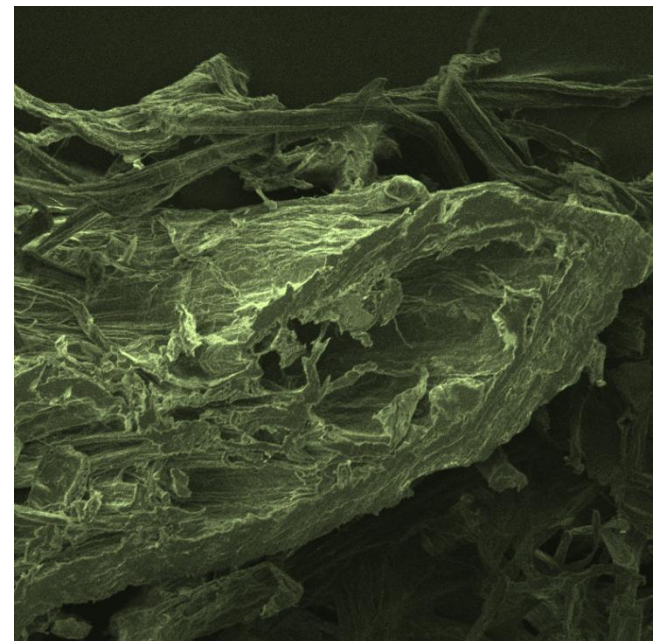


# АНАТОМИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНО- МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

**А.В. Вураско, Д.И. Шестаков,  
А.Р. Минакова, В.П. Сиваков**

*Уральский государственный  
лесотехнический  
университет,  
Екатеринбург, Россия*



# Что можно получать из борщевика?

Согласно литературным данным из борщевика можно получать:

- сахара;
- биоэтанол;
- древесные пластики;
- топливные пеллеты;
- биологически активные соединения;
- эфирные масла;
- 2D нанюуглерод;
- техническую целлюлозу

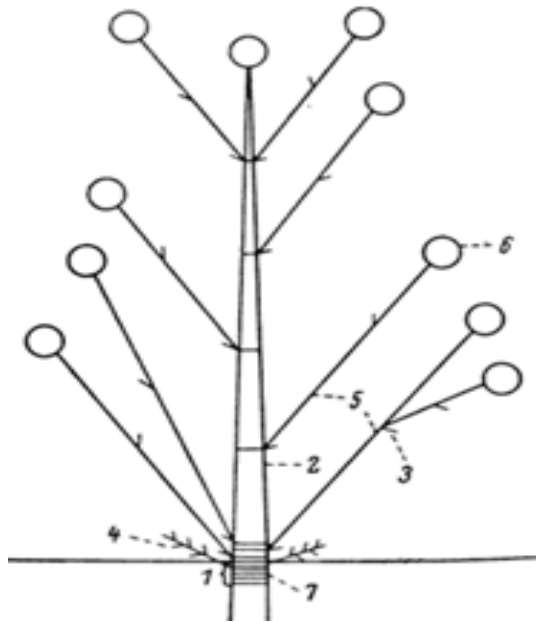
# Цель и задачи работы

**Цель работы** – получение технической целлюлозы из одревесневших стеблей борщевика окислительно-органо-сольвентным способом и изучение её свойств.

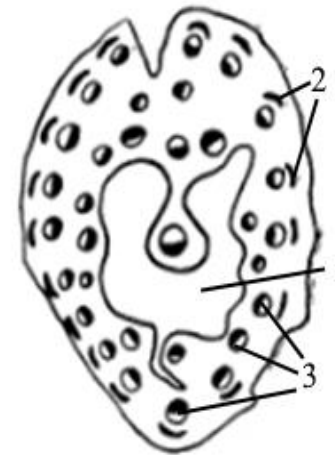
## **Задачи работы:**

- провести сравнительный анализ компонентного состава исходного сырья в виде одревесневших стеблей борщевика с разницей во времени сбора;
- провести ООСВ варки растительного сырья с предварительной щелочной обработкой и выбором наилучших режимов для получения технической целлюлозы удовлетворительного качества;
- определить качественные характеристики технической целлюлозы : компонентный состав, физические и механические характеристики, изучить анатомические и структурно-морфологические характеристики полученной технической целлюлозы.

