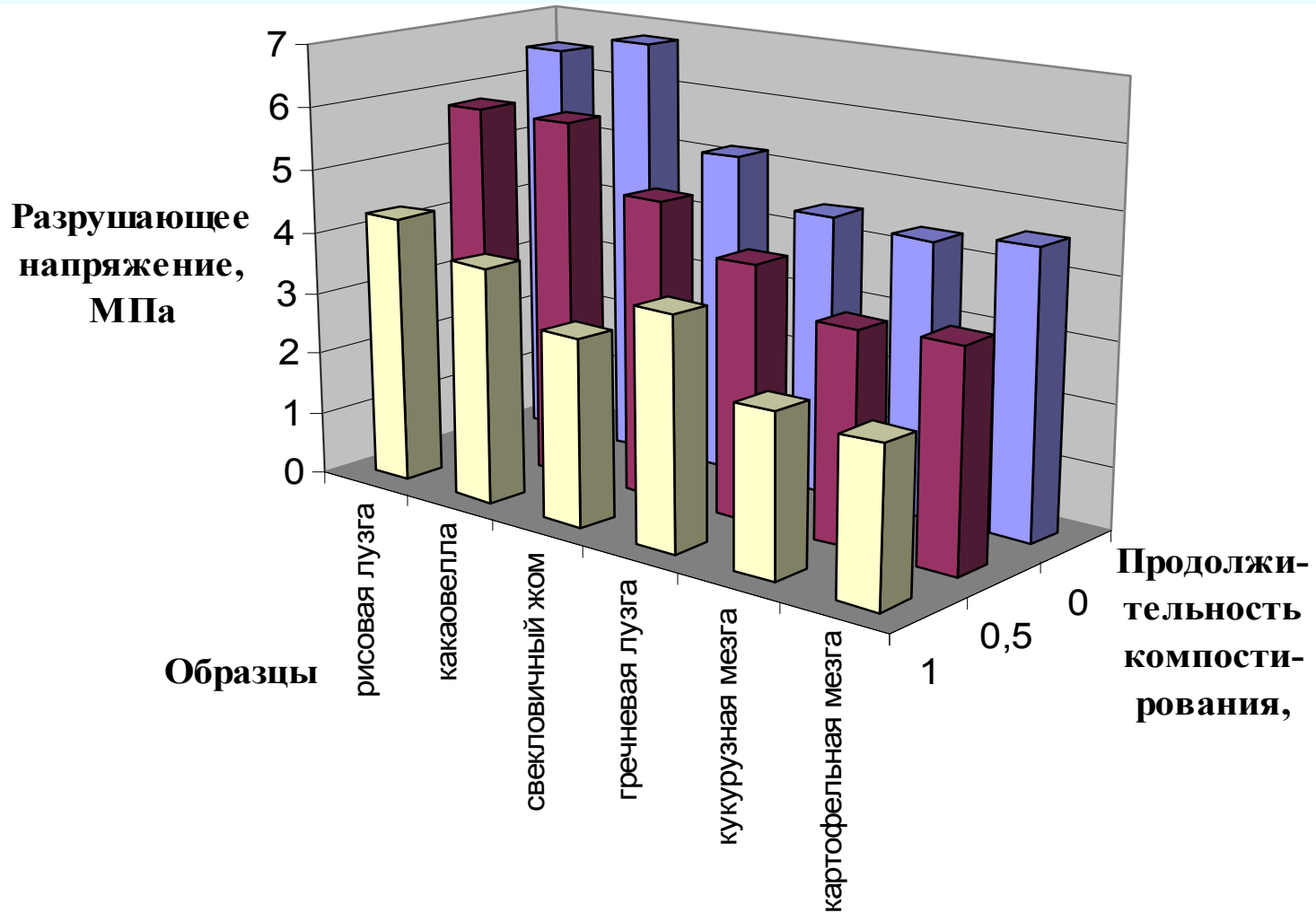


**Изменение деформационно-прочностных показателей (полиэтиленовые отходы: рисовая лузга - 70:30)**

**Разрушающее напряжение, относительное удлинение, показатель текучести расплава  
Повышение в 1,4 - 3,8 раза при прочности более 4 Мпа**



