



# Перспективы использования мискантуса в перерабатывающей промышленности

Капустянчик С.Ю.

СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН

E-mail: [kapustjanchiksv@mail.ru](mailto:kapustjanchiksv@mail.ru)



# ИНТРОДУКЦИЯ МИСКАНТУСА В СИБИРИ



В.А. Годунова

С 1990 года в лаборатории гетерозиса растений  
В 1986 году под руководством академика В.К. Шумного  
защитила кандидатскую диссертацию по теме:  
"Сравнительная характеристика нитратредуктазных  
мутантов ячменя"

С 1990 года в рамках международной программы поиска  
и интродукции новых растений занимается биотехнологией  
мискантуса *Miscanthus Anders.*, как альтернативного  
древесино- возобновляемого источника целлюлозы, биотоплива,  
строительных материалов.



Аржинова Г.К.



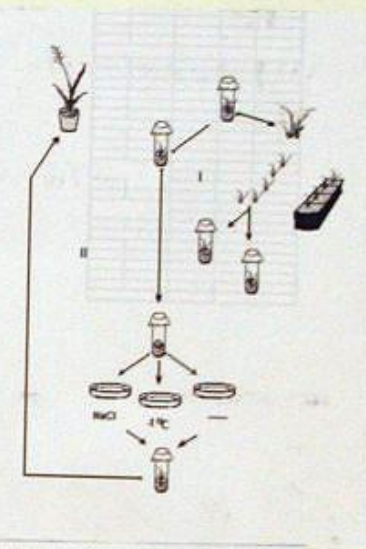
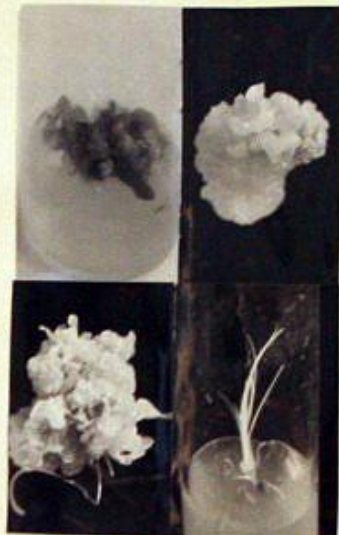
Черядаева В.С.



Непочиренко Н.Н.



Несторенко Н.Б.



Нами разработаны методики микроклонального размножения (1),  
культивирования изолированных клеток и тканей мискантуса  
in vitro (2). Получены растения регенеранты.  
По теме защищены дипломы работы студентов  
Новосибирского и Томского университетов



Первая экспериментальная плантация мискантуса в Сибири  
СГК ИГиЛ СО РАН Новосибирск 1996 г.



*Miscanthus sinensis*



+

*Miscanthus sacchariflorus*



=

*Miscanthus x giganteus*



- Native to East Asia
- C4 photosynthesis
- *Miscanthus x giganteus* (Mxg) an interspecific triploid hybrid
  - *Miscanthus sinensis* (2n) x *M. sacchariflorus* (4n)

 *Miscanthus sacchariflorus*  
 *Miscanthus sinensis*







# Технология выращивания: посадка, уборка и хранение урожая



Посадочный материал - корни



Механизированная посадка



Вегетативный период

**Сбор урожая начинают с первых заморозков. После зимнего опадания листьев растение высыхает до уровня влагосодержания 15-20%**



