

6
А-64

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
ХИМИЧЕСКИХ НАУК

На правах рукописи

ГОЛЯЕВА Надежда Никифоровна

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА

Специальность 05.17.05 — Технология
тонкого органического синтеза

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Фрунзе—Алма-Ата 1975

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
ХИМИЧЕСКИХ НАУК

На правах рукописи

ГОЛЫЕВА Надежда Никифоровна

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА

Специальность 05.17.05 – Технология
тонкого органического синтеза

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Алма-Ата – 1976 г.



66.09
А64

Работа выполнена в лаборатории химии углеводов Института органической химии Академии наук Киргизской ССР.

Промышленная проверка и внедрение проводились на Шосткинском заводе химических реактивов.

Научные руководители:

Старший научный сотрудник, кандидат химических наук Н.В.Плеханова; академик Академии наук Киргизской ССР, доктор технических наук, профессор В.И.Иванов.

Официальные оппоненты:

академик Академии наук Казахской ССР, доктор технических наук М.И.Горлев; кандидат химических наук Н.П.Шелухина.

Ведущее предприятие – Ново-Троицкий сахарный завод Киргизской ССР.

Автореферат разослан " " _____ 1975г.

Защита диссертации состоится " " _____ 1975г. в _____ часов на заседании Ученого Совета ордена Трудового Красного Знамени Института химических наук АН Казахской ССР по адресу: гор. Алма-Ата-100, ул. Красина, 106.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института химических наук АН Казахской ССР.

Ученый секретарь Совета

В.Г. Гущалюк

В.Г.ГУЩАЛЮК

Одной из важнейших задач, стоящих перед малотоннажной химической промышленностью, является дальнейшая разработка проблемы получения полисахаридов, одним из представителей которых является инулин, имеющий весьма большую область применения. Поэтому естественным является стремление ученых еще XIX века не только получить, но и определить все виды растений, которые в той или иной степени содержат этот полисахарид. Так, инулин был обнаружен в ряде растений: георгине, пикории, топинамбуре, кок-сагызе и др.

Было предложено несколько способов получения инулина, основанных на его свойстве хорошо растворяться в горячей воде и затем при охлаждении выпадать в осадок. Но выпуск инулина в промышленных масштабах не производился, так как все разработанные методы получения инулина носили сугубо препаративный характер, а также ни один из видов инулинсодержащих растений по соотношению углеводных компонентов и по коэффициенту затрачиваемых на него средств не оправдывал себя в качестве сырья для получения инулина.

Цель данной работы – исследование и выбор наиболее подходящего сырья из инулинсодержащих растений флоры Киргизии, разработка лабораторной методики получения инулина, определение оптимальных условий технологического режима получения инулина на отаженных экстракции, очистки экстрактов, осаждения инулина и внедрение в производство разработанной химической технологии получения инулина, разработка технологии получения инулина на оборудовании сахарных заводов.

Работа состоит из пяти глав, изложенных на 118 страницах, содержит 30 рисунков и 40 таблиц.

І. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНУЛИНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ КИРГИЗИИ

С целью поисков стабильного сырья для промышленного получения инулина нами изучены инулинсодержащие растений Киргизии. Для исследования на углеводный состав использовали клубни топинамбура, корни цикория, лопуха, мать-и-мачехи, инул британской, каспийской, корнеглавой, иволистной, высокой и большой. Практический интерес представляют следующие растения:

1. Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) довольно широко распространен во флоре Киргизии. В осенний период на долю инулина в корнях цикория приходится более 70% по отношению к общему сахару. Поэтому корни цикория могут являться сырьем для получения инулина 1.

2. Лопух войлочный (*Arctium tomentosum* Mill.) - двулетнее растение, встречается на пастбищах, в ущельях лугового пояса гор. Вес корней достигает до 1 кг. Содержание углеводов зависит от фазы развития растения. Наибольшее накопление инулина происходит к началу отмирания надземной части и достигает 87%, а олигосахариды составляют 11% по отношению к общему сахару. Такое содержание инулина и значительный вес корней лопуха дают возможность считать это растение эффективным сырьем для получения инулина.