# Строение побега борщевика Сосновского



I



II

I – строение побега борщевика Сосновского (схема): 1 – подземная многолетняя часть; 2 – стебель надземной однолетней части; 3 – листья; 4 – побег обрастания; 5 – побег обогащения; 6 – сложный зонтик; 7 – годовичные листовые рубцы;

II – стебель в разрезе: 1 – полость в виде желоба; 2 – периферийные проводящие пучки; 3 – центральные проводящие пучки

# Компонентный состав растительного сырья

Компонентный состав	Месяц сбора борщевика		Древесина		Солома	
	август	сентябрь	береза	осина	риса	овса
Лигнин, % а.с.с.	<b>21,9±0,2</b>	25,4±0,2	19,6	21,8	14,6	18,0
Массовая доля целлюлозы по Кюршнеру-Хофферу, % а.с.с.	<b>46,4±1,0</b>	45,0±1,0	43,8	41,8	45,6	47,0
Содержание минеральных веществ	7,6±0,1	5,4±0,1	0,4	0,3	17,2	3,0
Экстрактивные вещества, % а.с.с.:						
– растворимые в органических растворителях (этиловый эфир)	1,3±0,5	1,8±0,5	2,9	0,8	6,0	3,5
– растворимые в горячей воде	18,0±0,5	17,7±0,5	2,6	2,8	12,7	2,4
рН водной вытяжки						
– холодного экстрагирования	<b>6,7±0,1</b>	6,5±0,1	...	...	...	...
– горячего экстрагирования	<b>6,6±0,1</b>	6,2±0,1	...	...	...	...

# Условия щелочной обработки и окислительно-органоcольвентной варки

- Щелочную обработку и варку проводили в лабораторной реакторной системе LR-2.ST.
- Условия щелочной обработки: масса стеблей борщевика 80 г. а.с.с., концентрация раствора NaOH 40 г/л, подъем температуры до 90 °С – 30 минут; обработка 60...120 минут; жидкостный модуль 10:1. По окончании обработки щелочной раствор сливали.
- ООСВ проводили раствором, состоящим из варочной композиции равновесной перуксусной кислоты, воды и стабилизатора пероксидных соединений (органофосфонат – ИОМС). Расход равновесной перуксусной кислоты составлял 0,4...0,8 г/г в расчете на а.с.с., взятое на щелочную обработку. Жидкостный модуль 10:1. Подъем температуры до 90 °С 20 минут, варка – 60 минут.

## Результаты анализа технической целлюлозы после щелочной обработки продолжительностью 120 минут и варки

Показатель	Значение		
Расход равновесной перуксусной кислоты, г/г от а.с.с.	0,4	0,6	<b>0,8</b>
Выход сортированной целлюлозы, % от а.с.с.	59,0±0,5	49,6±0,5	49,7±0,5
Непровар, % от а.с.с.	14,0±0,5	2,1±0,5	–
Массовая доля лигнина, % от абсолютно сухой целлюлозы (а.с.ц.)	20,9±0,2	8,5±0,2	3,9±0,2
Белизна, %	40,0±0,2	53,4±0,2	<b>72,0±0,2</b>
Степень помола, °ШР	58±2,0	56±2,0	64±2,0
Сопротивление раздиранию, сН	65,0±1,0	72,5±1,0	60,0±1,0
Разрывная длина, км	3,5±0,5	5,4±0,5	8,4±0,5
Капиллярная впитываемость, мм	2,1±0,3	1,0±0,3	0,8±0,3

Результаты анализа технической целлюлозы после щелочной обработки и ООСВ с  
расходом равновесной перуксусной кислоты 0,8 г/г от а.с.с.