**Жатва производится при помощи обычных косилок и пресс-подборщиков**    **Хранение осуществляется под открытым небом**



## Преимущества и недостатки выращивания мискантуса

### Преимущества:

1. Годовой прирост 10 - 15 т/га и более (с 1 га больше, чем лес)
2. Сбор сухой биомассы.
3. Использование для уборки существующей сельскохозяйственной техники, (газонокосилки, пресс-подборщики).
4. Легко уничтожается гербицидом глифосат.
5. Для борьбы с сорняками применяется широкий спектр зерновых гербицидов.
6. Не имеет значимых болезней и вредителей.
7. Низкие потребности в почвенных питательных веществах.
8. Выращивание на одном месте до 20 лет.
9. Морозоустойчив.
10. Качество целлюлозы ниже, чем у хлопка, но выше, чем у древесины.
11. Может произрастать на истощенных почвах и улучшать ее структуру (1: 1 корней и побегов соотношение 10 т над землей = 10 т под землей)
12. Снижение выбросов CO<sub>2</sub> до 85% при замене угля

### Недостатки:

- Жизнеспособность корневищ.
- Урожай занимает несколько лет, чтобы достичь полной производственной мощности (низкие выходы в первый и второй год).
- Потенциальные рынки для мискантуса пока не развиты.



## Переработка

1. **Биомасса** бумажы, картонныя изделия, санитарно-гигиенические изделия;
2. Вискозные ткани;
3. Продукты фармацевтики;
4. Оптико-волоконные материалы;
5. Продукты военного назначения;
6. Пластики;
7. Альтернативное топливо.



# Miscanthus и продуктовая Пирамида

Использование волокна:

- Легкие ДВП / МДФ
- Картон / бумага / целлюлоза
- "Зеленый" бетон
- Био-композиты
- Соломенная подстилка

Источники энергии:

- Подсушенные гранулы
- Пеллеты
- Щепа







Посадка мискантуса (слоновой травы).  
Многолетняя культура. Растет на любых почвах до 20 лет.



Внесение компоста в почву  
под новый урожай мискантуса.

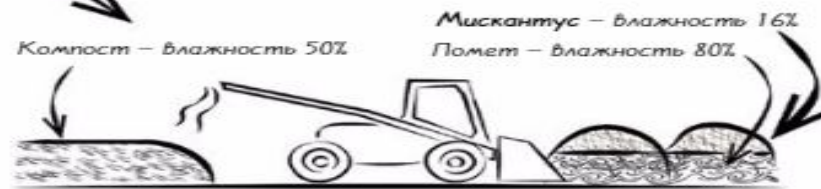


Уборка мискантуса поздней осенью.  
Ежегодный выход биомассы - 20 тонн с гектара.  
Влажность 16%

### Использование биомассы:



Для подстилки под птицу.



Компост - влажность 50%

Мискантус - влажность 16%

Помет - влажность 80%

При компостировании для снижения влажности в помете или иловых осадках.

