



Проект 6. Разработка методов и технологий воспроизводства и повышения продуктивности лесов на основе естественных процессов и интенсивных методов лесовыращивания

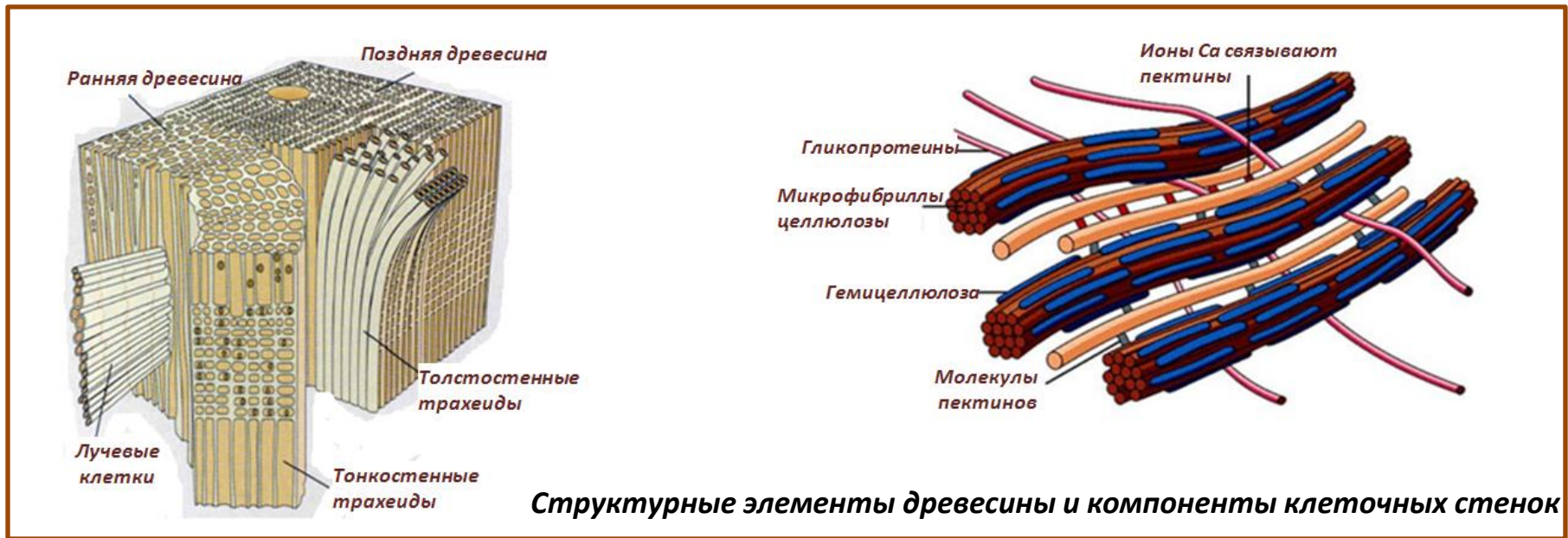
Научная тема 6.4 Фундаментальные основы регуляции ксилогенеза с целью повышения продуктивности древесных растений и выращивание древесины с заданными свойствами

Руководители: д.б.н. Новицкая Л.Л., к.б.н. Галибина Н.А.

Продуктивность лесов практически измеряется количеством хозяйственно пригодной древесины, выращиваемой за год в расчете на 1 га лесной площади.



Ксилогенез – процесс формирования древесины играет ключевую роль в повышении продуктивности лесов.



Структурные особенности древесины определяют ее физико-механические, технологические, топливные, декоративные свойства, влияют на деревообработку и переработку древесного сырья.

Большое влияние на ксилогенез оказывают условия места произрастания дерева, а значит, методы лесовыращивания.