## Определение показателей биоразложения



Разрушающее напряжение при компостировании в почве  
Срок биоразложения – 2,8-3,2 года



## По разработанным рецептурам получен гранулят



**Отходы и гранулят на основе  
свекловичного жома**

**Гранулят на основе  
рисовой лузги**

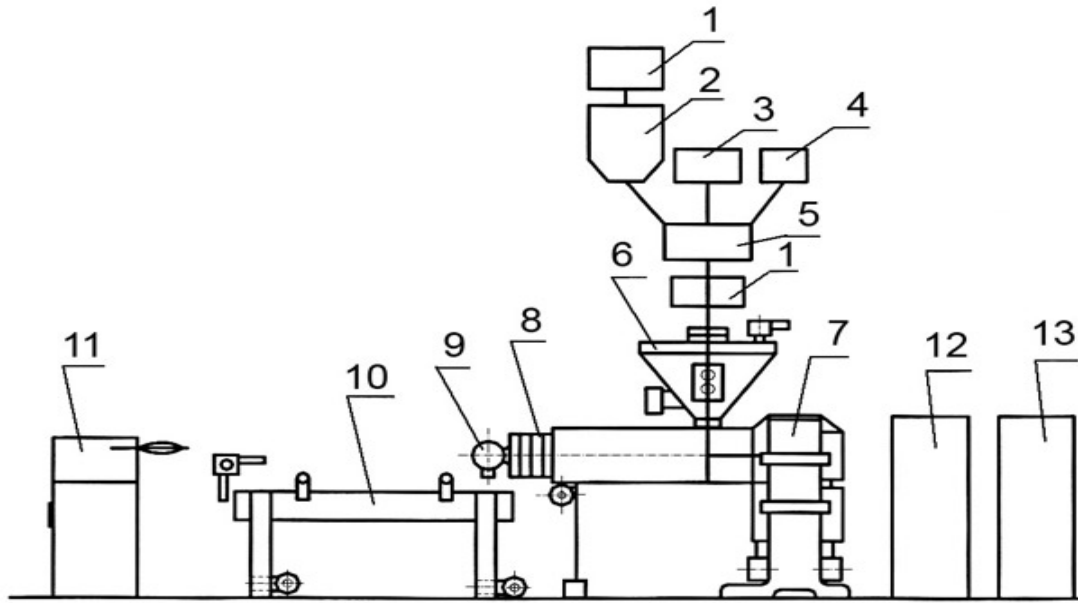




## Барьерные характеристики композиции

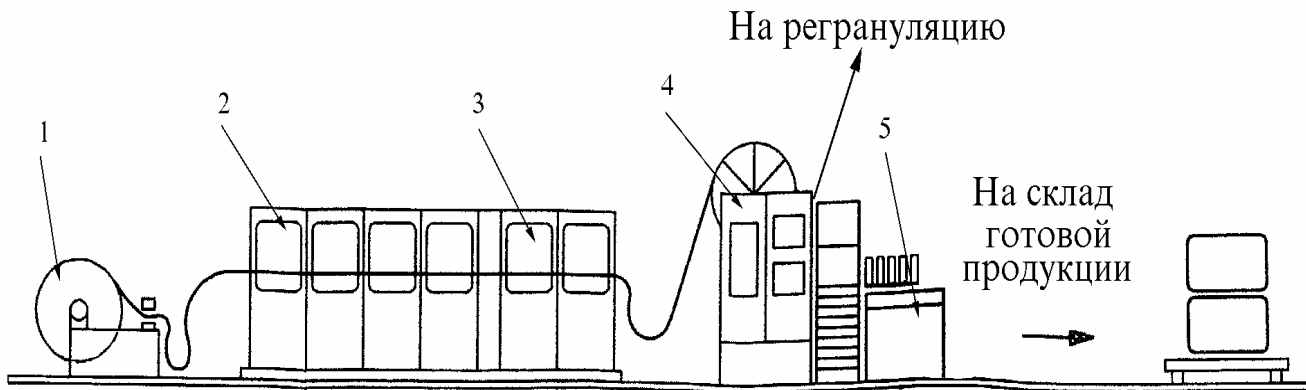
Наполнитель	Коэфф. газопроницаемости, $\text{см}^3 \cdot \text{см} / \text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{атм} \cdot 10^{-4}$	Паропроницаемость, $\text{г} / \text{м}^2 \cdot 24 \text{ч}$	Жиростойкость, мин
Свекловичный жом - 30%	6,3	23,2	2,0
Свекловичный жом - 40%	9,2	44,3	2,5
Какаоветла - 30%	10,3	34,1	3,0
Какаоветла - 40%	16,3	53,0	2,7
Рисовая лузга - 30%	4,3	15,7	3,0
Рисовая лузга - 40%	6,7	21,4	3,5