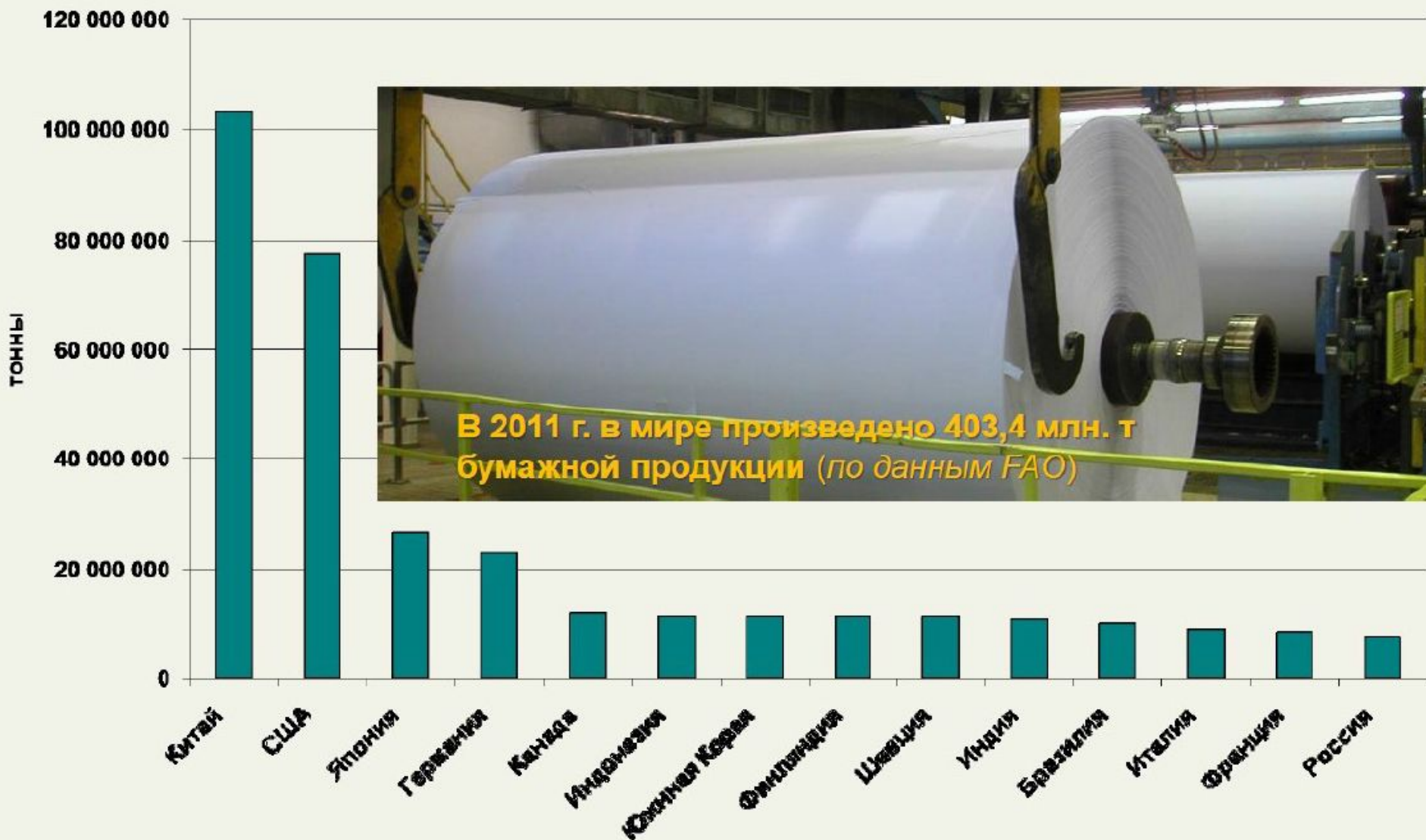


Производство топливных пеллет.  
По теплоотдаче 2 кг пеллет - 1 м<sup>3</sup> природного газа.





# Производство бумажной продукции в мире



## ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ В РФ (тыс.тонн)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Производство бумаги и картона	7 145	7 513	7 700	7 308	7 582	7 604
Потребление бумаги и картона	6631	4 961	5 371	4 770	5 075	5 266
Макулатурообразующая продукция	5 956	6 136	6 824	5 267	5820	6 130
Переработка макулатуры	2 050	2 100	1 900	2 000	2 000	2 100
Степень использования, %	28,7	28,0	24,7	27,4	26,5	27,6