3. Инула высокая (*Inula helenium* L.) - многолетнее травянистое растение, широко распространено в Киргизии, в Европейской части, в Крыму, на Кавказе, Казахстане, Сибири. При исследовании углеводного состава корней выяснено, что содержание инулина зависит от фазы развития растения. Максимальное накопление

инулина наблюдается в период плодоношения и отмирания надземной части. (74-88% по отношению к общему сахару), содержание моносахаридов и олигосахаридов в этот период незначительное. В период плодоношения вес корня достигает максимальной величины.

Культивирование инулы высокой в условиях Чуйской долины не представляет трудностей, и урожайность её довольно высокая (59 т с 1 га). Таким образом, корни инулы высокой являются высококачественным сырьем для получения инулина.

4. Инула большая (*Inula grandis* Schrenk) - дикорастущее многолетнее растение более двух метров высотой. Ареалы произрастания в Казахстане и Киргизии довольно обширны: предгорья Киргизского, Таласского, Туркменского, Ферганского, Алайского, Чаткальского, Заилийского Ала-Тоо. Размножение инулы большой происходит как семенами, так и вегетативной партикуляцией, развитие растения начинается в марте-апреле. Цветет инула большая в июне-июле не ежегодно, а один раз в четыре-пять лет, имеет мощный корень до двух метров длины весом от 0,2 до 5 кг, но встречаются экземпляры до 12 кг. Промышленные запасы корней инулы составляют около 184 тысяч тонн.

При исследовании углеводного состава корней инулы по фазам развития растения установлено, что количество и соотношение углеводов зависит от фазы развития растения (рис. I).

Из рис. I видно, что максимальное накопление инулина приходится на конец цветения и начало плодоношения (89-93% по отношению к общему сахару), моносахариды и олигосахариды в этот период составляют менее 8%. Такое содержание и соотношение углеводных компонентов, а также значительный вес корней позволили предло-