## Схема производства вторичного сырья



1– Вакуумный загрузчик;  
 2– центробежный классификатор;  
 3, 4, 6– бункер; 5– шнековый  
 смеситель; 7 – экструдер;  
 8– фильтр; 9– головка стренговая;  
 10– система охлаждения;  
 11– устройство приемно-  
 гранулирующее;  
 12, 13 – система контроля и  
 регулирования температуры.

## Технологическая схема формования лотков



1-Узел размотки,  
 2-узел нагрева ленты,  
 3-узел формования,  
 4-узел вырубki лотков,  
 5-узел фасовки.



## Области применения

### Тары и упаковки технического назначения:

**Коррексы, горшки для рассады, подставки для горшков, тара для скобяных изделий, инструментов, банки, канистры, совки, горшки, вёдра, кормушки для домашних животных, упаковка для парфюмерии, газонная плитка и т.д.**

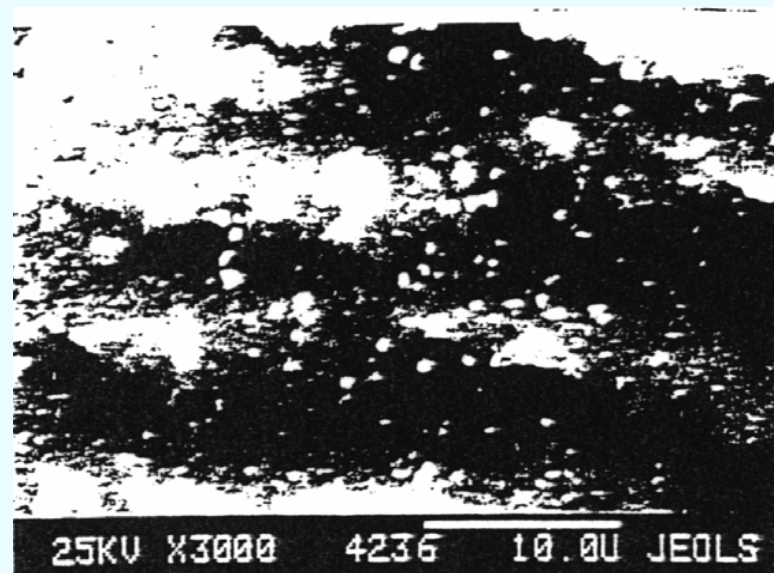


**Термоформованная подставка для цветов**



## Научная новизна

- **Данные по влиянию химического состава** отходов АПК на показатели композиций: пектин, гемицеллюлозы, Fe, Zn, Cd ускоряют биоразложение ( $r = 0,6 - 0,78$ ), Pb, лигнин - замедляют ( $r = - 0,68$ ).
- **Физическая модель совместимости** отходов АПК, подтвержденная картиной электронной микроскопии (статистическая, статистическо – цепочечная с гранулами полиэтилена).