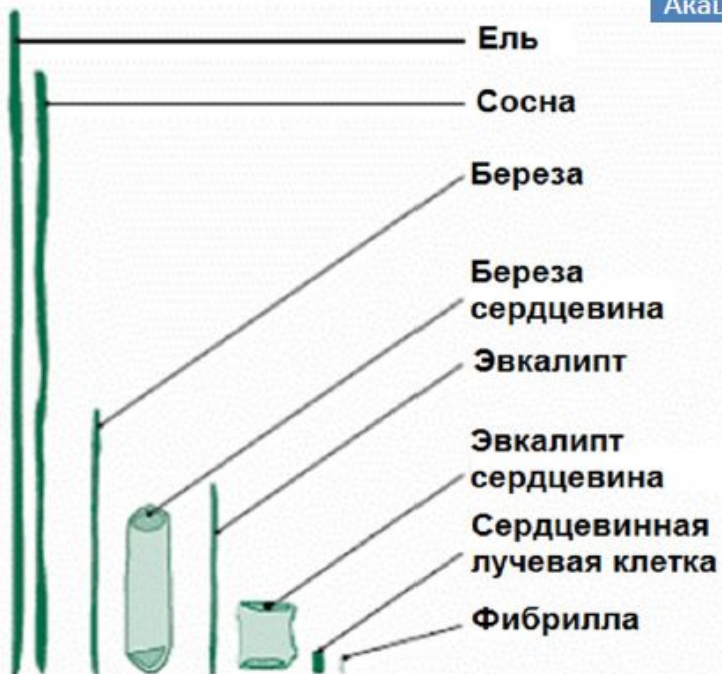


# Исследование волокна Мискантуса

Величина удельной поверхности мискантуса составляет 1,8-2,1 м<sup>2</sup>/г, что сопоставимо с величиной удельной поверхности целлюлозы древесины (0,6-2,2 м<sup>2</sup>/г)

Сравнение размеров волокна мискантуса с волокнами древесных материалов

Растительный материал	Длина волокна (mm)	Диаметр волокна (μm)	Толщина стенки волокна (μm)
<b>Не древесное волокно</b>			
Miscanthus	0,97 ± 0,08	14,2 ± 2,5	4,1 ± 0,8
<b>Древесное волокно</b>			
Ель, сосна, пихта	3,3-3,5	25-40	
Пихта, хемлок	2,5-4,2	30-45	
Осина	0,7-1,3	10-27	2-3
Береза	1,2-1,85	20-36	
Эвкалипт	0,9-1,0	14-16	4-4,5
Акация	0,9-1,0	14	



Распределение размеров волокна вдоль стебля

Размеры волокна	Высота стебля/сектор длины (%)	Не древесное волокно
		Miscanthus
Длина (mm)	10	0,94
	50	0,97
	90	0,99
Диаметр (μm)	10	14,18
	50	14,16
	90	14,01
Lumen diameter (μm)	10	6,11
	50	5,91
	90	5,97
Толщина стенки волокна (μm)	10	4,04
	50	4,13
	90	4,02



# Характеристика волокна Мискантуса

Степень полимеризации белой целлюлозы мискантуса равна 900-950.