Заонежская лесосеменная плантация

**Запас подвижных элементов
N, P, K – 67, 73, 80 кг/га**



**Пряжинское центральное
лесничество**

**Запас подвижных элементов
N, P, K – 43, 286, 73 кг/га**



Познание механизмов регуляции ксилогенеза позволит эффективно и целенаправленно управлять этим процессом не только с точки зрения увеличения выхода биомассы древесины, но и выращивания древесины с заданными свойствами.



Основным объектом исследования будет береза повислая (*Betula pendula* Roth).

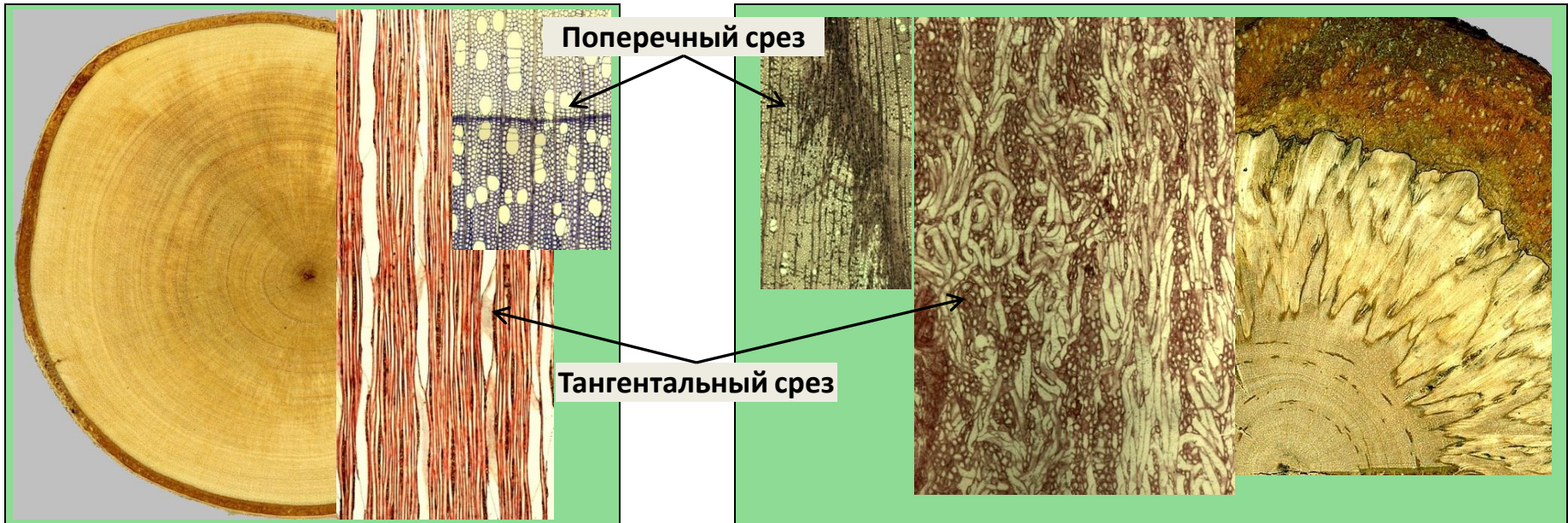
Выбор объекта обусловлен несколькими причинами:

1. Для древесины березы характерен широкий спектр разнообразия структурных элементов: она состоит из сосудов, волокнистых трахейд, волокнистых элементов, приближенных по структуре к волокнам либриформа, и клеток паренхимы.

2. Формы березы повислой:

обычная береза повислая (*B. pendula* var. *pendula*) древесина упорядоченного строения с типичной для древесных растений вертикально-тяжевой ориентацией водопроводящих и механических элементов.

карельская береза (*B. pendula* var. *carelica*), камбий может образовывать как нормальную по строению, так и аномальную древесину, в которой нарушены соотношение и пространственная ориентация структурных элементов.