**Композиция с отходами полиэтилена и рисовой лузгой**



## Научно-техническая документация

- **Исходные требования к отходам АПК** как сырью для производства упаковочных материалов
- **ТУ на полимерные композиции** с отходами АПК (проект)
- **Технологический регламент** получения вторичного сырья и упаковочных материалов из отходов АПК и упаковки пищевых продуктов (проект),
- **Технические требования** на разработку производства биоразрушающихся полимерных материалов и изделий одноразового использования на их основе
- **Рекомендации по областям использования** биоразлагаемых материалов на основе отходов АПК и полиэтилена
- **Рекомендации по режимам переработки** термопластичных биоразлагаемых композиций с использованием отходов АПК



## 2 направление

**Задача:** Модифицировать свойства щелочного дефектата другими видами отходов переработки сахарной свеклы

- Определены **химический состав и размер частиц** всех видов отходов:

- дефекат, отходы от производства извести,
- кислый свекловичный жом, бой, хвостики и т.д.,
- осадок моечной воды.

- Выполнено **математическое моделирование состава удобрений** с 3 функциями (рН, содержание  $P_2O_5$ , влажность) и 4 факторами (размер частиц отходов классификации X1, массовые доли дефектата X2, отходов извести X3 и осадка моечных вод X4 ).

$$Y_n = \frac{(2,35 + 0,12x_1 - 1,68x_1^2 \cdot 10^{-2})(10,78 + 0,53x_2 - 5,18x_2^2 \cdot 10^{-3})(-2,5 + 1,27x_3 - 7,8x_3^2 \cdot 10^{-2})}{2,51^3} *$$

$$* \frac{(2,41 + 0,16x_4 - 3,96x_4^2 \cdot 10^{-2})}{1};$$



Отобраны **3 оптимальные рецептуры** и отработан способ закладки компонентов (отходы Алексеевского (ОАО «Ритм») сахарного завода)

## Схема способа

Подготовка отходов

Приготовление удобрительной массы

Смешивание массы

Буртование отходов

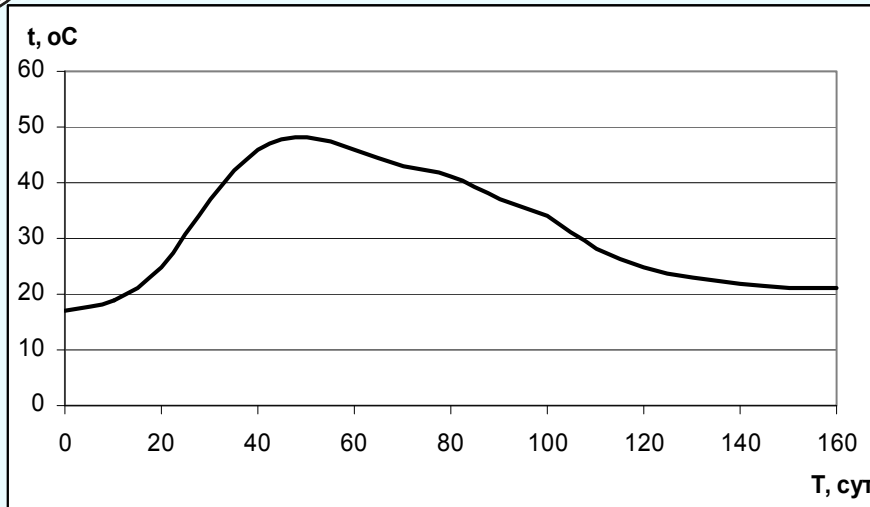
- Часть дефектата;
- Кислый жом (0,5...3 см);
- Отходы производства извести (отсев, песок, 5...30 мм);
- Остальная часть дефектата;
- Отходы классификации свеклы (бой, хвостики, корешки);
- Осадок моечных вод ( $\rho$  1,19...1,22 г/см<sup>3</sup>).