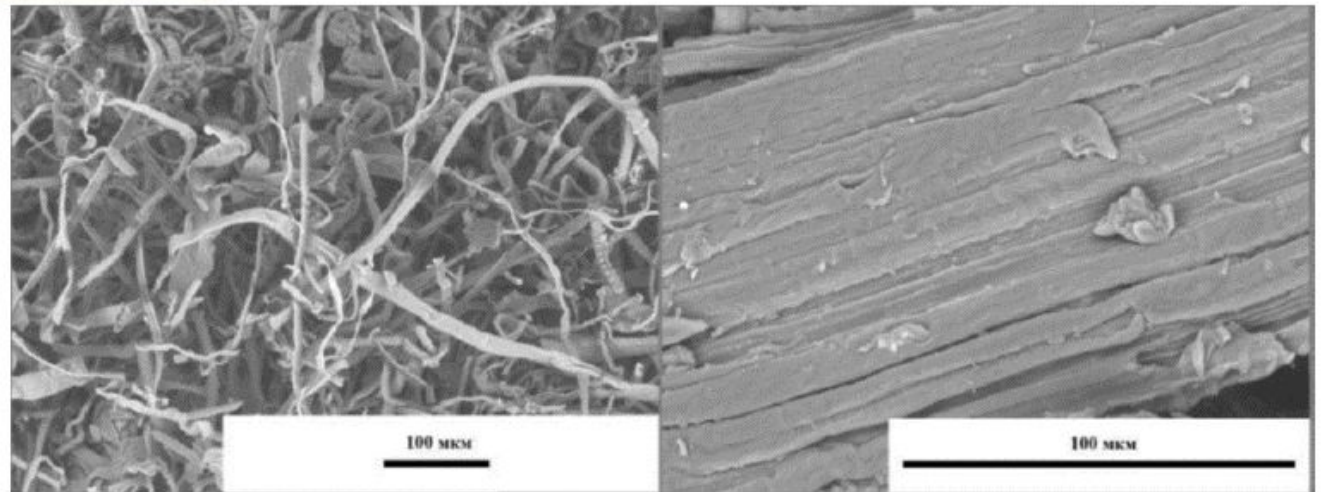


Основную массу белой целлюлозы мискантуса составляют тонкие, лентообразные волокна с элементами продольного закручивания и заостренными концами. Волокна разнообразны по форме и величине, от коротких до удлиненных. Их разнообразие обусловлено тем, что при получении целлюлозы используется вся наземная часть мискантуса.

Поверхность волокон целлюлозы из мискантуса характеризуется микрошероховатостью, представленной системой складок, расположенных вдоль оси волокна. Дефрагментация крупных фрагментов происходит путем их продольного расслоения.

Фотография белой целлюлозы мискантуса

Длина волокон белой целлюлозы мискантуса лежит в пределах 100-800 мкм, при поперечных размерах 5-40 мкм.



Фотография растровой электронной микроскопии белой целлюлозы мискантуса



## Химический состав и физико-химические показатели

Химический состав исходного сырья – соломы Мискантуса

Характеристика*	Содержание, %
Массовая доля целлюлозы по Кюршнеру	57,4
Массовая доля лигнина	19,1
Массовая доля золы	3,9
Массовая доля пентозанов	23,3

Выход и основные физико-химические показатели целлюлоз из Мискантуса

Вид продукта	Выход*, %	Физико-химические показатели*			
		Массовая доля лигнина, %	Массовая доля золы, %	Массовая доля целлюлозы по Кюршнеру, %	Степень полимеризации, ед
Техническая целлюлоза	52,1	10,5	2,1	88,9	1035
Беленая целлюлоза	42,0	3,4	2,0	91,2	950

\* - в пересчете на абсолютно сухое сырье

# Характеристика выпускаемой продукции

Заменитель целлюлозы ХТММ (химико – термомеханическая масса) относится к волокнистым полуфабрикатам высокого выхода (ВПВВ).

Выход массы из мискантуса составляет (85-92) %.



ХТММ используется как волокнистый полуфабрикат в композиции широкого ассортимента бумажной и картонной продукции и служит частичной или полной заменой целлюлозы в этих видах продукции при сохранении их высоких качественных показателей.

По основным свойствам беленая ХТММ сравнима с белой целлюлозой, произведенной из древесины.

Применение ХТММ снижает себестоимость, улучшает показатели объемного веса и условия формование бумаги или картона.

Беленая ХТММ используется в композиции таких видов бумаги и картона, как: суперкаландрированная бумага, легкомелованная бумага, тонкие виды бумаг, бумага санитарно – гигиенического назначения, коробочный картон, картон для упаковки жидких продуктов и другие.