Показатель	Значение		
	60	90	120
Продолжительность щелочной обработки, мин	60	90	120
Выход сортированной целлюлозы, % от а.с.с.	45,4±0,5	<b>49,5±0,5</b>	49,7±0,5
Непровар, % от а.с.с.	4,0±0,5	–	–
Массовая доля лигнина, % от а.с.ц.	6,4±0,2	<b>4,3±0,2</b>	3,9±0,2
Белизна, %	70,5±0,2	<b>80,2±0,2</b>	72,0±0,2
Степень помола, °ШР	56±2,0	57±2,0	64±2,0
Сопротивление раздиранию, сН	67,5±1,0	75,0±1,0	50,0±1,0
Разрывная длина, км	6,15±0,5	5,90±0,5	8,40±0,5
Капиллярная впитываемость, мм	2,1±0,3	1,3±0,3	0,8±0,3

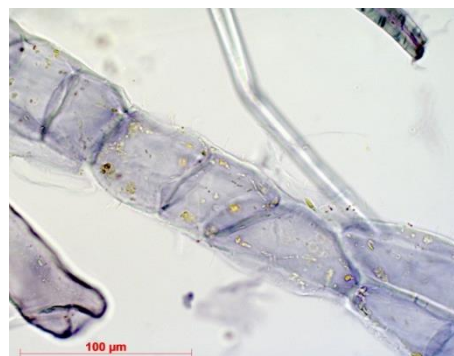
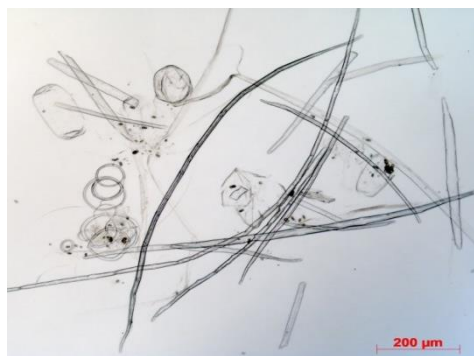
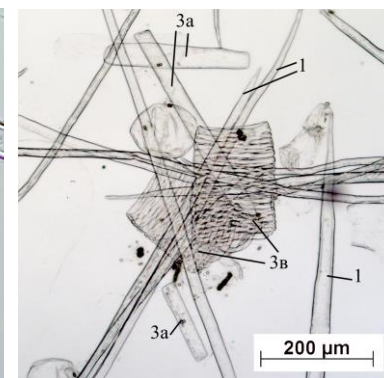
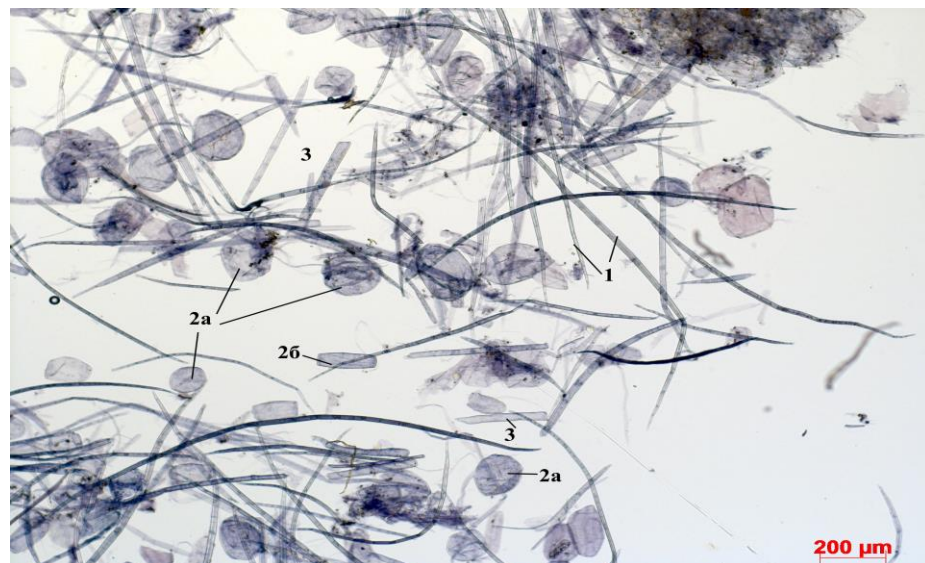
# Применение полученной целлюлозы из борщевика