Компостирование (83-90 дней)

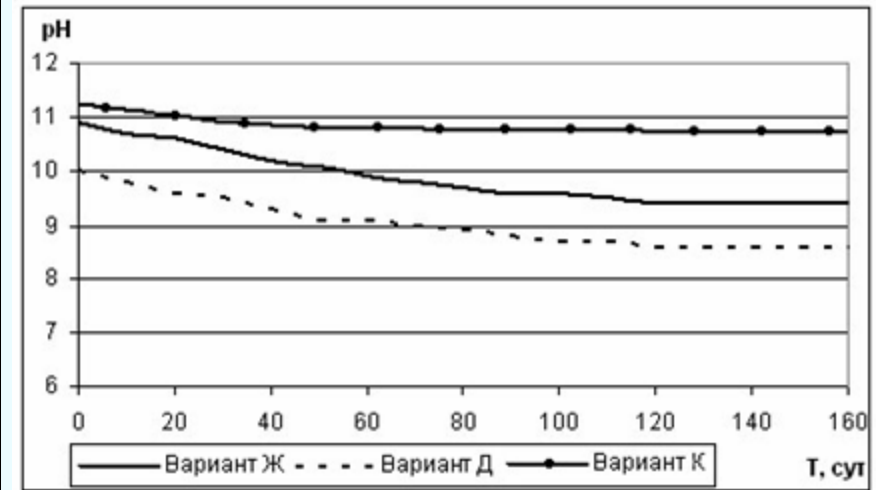




## Контроль температуры



## Контроль pH



**Ж – Дефекат 40% + бой, Д – Дефекат 50% + Кислый жом; К – Дефекат 70%**

### Показатели качества удобрений

Показатели	Удобрение по вариантам		
	Ж	Д	К
Зола, % на с.в.	67	72	74
Азот общий, %	0,65	0,74	0,35
Азот аммонийный, %	0,09	0,14	0,05
Фосфор, %	0,16	0,19	0,10
Калий, %	0,33	0,37	0,25
<b>pH</b>	<b>9,3</b>	<b>8,6</b>	<b>10,8</b>
Щелочность, % СаО	0,077	0,077	0,13



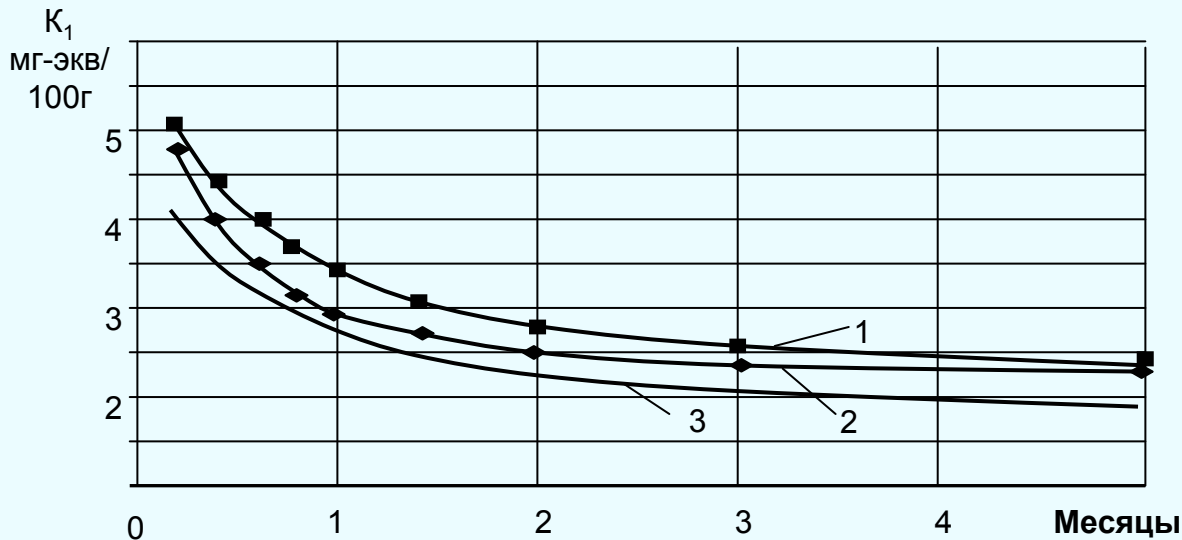
# Влияние удобрений с рН 9,3 и 8,6 на качество всходов пшеницы «Мироновская 808»

## Рамонский район Воронежской области

Кислотность - 5,56 мг-экв/100 г, гумус – 3,57%;

Подвижный Р - 98-122 мг/кг., Обменный К - 95-99 мг/кг.