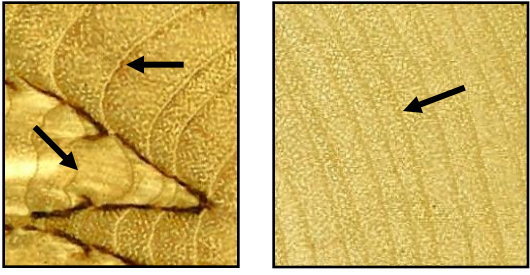
3) Из всех древесных пород структурные аномалии древесины выражены у карельской березы наиболее ярко, характеризуются большим разнообразием проявления в онтогенезе и высоким уровнем эндогенной изменчивости; их появление, развитие и затухание зависят от воздействия факторов среды.



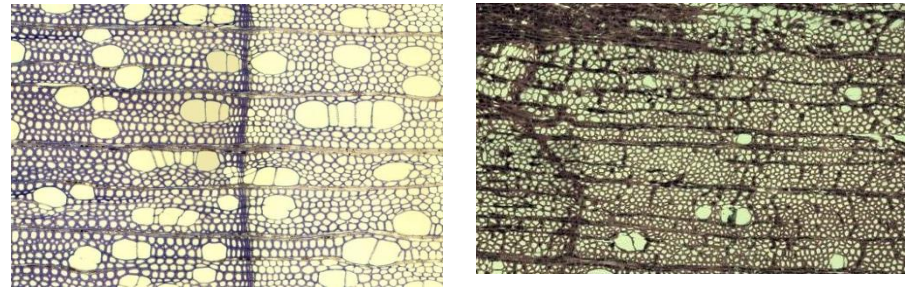
Таким образом, формы березы повислой представляют собой уникальный объект для изучения механизмов регуляции ксилогенеза древесных растений.

Исследования по теме будут проводиться при разных сценариях ксилогенеза, включая:

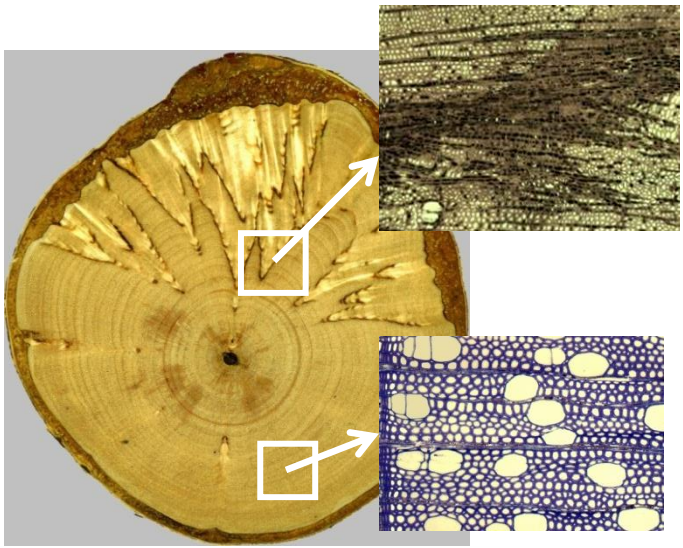
(1) различия по величине ежегодного прироста древесины;



(2) изменение соотношения структурных элементов древесины;