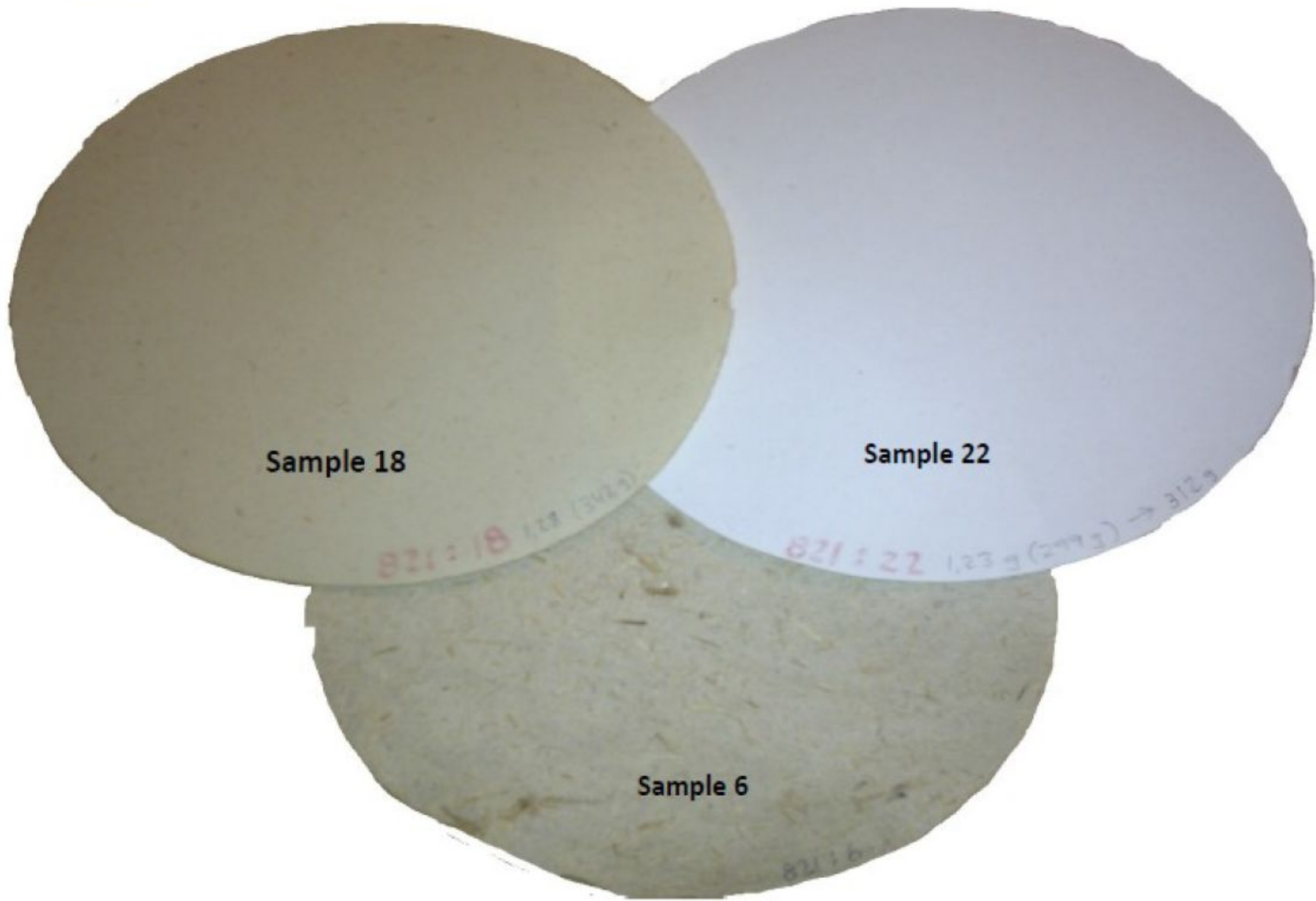


# Испытания Мискантуса на фабрике в Швеции





# Тестовые отливки бумаги из Мискантуса



Sample 18

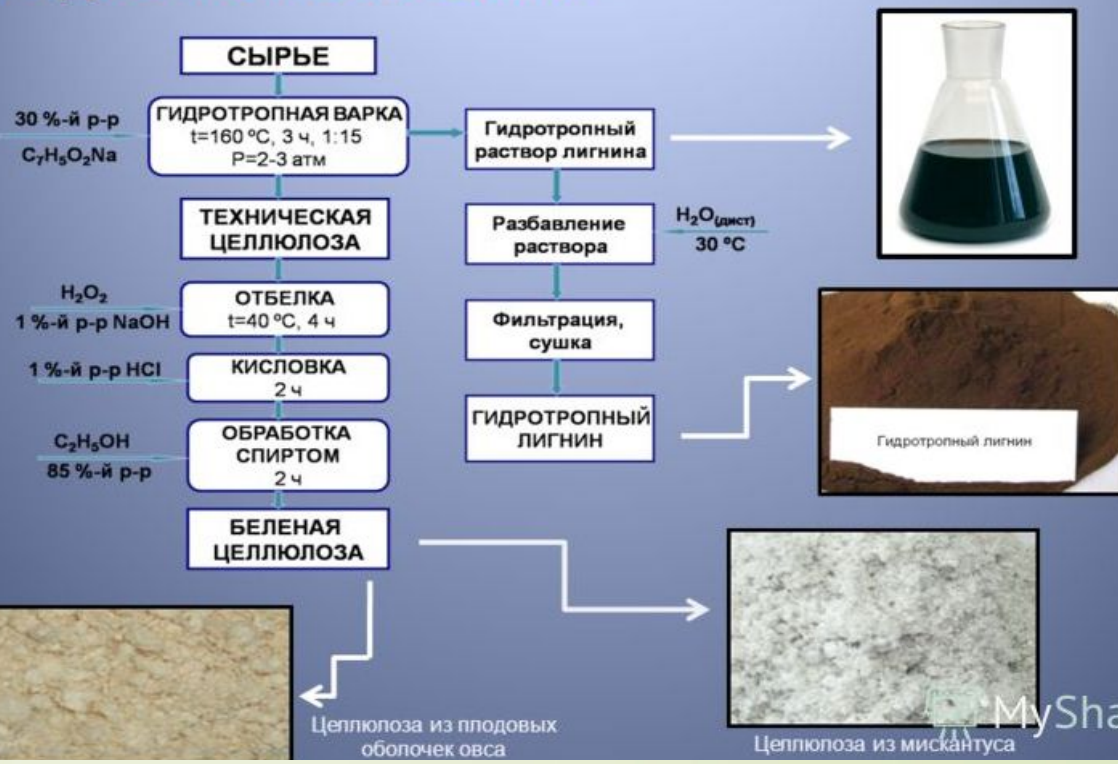
Sample 22

Sample 6

# Гидротропный способ получения целлюлозы из нетрадиционного целлюлозосодержащего сырья

Денисова Марина Николаевна

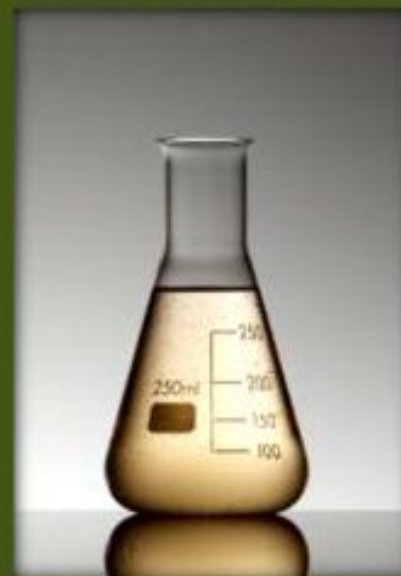
## БЛОК-СХЕМА ГИДРОТРОПНОЙ ВАРКИ





При введении операции предгидролиза перед гидротропной варкой, возможно получение еще одного дополнительного продукта – гидролизата.

Гидролизат представляет собой водный раствор органических и минеральных соединений, потенциально может быть использован как самостоятельный товарный продукт – рострегулятор растений.



На данный момент проводятся исследования, направленные на получение производных гидротропной целлюлозы: простых и сложных эфиров, лекарственных производных, а также ферментативного гидролиза целлюлозы с целью получения глюкозы



Возможные применения производных гидротропной целлюлозы



**Спасибо за внимание**