Вариант	Всхожесть, %	Длина проростков, мм	Длина корешков, мм
Контроль	86,7	95,5	74,2
Дефекат 50% + кислый жом, рН 8,6	92,3	104,2	76,7
Дефекат 40% + бой, рН 9,3	90,7	97,4	75,5
Увеличение, % 16 сут.	4 - 6	2 - 9	2-4



### Кислотность водной вытяжки почвы

- 1 – Удобрение с рН 8,6,
- 2 – Удобрение с рН 9,3,
- 3 – Удобрение с рН 10,8.



## Влияние удобрения с рН 10,8 на показатели корневой системы пшеницы Эстер

Опытное поле ГНУ ВНИИК, Люберецкий р-н Московской области.

Гумус - 2,65%, рНсол - 4,98, гидролитическая кислотность – 5,58 мг-экв./100 г.  
норма внесения - 0,7 кг/м<sup>2</sup>, высеv- 5 млн. семян/га.

### Установлено:

- Уменьшение длины корней в 1,3-7 раз;
- Увеличение диаметра корней в 1,1-3 раза;
- Увеличение массы корней 2-7 раз.



Без удобрения      С удобрением

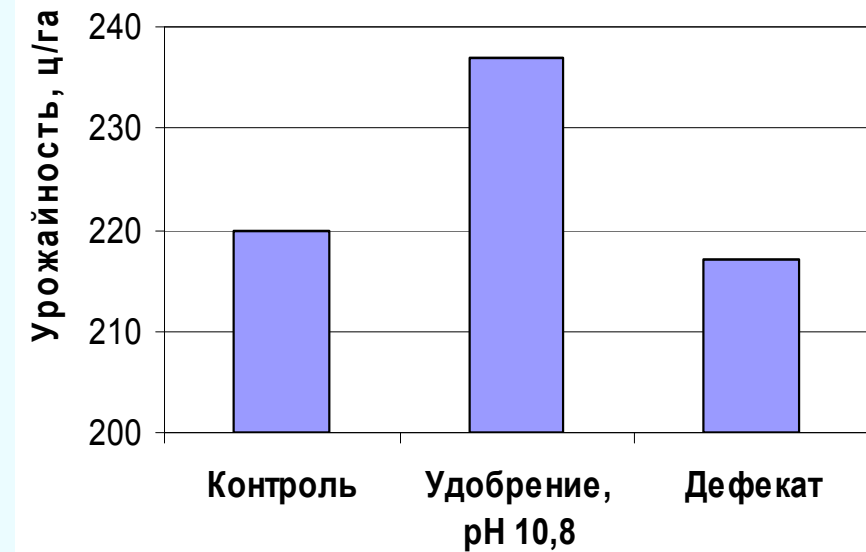
**Образцы пшеницы,  
выращенной в лабораторных  
условиях**