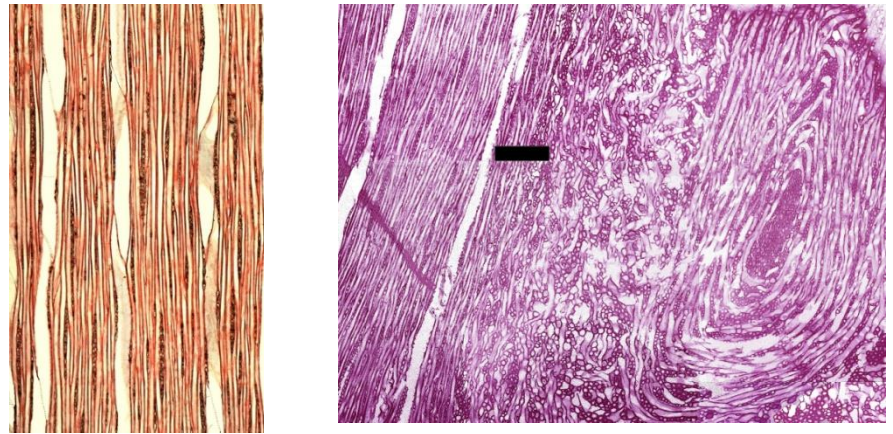


(4) нарушение структуры древесины в результате локального блокирования дифференцировки сосудов и волокнистых элементов;



(3) разную плотность древесины, обусловленную изменением размеров структурных элементов и толщины их оболочек

(5) нарушение упорядоченности расположения структурных элементов древесины и их ориентации относительно вертикальной оси дерева



Мероприятие 7.5.1 . Изучение метаболического статуса тканей ствола при разных сценариях ксилогенеза.

Мероприятие 7.5.2 . Изучение молекулярных основ гормональной регуляции ксилогенеза древесных растений.

Мероприятие 7.5.3

Выявление биохимических маркеров и ключевых звеньев метаболизма, определяющих направленность ксилогенеза древесных растений.

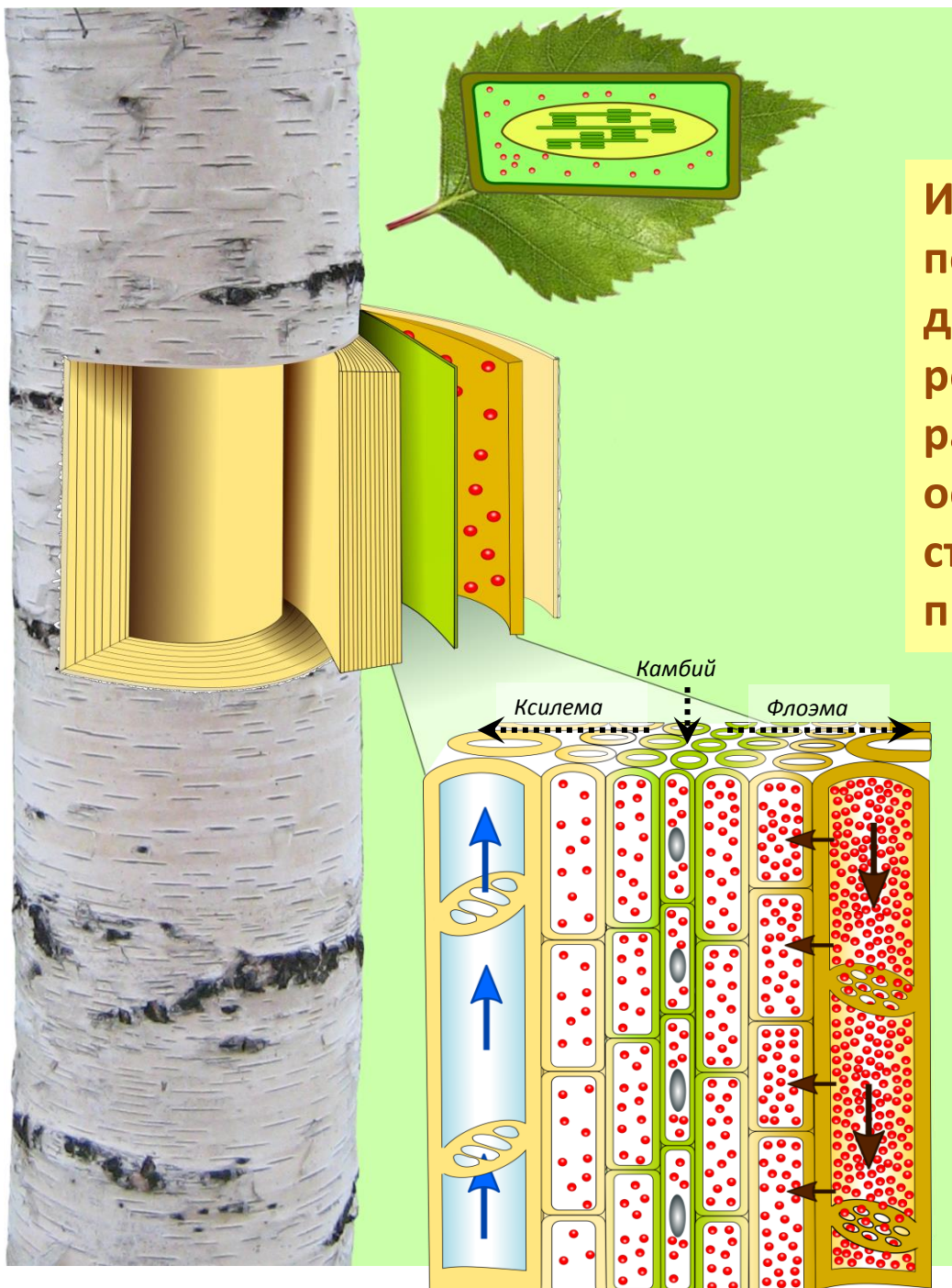
В качестве методических подходов будут использованы:

- биохимический и молекулярно-генетический анализы,**
- анатомо-цитологические и морфологические исследования,**
- изучение физико-механических свойств древесины.**

Предметом биохимических исследований будут особенности утилизации сахаров и их взаимодействие с фитогормонами в ходе ксилогенеза березы повислой.

САХАРА

Известно, что сахара являются первичным источником углерода для всех циклов биохимических реакций в стволе древесных растений и представляют собой основной субстрат для структурообразовательных процессов в ходе ксилогенеза.



САХАРА

Ферменты, расщепляющие сахарозу в камбиальной зоне:

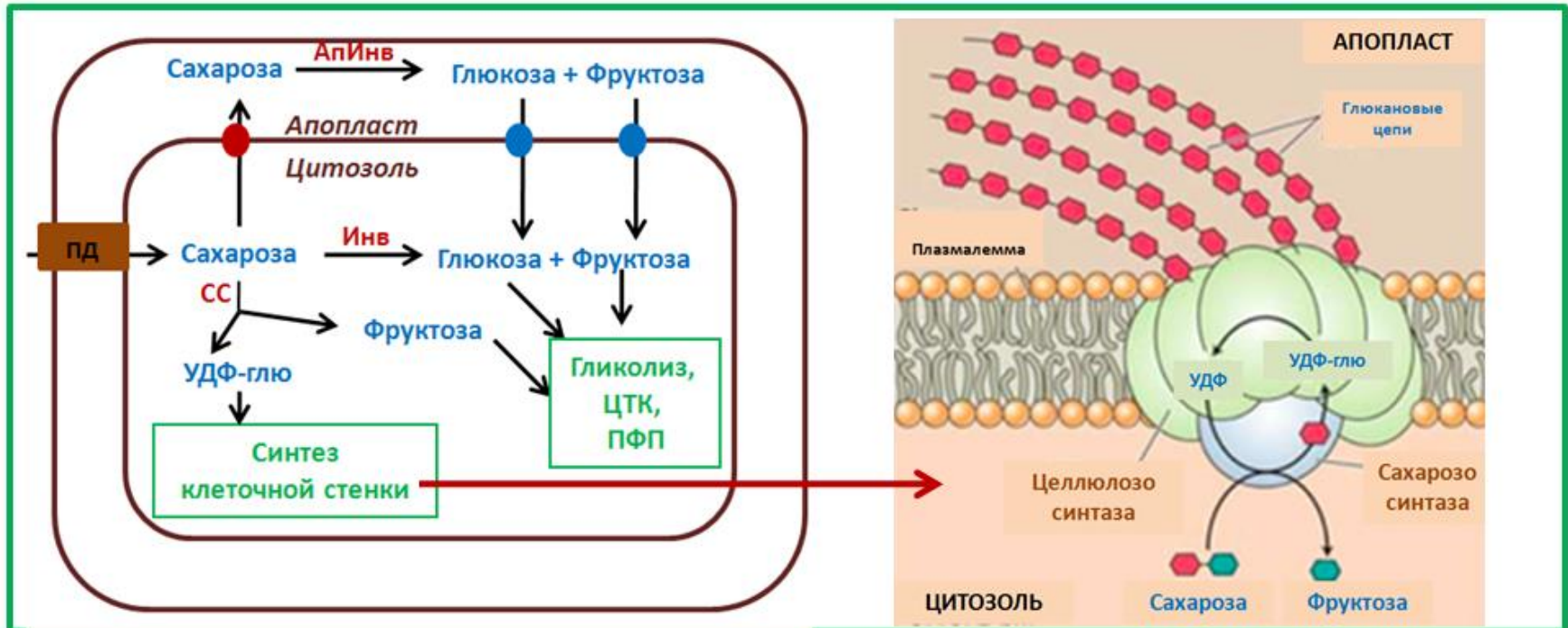
1. Инвертазы (In, EC 3.2.1.26)



