

## Солодковый корень, как материал для бумажного производства.<sup>1)</sup>

Корень, явившийся предметом настоящей работы, принадлежит многолетнему растению, называемому «солодка», принадлежащему к семейству бобовых. Из нескольких разновидностей названного растения в данном случае пришлось иметь дело с разновидностью «*glycyrrhiza glandulifera uralensis*».

Растет солодка в диком виде в солонцеватых степях юго-восточной России, Закавказья и Бухары. Количество солодки чрезвычайно велико, заросли ее распространяются на тысячи десятин; так, напр., около Ганджен (б. Елисаветполь) имеются заросли солодки, занимающие до 10.000 десятин. При культуре солодка дает с десятины урожай не менее 60 пудов, при чем раз посаженная солодка не требует впоследствии подсадки, так как при выпаживании корня часть побегов остается в земле и служит производителями новых растений. Сбор солодки производится ради содержащейся в ее корнях лакрицы. Лакрица состоит из глюкозида, глицеризина, виноградного сахара, камеди и крахмала. Применяется она как лекарственное средство, а также как хорошо пенящееся вещество для пивоваренного производства и огнетушителей. Обработка солодкового корня в главных чертах состоит в следующем: высушенный корень пропускается для измельчения через дезинтегратор, затем загружается в батарею диффузоров, где из него водой экстрагируется лакрица; полученный экстракт сгущается до нужной концентрации или же высушивается.

Содержание лакрицы в корне составляет около 20%, экстрагируется же 18—19%, и, таким образом, в корне остается еще 1—2% лакрицы.

После вышеописанной обработки солодковый корень получается в кусках от 5 до 15 см длины, диаметром 0,3—1,2 см, при чем куски более или менее расщеплены по длине. Содержание сухого вещества в доставленных для исследования образцах составляло 26—30%. Этот материал и подвергался исследованию в отношении пригодности его для бумажного производства.

Прежде всего определялся состав корня. Содержание целлюлозы было определено по способу Cross и Bevan при 4-кратном хлорировании. Первое определение дало содержание целлюлозы 51,5%, второе—49,8%, в среднем 50,65% от веса абсолютно-сухого вещества.

---

<sup>1)</sup> Из дипломной работы, выполненной под руководством проф. С. А. Фотиева.

Определение содержания экстрактивных веществ производилось обработкой корня в аппарате Сокслета смесью, состоящей из 50% бензола и 50% спирта. Экстракция продолжалась приблизительно 4 часа, до исчезновения окрашивания в стекающей жидкости. Первое определение дало содержание экстрактивных веществ 10%, второе—9,4%, в среднем—9,7% от веса абсолютно-сухого вещества.

Определение количества лигнина производилось по методу König'a, состоящему в следующем: корень первоначально подвергался экстракции (в данном случае был использован материал от предыдущего определения), после чего он обрабатывался 72%-ой серной кислотой в течение 48 часов. В полученном в виде бурых хлопьев лигнине определялось обычным способом содержание золы, и по разности весов количество самого лигнина. Первое определение по этому способу показало содержание лигнина 28,8%, второе—30,1%, среднее—29,45% от воздушно-сухого вещества корня.

Определение количества золы производилось обычным путем, т.е. прокаливанием определенной навески в тигле. При этом получились следующие результаты: первое определение—7,8%, второе—7,55%, в среднем—7,67%. Столь большое содержание золы объясняется отчасти тем, что корень при выкапывании из земли, во избежание потерь лакрицы, не моется. По литературным данным корень содержит от 3 до 6% золы. Что касается качественного состава золы, то она состоит главным образом из  $SiO_2$  с некоторой примесью  $Fe$ .

Полученные данные, а также сравнительные цифры для волокнистых материалов, применяемых в бумажном производстве, приведены в ниже-следующей таблице.

	Солодковый корень.	Солома озимой пшеницы <sup>2)</sup> .	Сосна <sup>2)</sup> .
Целлюлоза. . . . .	50,65%	56,55%	60,46%
Лигнин . . . . .	29,45%	35,40%	32,40%
Экстрактивные вещества. . . . .	9,70%	1,80%	6,50%
Зола. . . . .	7,67%	6,25%	0,64%
Всего . . .	97,47% <sup>1)</sup>	100,0%	100,0%

Как видно из таблицы, по составу солодковый корень ближе подходит к соломе, уступая ей по количеству целлюлозы и превосходя по количеству золы и экстрактивных веществ.