## Влияние удобрения с рН 10,8 на урожайность сахарной свеклы

Рамонский район Воронежской области

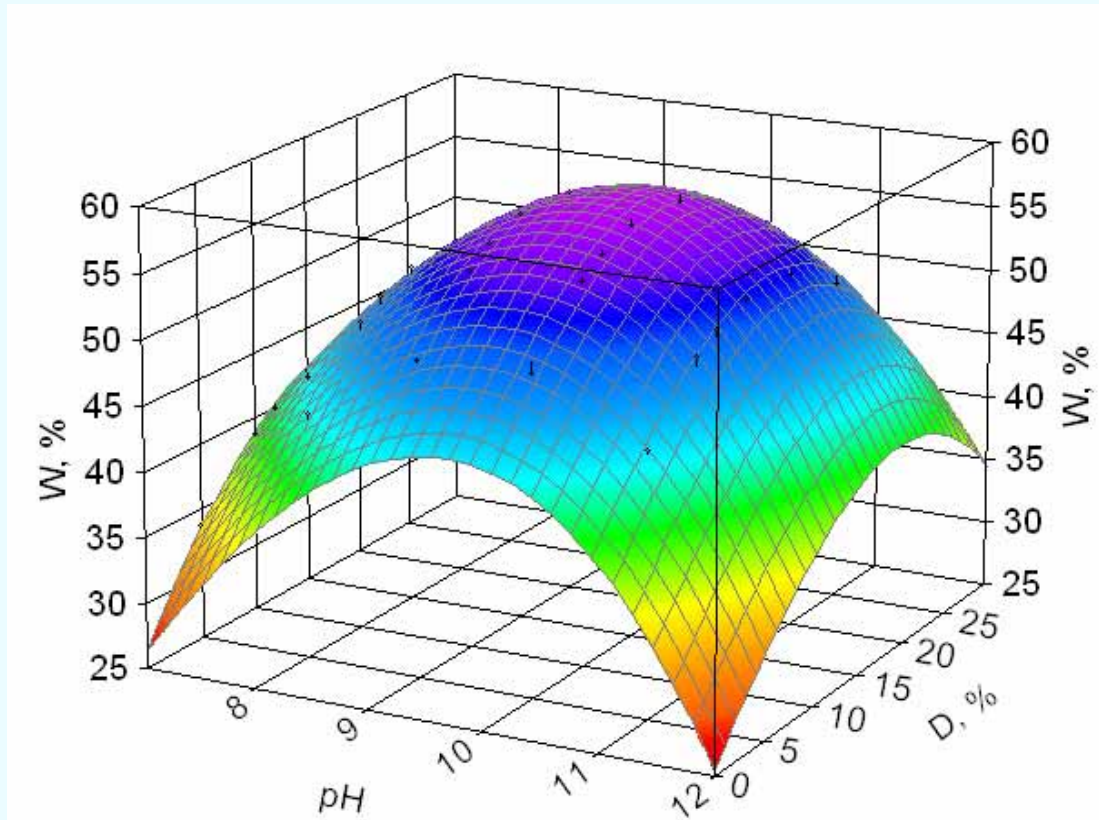
Гумус – 3,69%; рН – 4,75; гидролитическая кислотность – 5,16 мг-экв/100 г;



## Математическая модель для подбора компонентов при влажности 50...55%

$$W = -178 + 46 x_1 + 1,73 x_2 - 2,4 x_1^2 - 0,05 x_2^2$$

X1 – рН дефектата; X2 – Массовая доля отходов извести, %.



**Влияние рН и массовой доли отходов извести (D) на влажность удобрения (W)**



## Рецептуры удобрений

п/п	Компоненты	Количество компонентов, %		
		1	2	3
1	Дефекат	70	50	40
2	Жом кислый	-	20	-
3	Отходы производства извести: Негашеная известь, отсеб Карбонат кальция Песок известковый	5 15 10	5	15
4	Бой, хвостики 10-30 мм	-	10	20
5	Осадок моечной воды, Р 1,24 г/см	-	15	25
6	рН	10.8	8.6	9.3



## Нормативно-техническая документация

- **Технические условия** «Удобрение комплексное из отходов сахарного производства» (Проект)
- **Технологическая инструкция** на производство удобрения комплексного из отходов сахарного производства
- **Рекомендации** по изготовлению и применению комплексного удобрения из отходов сахарного производства





### 3 направление

**Задача:** Получение полуфабрикатов, обогащенных белком, незаменимыми аминокислотами, витаминами, пищевыми волокнами и т.д.