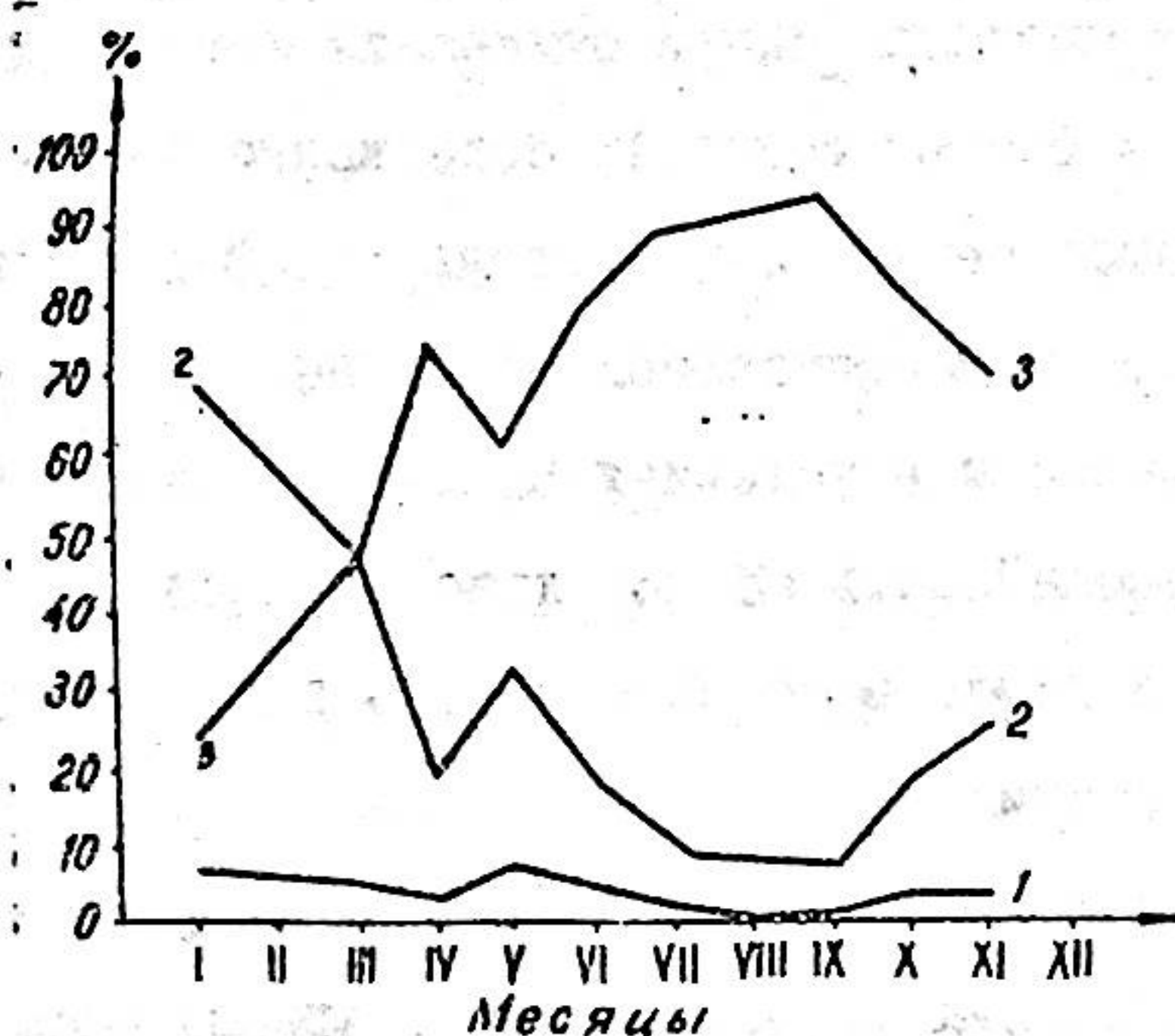


Рис. I.
Содержание углеводов компонентов в корнях инулы большой на безводное сырье по отношению к общему сахару: 1 — моносахариды, 2 — олигосахариды, 3 — инулин.

жить корни инулы большой в качестве технического сырья для промышленного получения инулина.

С целью практического и рационального использования инулы большой проведены работы по изучению динамики накопления инулина в корнях в зависимости от мест произрастания (разница в количественном содержании инулина достигает около 5%), от биологических особенностей растения. Установлено, что максимальная дозревание инулина происходит в верхней части корня до 35 см длины, поэтому выкапывание растений нужно производить на глубине не более 35 см, что предохранит почву от эрозии, а из оставшихся корней происходит отрастание новых побегов. Техническим сырьем являются корни весом от 0,5 до 5,0 кг, содержащие максимальное количество инулина. Нами разработаны технические условия на корни инулы большой.

Исследование углеводного состава инулинсодержащих растений Киргизии и физико-химическая характеристика инулина, полученного из корней инулы большой и высокой, полностью подтвердили

правильность выбора этих растений как основного стабильного технического сырья для инулинового производства. В качестве дополнительного сырья можно использовать корни лопуха и цикория.

II. Лабораторные исследования по разработке химической технологии получения инулина

Полученные данные об углеводном комплексе и его свойствах, а также наличие несахаристых веществ в корнях инулы большой и высокой определили направление наших исследований по разработке химической технологии получения инулина и поисков выбора оптимальных условий экстракции инулина из растительного сырья, способов очистки и упарки экстрактов, кристаллизации инулина.

1. Экстракция инулина

Характер процесса экстрагирования растительного сырья зависит от качества сырья и технологических параметров проведения процесса: выбора растворителя, соотношения сырья и растворителя, pH экстрактов, степени измельчения сырья, температуры, длительности экстрагирования и гидродинамических условий процесса. Для оптимизации процесса экстракции были учтены все отмеченные факторы.

В качестве растворителя при экстракции инулина была выбрана вода, так как инулин хорошо растворяется в ней при температуре выше 60°C. Вода легко отгоняется и не вступает во взаимодействие с конструкционным материалом аппаратуры. Было установлено оптимальное соотношение сырья и растворителя: 1:10.

Инулин легко гидролизуются при нагревании даже в слабокислой среде. Так как естественная кислотность инулинсодержащих растений достигает значительных величин (pH от 5 до 6), то в

процессе экстракции происходит гидролиз инулина. Во избежание этого экстракты нейтрализовали, добавляя мел до pH 6,5–7,0. Для получения реальных данных о величине pH в производственных условиях, установлены экспериментально средние значения температурных коэффициентов, позволяющие вычислять pH экстрактов при температуре технологического процесса.