Перейдем теперь к строению корня и волокна.

<sup>1)</sup> Недостающие 2,53% должны быть отнесены к неточностям анализа.

<sup>2)</sup> Цифры заимствованы из книги: E. Kirchner. Das Papier, II A, стр. 39 и 45, при чем цифры эти пересчитаны на абсолютно-сухое вещество.

Ценную часть солодкового корня с точки зрения бумажного производства составляют лубяные волокна, которые пучками разбросаны по всему сечению корня. Анатомическое строение корня видно из рисунков 1—2.

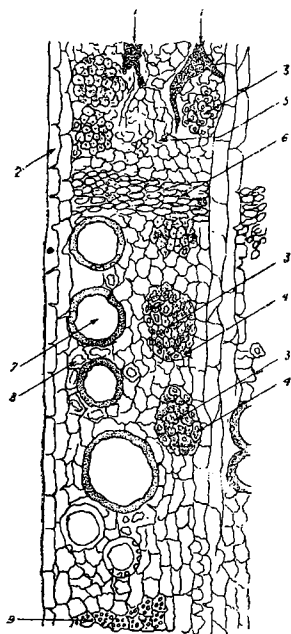


Рис. 1.

Рис. 1 показывает сосудисто-волокнистый пучок при большом увеличении, где видно относительное расположение элементов древесины и луба, разделенных камбиальным кольцом и отделенные друг от друга сердцевинными лучами. Отдельные элементы: 1—ситовидные трубки отмершие, 2—серцевинные лучи, 3—пучки лубяных волокон, 4—клетки, содержащие кристаллы щавелево-кислого кальция, 5—действующие ситовидные трубки, 6—камбий, 7—сосуды, 8—трахеиды вблизи сосудов, 9—клетки, содержащие крахмал.

На рис. 2 дан продольный разрез корня. Здесь: 1—лубяные волокна, 2—клетки с кристаллами, 3—древесная паренхима, 4—сосуды с щелевидными порами.

Для бумажного производства, как было указано выше, представляют интерес лубяные волокна. Волокна эти в корне находятся в виде пучков, которые при варке и последующей обработке отчасти распадаются на отдельные волокна, частью же сохраняются в виде пучков. Волокно по своему строению и виду ближе всего подходит к волокнам травы альфа (эспарто) или соломы. Они имеют толстые стенки с узким внутренним каналом. Концы волокон заострены. По длине они более или менее гладки, вздутый и сдвигов не замечается. Иллюстрирующие волокна микрофотографии показывают как раз пучок лубяных волокон, поместившийся почти целиком в поле зрения; около него расположены отделившиеся волокна. Для сравнения приводим под № 1 фотографию волокон еловой целлюлозы. Увеличение в фотографиях № 1 и № 2 одинаково. Фотография № 3 показывает волокна из солодкового корня при большом увеличении. На фотографии № 2 видна характерная для этих волокон часть сосуда с щелевидными порами, кроме того видна группа паренхимных клеток. Сосуд с щелевидными порами виден и на фотографии № 3.

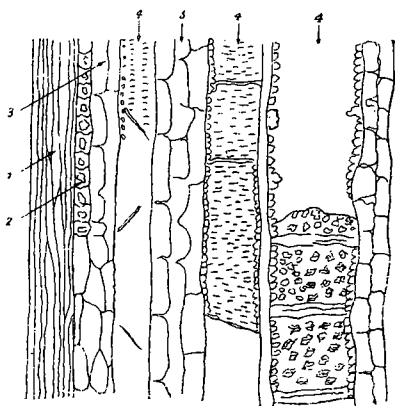


Рис. 2.