требованиями к целлюлозе сульфатной марки ЛС-4 ГОСТ 28172-89 (ТЦ /ЛС-4):

- белизна 80,2 % / не менее 80 %;
- сопротивление раздиранию 75,0 сН / не менее 35 сН;
- разрывная длина 5,90 км / не менее 6,0 км.



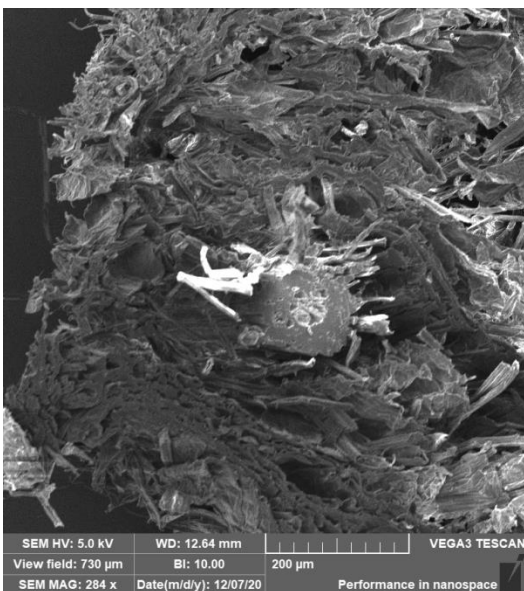
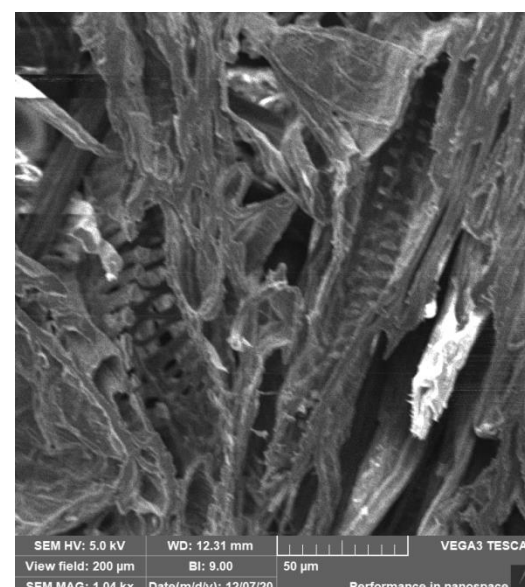
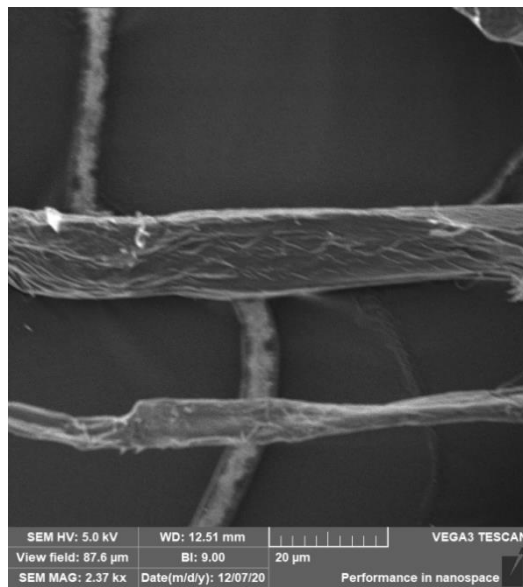
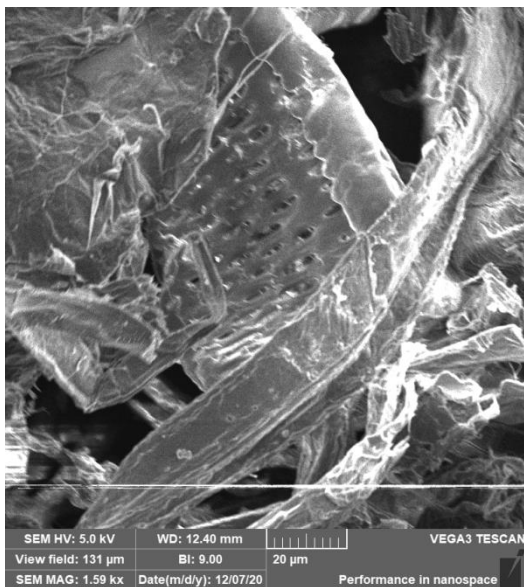
Микроскопическое исследование анатомических элементов проведено на образце целлюлозы, полученной варкой при продолжительности щелочной обработки 90 минут и расходе равновесной перуксусной кислоты 0,8 г/г