Исследовано влияние степени измельчения сырья на экстракцию инулина в статических и динамических (при перемешивании) условиях. Установлено: чем мельче сырье, тем лучше происходит экстракция, и она значительно ускоряется при перемешивании сырья. Но, как показали опыты, измельчение сырья до пыли неприемлемо: частицы при измельчении нагреваются и происходит разложение целевого продукта, сырье значительно уплотняется, увеличивается гидравлическое сопротивление процессу диффузии, экстракты трудно осветляются и в фильтрационных осадках наблюдаются значительные потери инулина. Оптимальным измельчением оказалась величина частиц от 1,5 до 3 мм.

С целью установления длительности экстрагирования изучена кинетика процесса. При экстракции из корней инулы большой, измельченных до величины частиц 5–8 мм, равновесие в системе сырье-экстрагент не наступает даже при 60-минутном контакте фаз (рис. 2, кривая 1). При измельчении сырья до величины частиц 1,5–3 мм равновесие в системе корни инулы большой – экстрагент наступает при 30-минутном контакте фаз (кривая 2), в системе корни лопуха – экстрагент – при 35-минутном контакте фаз (кривая 3), в системе корни инулы высокой – экстрагент – при 40-минутном контакте фаз (кривая 4).

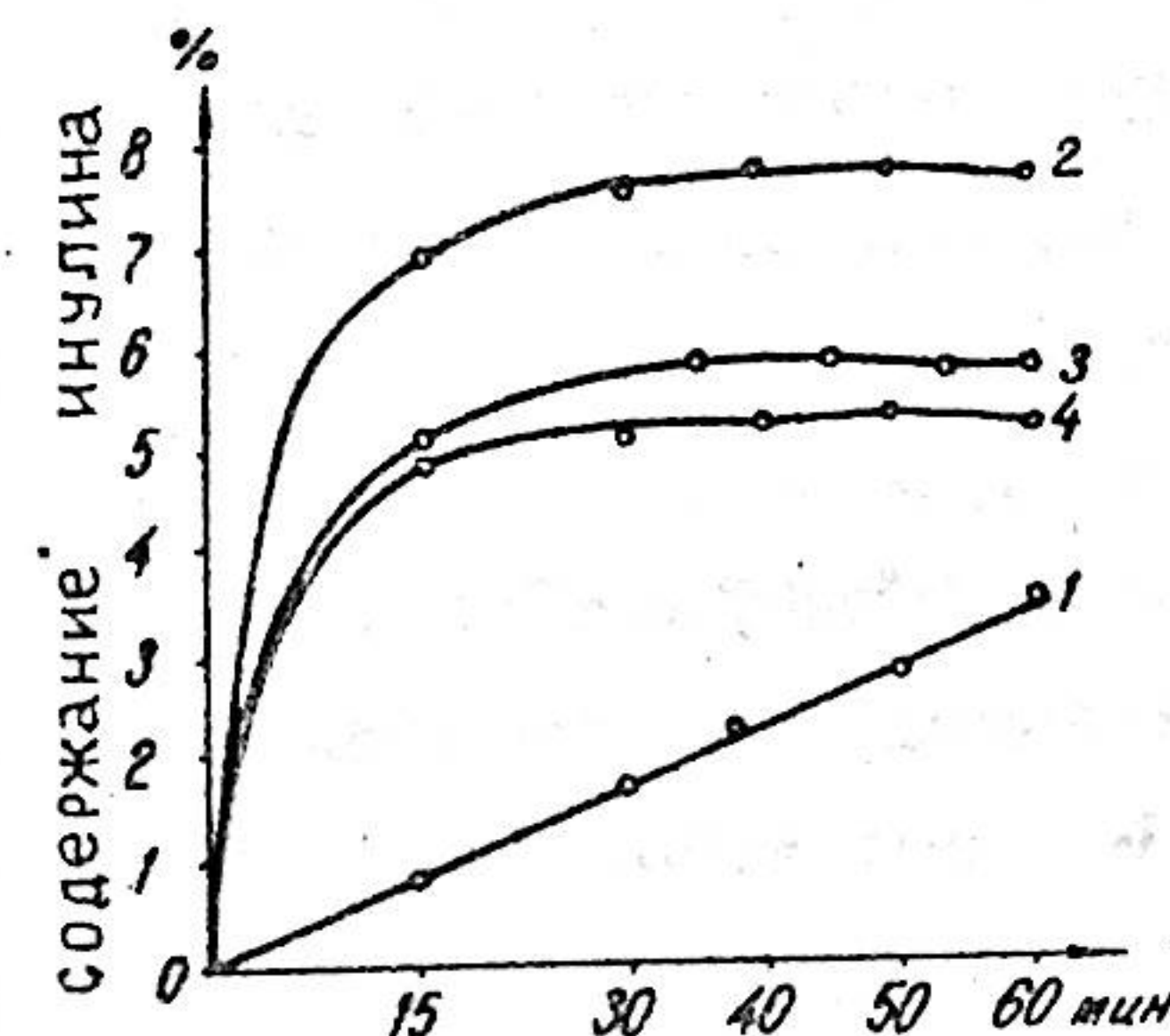


Рис. 2.

Кинетика экстракции инулина:
1 – из корней инулы большой (размер частиц сырья 5–8 мм),
2 – из корней инулы большой (размер частиц сырья 1,5–3 мм),
3 – из корней лопуха (размер частиц сырья 1,5–3 мм),
4 – из корней инулы высокой (размер частиц 1,5–3 мм).

Дальнейшее нарастание инулина в экстракте не происходит, что характеризует предельные возможности способа экстрагирования при данных условиях. Различная длительность экстрагирования объясняется биологической особенностью инулинсодержащего сырья. Этот вывод подтверждается данными определения коэффициента диффузии, который составил для корней инулы большой $0,4021 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{час}}$, лопуха – $0,2071 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{час}}$, инулы высокой – $0,0516 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{час}}$.