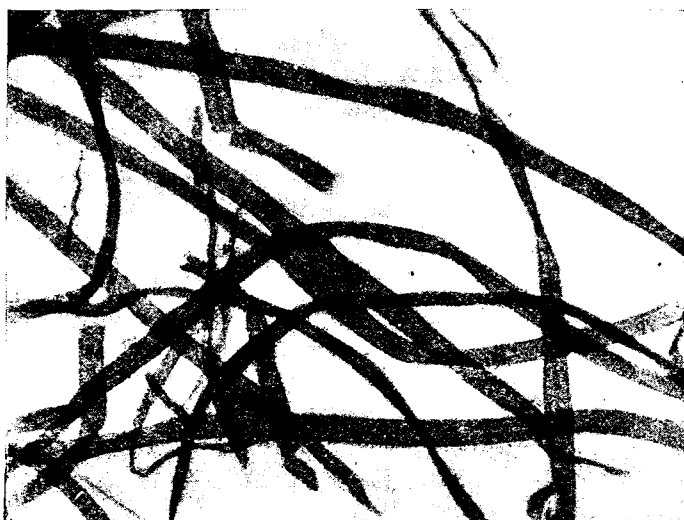
Для бумажного производства, как было указано выше, представляют интерес лубяные волокна. Волокна эти в корне находятся в виде пучков, которые при варке и последующей обработке отчасти распадаются на отдельные волокна, частью же сохраняются в виде пучков. Волокно по своему строению и виду ближе всего подходит к волокнам травы альфа (эспарто) или соломы. Они имеют толстые стенки с узким внутренним каналом. Концы волокон заострены. По длине они более или менее гладки, вздутый и сдвигов не замечается. Иллюстрирующие волокна микрофотографии показывают как раз пучок лубяных волокон, поместившийся почти целиком в поле зрения; около него расположены отделившиеся волокна. Для сравнения приводим под № 1 фотографию волокон еловой целлюлозы. Увеличение в фотографиях № 1 и № 2 одинаково. Фотография № 3 показывает волокна из солодкового корня при большом увеличении. На фотографии № 2 видна характерная для этих волокон часть сосуда с щелевидными порами, кроме того видна группа паренхимных клеток. Сосуд с щелевидными порами виден и на фотографии № 3.

Что касается размеров волокон, то результаты 50 измерений, сделанных из 10 различных препаратов дали в среднем длину волокон 1,3 мм и толщину 0,0125 мм, т.е. отношение 104 : 1. Крайние цифры для длины были 0,4—3,0 мм и толщины 0,03—0,006 мм.

Нижеследующая таблица дает сравнение этих данных с размерами других волокон <sup>1)</sup>.

	Солодковый корень.	Солома.	Альфа.	Хвойная целлюлоза.	Хлопок.
Длина в мм. . . .	1,30	0,5—2,0	0,25—2,0	2,5—3,8	до 40 мм
Толщина в мм. .	0,0125	0,01—0,02	0,01—0,015	0,02—0,07	0,02—0,04

Солодковый корень в том виде, в котором он получается после экстракции лакрицы, представляет еще настолько одревесневший материал, что без варки не может быть успешно применен для изготовления бумаги.



Фотография № 1.

С этой целью были произведены опытные варки в лаборатории фабрики им. Зиновьева, в автоклаве емкостью около 30 литров при давлении до 3 атм.

В котел загружалось при расчете на абсолютно-сухое около 2 кг корня. Нагревание котла до 3 атм. занимало около 3 часов; варка под этим давлением продолжалась 4 часа, после чего нагревание прекращалось и котел оставлялся для охлаждения и понижения давления до атмосферного, на что требовалось еще около 3 часов. Весь процесс продолжался, таким образом, 10 часов. После этого щелок выпускался, и сваренный корень три раза промывался в котле горячей водой. Две варки с известью дали следующие результаты: варка с 10%  $CaO$  от веса абсол. сухого корня—выход 65% недовара, вторая варка с 15%  $CaO$ —выход 59% хорошо проваренной массы. Аналогично этому две варки с каустической содой

<sup>1)</sup> Цифры взяты из книги W. Herzberg'a „Papierprüfung“.

дали результаты: варка с 2,5 %  $\text{NaOH}$ —выход 69 % недовара и с 5 %  $\text{NaOH}$  выход 61 % хорошо проваренной массы. Затем была проведена одна сульфитная варка, при чем на 460 г воздушно-сухого корня (432 г. абс. сух.) было взято 3,5 литра кислоты состава: всей  $\text{SO}_2$ —3,46%, из них свободной — 2,11%.



Фотография № 2.



Фотография № 3.