- 1 – лубяные волокна;
- 2 – паренхимные клетки:
  - а) бочковидные;
  - б) длинные;
- 3 – сосуды:
  - а) пористые;
  - б) спиральные;
  - в) кольчатые;
- 4 – эпидермальные клетки

Микроскопические исследования проведены на исследовательском моторизованном микроскопе высокого разрешения «ImagerZ2m Carl Zeiss». Авторы выражают благодарность за помощь в проведении исследований Казакову Я.В.

# Результаты электронно-микроскопических исследований структуры поверхности волокон ТЦ



- 1 – лубяные волокна;
- 2 – пористые сосуды;
- 3 – центральный проводящий пучок

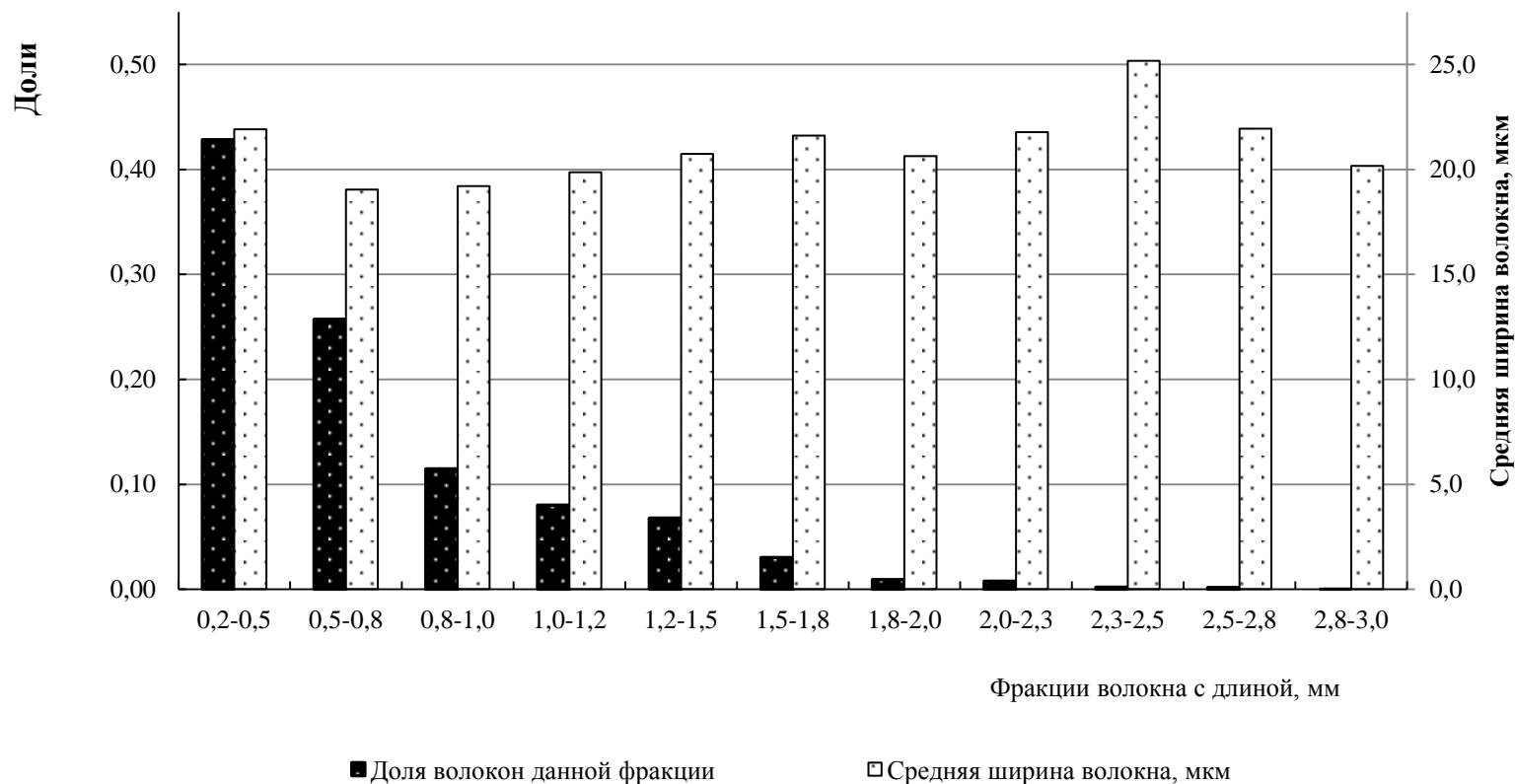
электронную микроскопию проводили на электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 XM