2. Сахарозосинтаза (SS, EC 2.4.1.13)

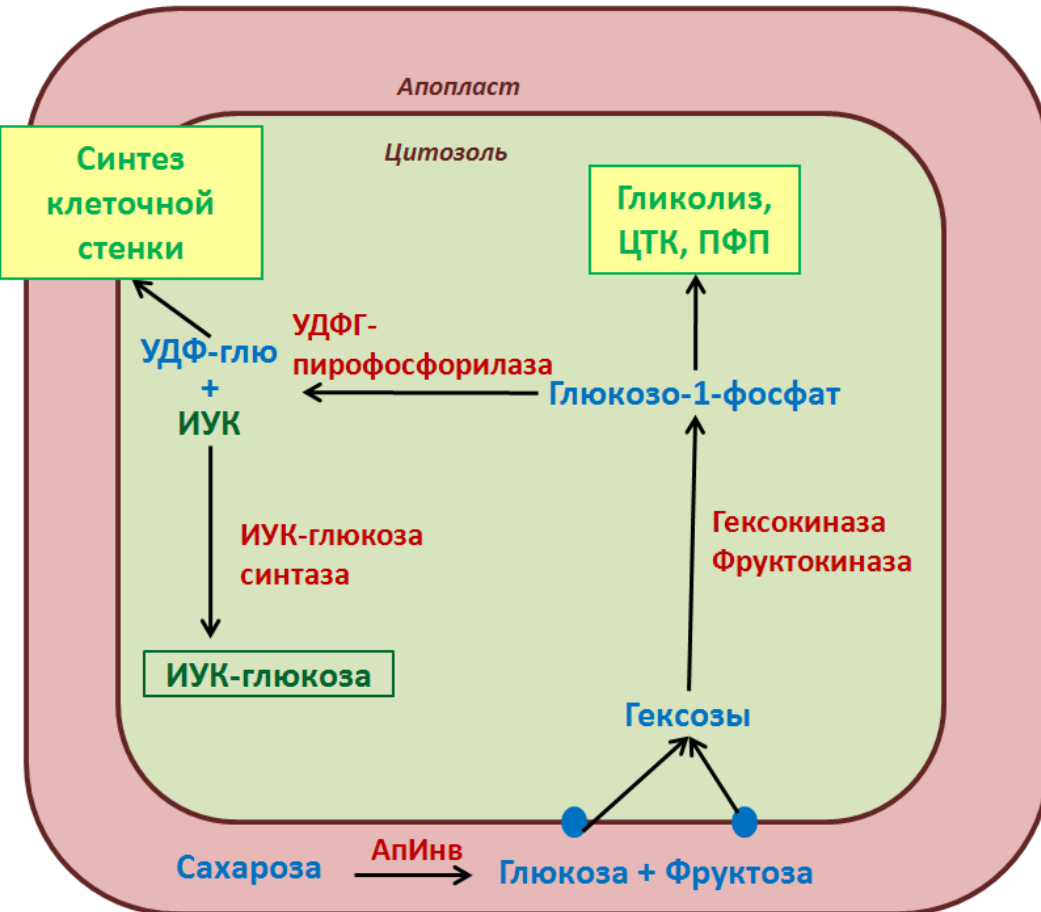


Форма сахарозосинтазы, связанная с плазмалеммой, входит в состав целлюлосинтазного комплекса и поставляет УДФ-глюкозу на синтез целлюлозы (Amor et al., 1995; Ruan, et al., 2003; Song et al., 2010 и др.).



ГОРМОНЫ

Почти все растительные гормоны присутствуют в камбиальной зоне, однако **полярный транспорт ауксина** из листьев и кончиков побегов в корни обеспечивает **основной сигнал