Варка продолжалась 6 часов, из коих 45 мин. пошли на нагревание и доведение давления до 100 ф., при котором и велся весь процесс. Когда котел после варки был открыт, то в щелоче оказалось 0,15%  $\text{SO}_2$ . Корень в результате варки хорошо разварился, легко расщеплялся на отдельные волокна, но получился бурого цвета и при высушивании хрупкий; выход его—50%. Проба на отбелку также дала отрицательные результаты.

Дальнейшая переработка полученного при этих варках материала производилась в пробном ролле Фойта емкостью 30 литров, снабженном промывным барабаном.

Необходимо отметить, что при промывке массы получается громадное количество весьма стойкой пены от наличия в корне некоторого количества лакрицы. Образование пены настолько сильно, что когда корень впервые подвергался промывке, все содержимое ролла в несколько минут обратилось в пену, работу пришлось прекратить и массу выбросить. При дальнейших опытах образование пены устранялось добавкой небольшого количества керосина. Несмотря на предварительную промывку, корень все же еще оставался в значительной степени загрязненным и на промывку приходилось тратить объем воды, равный семикратному объему ванны ролла. Самый размол массы продолжался 4 — 4½ часа при постепенной присадке барабана; с вполне присаженным барабаном помол продолжался 10—15 минут.

Опыты отбелики массы, сваренной тем или иным способом, даже и при употреблении весьма крепких растворов белильной извести с добавкой  $H_2SO_4$  и нагревании, дали отрицательные результаты. Масса хотя в значительной степени и светлела, но тем не менее волокно сохраняло довольно резкий желтый оттенок, на фоне которого темными пятнами выделялись видимо не поддающиеся действию хлора кусочки корки, покрывающей корень, а также сердцевина, встречающаяся в более старых экземплярах корня. Отлив бумаги производился ручным способом из массы, сваренной с 15% извести, и из беленой массы, сваренной с 5%  $NaOH$ .

Испытание механических свойств полученных вычерпок дало следующие результаты:

	Образец №1 (варка с 15% $CaO$ ).	Образец №2 (варка с 5% $NaOH$ ).
Разрывной груз, кг . . . . .	1,4	1,68
Растяжение, % . . . . .	2,7	6,5
Излом (двойн. перегибов) . . . . .	5,5	16
Разрывная длина, м . . . . .	1050	2040

После указанных лабораторных испытаний были поставлены опыты в фабричном масштабе на фабрике им. Володарского. Было произведено 3 варки в тряпковарных котлах, при чем давление было примерно то же, что и при лабораторных работах, т.-е. 3—3,5 атм. Время варки было увеличено до 14 часов, при чем в продолжение 8 часов котлы оставались под полным давлением и 4 часа остывали.

Сваренный корень загружался в полумасные роллы для промывки и полумасного помола. Промывка и здесь сопровождалась значительным выделением пены и кроме того корень при загрузке оседал на дно ванны, так что требовалось энергичное размешивание в начале промывки.

Промывка производилась до получения чистой промывной воды, что потребовало 4—4½ часа времени. Приготовленная таким образом полумасса спускалась в счежи, где после обтекания она была взвешена

Результаты трех этих опытов таковы.

	№ 1.	№ 2.	№ 3.
Загружено в котел корня, кг . . . . .	3257,4	3307	3363
Или в пересчете на абс. сух. вещ. кг . .	975	1010	1160
Дано извести в % $CaO$ от веса абс. сух. корня . . . . .	10	15	13,5
Дано соды кальцин. в % $NaOH$ от веса абс. сух. корня . . . . .	—	—	2,14
Характеристика продукта . . . . .	Недовар	Удовлетвор., хуже лабораторного.	Удовлетвор.
Выход сухой полумассы в % от веса абс. сух. корня . . . . .	51	48,3	47,0

Что касается вопроса о дальнейшей переработке полумассы, то эта часть работы осталась незаконченной, ибо выработать бумагу на машине из-за разных причин не удалось.

На основании изложенных опытов можно предполагать, что технический солодковый корень может быть пригоден для производства оберточных бумаг. Что же касается экономической стороны, то предварительные калькуляции дали стоимость переработки его в обертку 25 руб. на 100 кг бумаги, не считая стоимости самого корня. Поэтому выгода применения солодкового корня в бумажном производстве является пока весьма проблематичной.

*В. Зконопниц-Грабовский.*