# Характеристики волокон технической целлюлозы из растительного недревесного сырья

Характеристика	Техническая целлюлоза из борщевика	Техническая целлюлоза из соломы		
		риса	овса	гречихи
Средняя длина, мм	0,70	0,79	0,83	0,77
Средняя ширина, мкм	20,4	15,1	20,2	24
Средний фактор формы, %	87,1	84,7	87,0	87,7
Содержание мелочи, % (<0,2 мм)	14,0	37,1	15,4	12,9
Грубость, дг	66,1	54,7	102,3	203,2
Средняя длина сегмента, мм	0,70	0,37	0,66	0,67

Структурно-морфологические характеристики волокон ТЦ получены на анализаторе Fiber Tester фирмы Lorentzen & Wettre (Швеция)

# Фракционный состав по длине и ширине волокна целлюлозы из борщевика



# Выводы

- Показано, что сырье в виде стеблей и побегов обогащения борщевика, заготовленное в августе, содержит меньше лигнина, больше целлюлозы и минеральных веществ, по сравнению с сырьем, заготовленным в сентябре. Водная вытяжка из сырья собранного сентябре имеет более кислый pH при любом способе экстрагирования.
- Установлен компонентный состав лигнифицированных стеблей и побегов борщевика: массовая доля лигнина 21,9 %, целлюлозы – 46,4 %. Окислительно-органо-сольвентной варкой с предварительной щелочной обработкой в зависимости от условий получена целлюлоза с выходом 49,5-49,7 % от а.с.с., массовой долей лигнина 3,9-4,3% от массы а.с.с., белизной 72,0-80,2 %.
- Наилучшие показатели имеет ТЦ, полученная при расходе рПУК 0,8 г/г и с продолжительности щелочной обработки 90 минут.
- Анатомические элементы целлю.лозы из борщевика содержат лубяные волокна, паренхимные клетки и сосуды. Средняя длина волокна составляет 0,70 мм, а средняя ширина волокна – 20,4 мкм.
- Таким образом, по компонентному составу борщевик пригоден для получения целлюлозы. По фракционному составу и размерам волокон полученную целлюлозу следует отнести к коротковолокнистым полуфабрикатам и рекомендовать к использованию в композиции при производстве бумаги и картона.