**Разработаны 2 способа модификации отходов АПК** с наращиванием биомассы дрожжей рода *Candida famata* T8, *Torula* sp., *inconspicua*, *Debaryomyces specius*

Отруби, некондиционное зерно, солодовые ростки, какао-велла, соевый, подсолнечный, рапсовый шроты, молочная сыворотка, спиртовая барда и т.д.

**Глубинный метод**

ОАО "Вимм-Билль-Данн"

**Твердофазный метод**

Хлебозавод № 12 г. Москвы

**Научно-техническая документация: ТИ, ТУ.**



- **Выполнена** селекция дрожжей из различных видов молока (коровье, козье, кобылье, женское) и кефира.

- **Выявлен** симбиотический эффект накопления дрожжей женского молока *Kluveromyces species* П1, А1, И1 с молочнокислыми бактериями *Lactobacillus acidophilus subspecies* при твердофазном культивировании (10<sup>10</sup> кл/г) .

- **Определен** состав двухкомпонентных питательных сред

#### **Малые предприятия:**

Отруби, проросшее, дробленое зерно, шроты, молочная сыворотка, спиртовая барда и т.д.

#### **Крупные предприятия:**

Соломенная, травяная мука, сено, зеленые травы, молочная сыворотка, спиртовая барда.

- С помощью математической модели **установлены оптимальные режимы культивирования микробной композиции** (30<sup>0</sup>С, влажность – 55%, 2500 мкм)





## Химический состав дрожжевого полуфабриката

№, п/п	Показатель	Фракционирование	
		Сухое*	Жидкое**
1	Массовая доля влаги, %	7	7
2	Массовая доля белка, %	18,6	36,0
3	Массовая доля углеводов, % (по разнице)	67,4	45,0
	В т.ч. пищевые волокна, %	45,1	15,1
4	Массовая доля золы, %	6	4
5	Массовая доля жира, %	3	2
6	Витамин В1, мг	0,334	0,290
7	Витамин В2, мг	0,520	0,485
8	Витамин В6, мг	0,530	0,470
9	Витамин РР, мг	120	140
10	Витамин Е, мг	5,3	5,1
11	Se, Mo, Cu, Fe, Zn, Cr, Li, Mg, Mn.		

\* - Тяжелая фракция; \*\* - Сухой фильтрат.





## Научно-техническая документация

- **Технологический регламент** получения дрожжевого полуфабриката из отходов АПК;
- **Технические условия** на дрожжевой полуфабрикат из отходов (проект);
- **Технологическая инструкция** на производство дрожжевого полуфабриката.



## Конкурентоспособность продукции

**Создание безотходных технологий** тароупаковочного и различных видов пищевых производств;

**Полимерные композиции:** импортозамещение, энергосбережение;

**Органоминеральные удобрения:**

- Сбалансированность химического состава

- Улучшение показателей роста (пшеница, сахарная свекла);

- Высвобождение площадей под отходами (более 200 млн. га, 37 млн.т дефеката);

**Дрожжевые полуфабрикаты:**

- Переработка широкого спектра твердых и жидких отходов АПК;

- Высокая способность накапливать белок (2,5-3,8 млн. т белка из 2,8-3 млн. т отрубей и 1/5 части соломы (50 млн.т.);

- Создание функциональных продуктов питания и кормов

- Гибкость использования способов (глубинный, твердофазный);

- Уменьшение количества сточных вод (на 53-70%);

**Экономия пищевого, кормового, полимерного сырья;**

**Рентабельность (20-30%), низкая себестоимость**





## Программные индикаторы государственного контракта № 02.515.11.5024

Обозн.	Индикатор	Требование ТЗ	Достигнуто
И1.5.1	Доля завершенных проектов НИР	1	1
И1.5.2	Число публикаций в ведущих научных журналах	6	11
И1.5.3	Число патентов (заявок)	3	4, в т.ч. 1 решение о выдаче
И1.5.4	Число диссертаций на соискание ученых степеней	3	6, в т.ч. 1 докторская 5 кандидатских



**Спасибо за внимание!**