для камбиального роста и дифференцировки камбиальных производных** (Little, Pharis, 1995; Aloni et al., 2000; Savidge, 2001; Sundberg et al., 2000).



Механизм включает:

- расщепление сахарозы с участием **Инв** и образование **глюкозо-1-фосфата**;
- **Гл-1-ф** используется в запасном метаболизме и на синтез **УДФГ**;
- **↑УДФГ** приводит к **↑конъюгированного ауксина (ИУК-глюкоза)** и **↓свободного ИУК**.

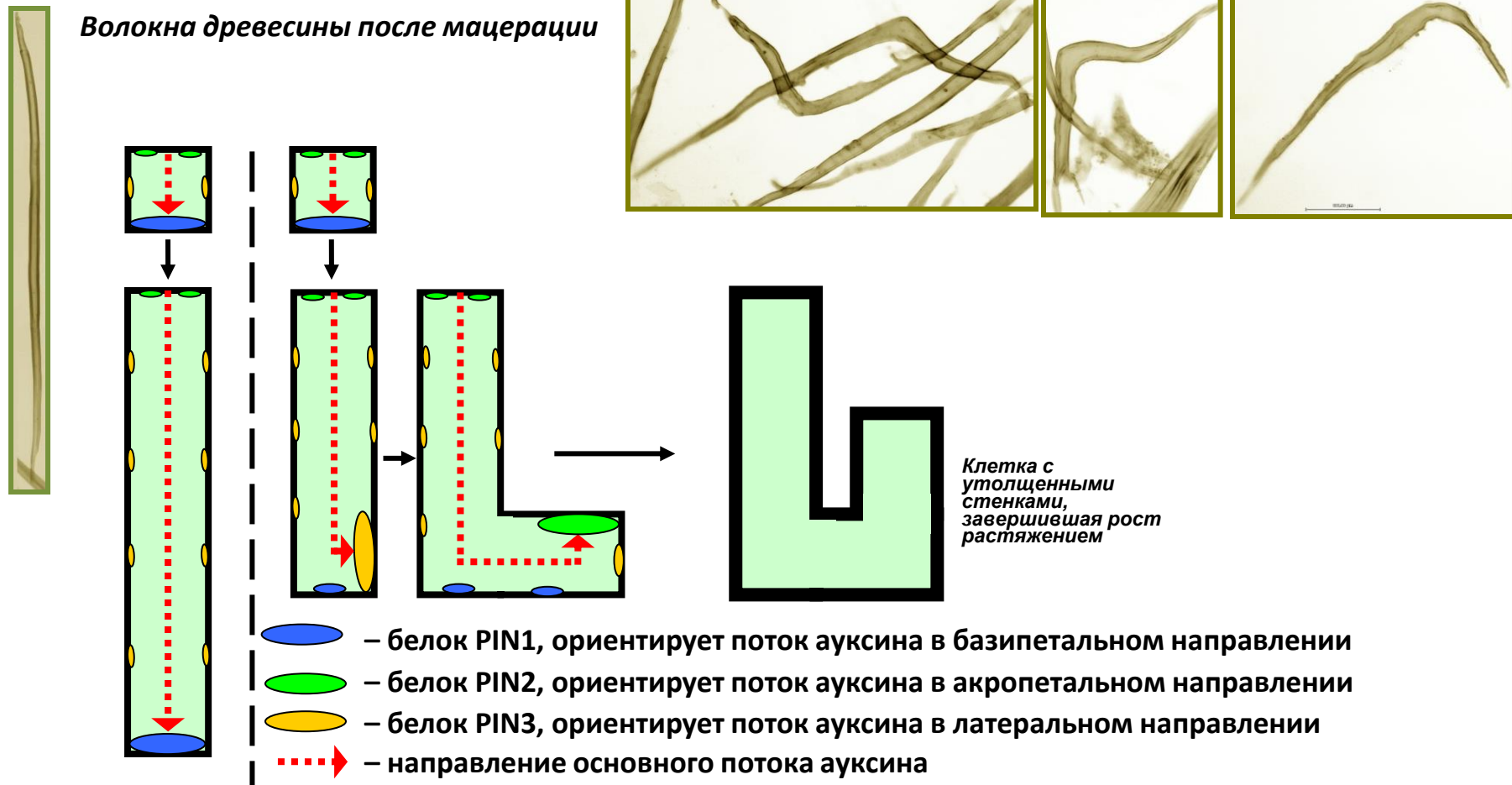
Результат:

ингибирование дифференцировки сосудов и волокнистых трахеид и образование вместо них клеток паренхимы.

ГОРМОНЫ

Направленный транспорт ауксина определяют растяжение клетки и ее ориентацию в пространстве.

PIN-белки – трансмембранные переносчики ауксина, обеспечивающие его выход из клетки.



Планируется исследовать:

- содержание сахарозы, как основной транспортной формы фотоассимилятов у березы повислой;
- активность ферментов, включающих сахарозу в обменные процессы (сахарозосинтаза, инвертаза),
- содержание продуктов расщепления сахарозы (гексозы, УДФглюкоза),
- активность ферментов, вовлекающих в метаболизм продукты расщепления сахарозы (гексокиназы, фруктокиназы, УДФГ-пирофосфорилаза),
- активность ферментов, отвечающих за синтез и инактивацию ауксина (флавинов-зависимые монооксигеназы, ИУК-глюкоза синтаза),
- уровни экспрессии генов, кодирующих ферменты углеводного и гормонального обменов, трансмембранные переносчики сахаров и гормонов.

Наименование мероприятия	Планируемый срок выполнения работ		Ожидаемые результаты					Ответственные за исполнение КПНИ
	Начало	Завершение	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Научная тема 7.6 Фундаментальные основы регуляции ксилогенеза с целью повышения продуктивности древесных растений и выращивания древесины с заданными свойствами	2017	2021						
Мероприятие 7.6.1 Изучение метаболического статуса тканей ствола при разных сценариях ксилогенеза.	2017	2021	База данных физиологических, молекулярно-генетических параметров исследуемых растений по ксилогенезу. База данных анатомических и морфологических показателей. База данных физико-механических свойств опытных растений при разных сценариях ксилогенеза.					
Мероприятие 7.6.2 Изучение молекулярных основ гормональной регуляции ксилогенеза древесных растений	2018	2020	Механизмы ауксин-зависимого контроля процессов роста и дифференцировки ксилемных элементов древесины					
Мероприятие 7.6.3 Выявление биохимических маркеров и ключевых звеньев метаболизма, определяющих направленность ксилогенеза древесных растений	2019	2021	Новые методические подходы к экспериментальной регуляции ксилогенеза древесных растений					РАН