Критерием для установления оптимального температурного режима послужило максимальное содержание инулина в экстрактах за равные отрезки времени экстрагирования при минимальном переходе в экстракт несахаристых веществ. Такой оказалась температура 80–85°C.

2. Очистка, упаривание экстрактов, осаждение инулина

При извлечении инулина из сырья в экстракт переходит значительное количество балластных веществ нейтрального характера (белковые, дубильные, красящие вещества, алкалоиды, пептиды). Наибольшее распространение в производственной практике для очист-

ки растительных экстрактов получили известь с последующей сатурацией и ионообменные смолы, но, как известно, иониты гидролизуют инулин, а известь его осаждает с дальнейшим разложением. Учитывая изложенное, очистка экстрактов проводилась алюмокалиевыми квасцами и раствором основного уксуснокислого свинца.

Полученный при осаждении нес сахаров осадок имел рыхлую консистенцию, состоял из мелких частиц и вызывал затруднения при фильтрации. Об этом свидетельствуют полученные фильтрационные коэффициенты (F_K): для корней инулы большой $F_K = 17.0$, для инулы высокой $F_K = 29.0$.

Упаривание очищенных экстрактов проводили в вакууме (20–30 мм рт.ст. остаточного давления) на водяной бане при температуре 50–55°C во избежание разложения инулина при более высоких температурах.

Инулин осаждали из кубового остатка различными растворителями: ацетоном, этиловым и изопропиловым спиртом в различных соотношениях. Наилучшие результаты получены при использовании в качестве растворителя этилового и изопропилового спирта в соотношении 2:1 к кубовому остатку.

Для обесцвечивания очищенных экстрактов, а также полученного инулина применяли активные гранулированные угли. Адсорбция красящих веществ активными гранулированными углями описывается уравнением Лангмюра

$$a^0 = \frac{K \cdot C}{1 + K \cdot C} \quad (1),$$

где: a^0 – удельная адсорбция, C – равновесная цветность раствора инулина, K и K' – константы уравнения изотермы. Удельную адсорбцию определяли экспериментально в виде отношения разности

цветности инулина до и после обесцвечивания к 1% угля (по весу раствора) по формуле

$$a^0 = \frac{C_0 - C}{m} \quad (2),$$

где: C_0 – цветность раствора инулина в физических единицах до обесцвечивания, C – цветность раствора в физических единицах после обесцвечивания, m – количество угля в % по весу раствора.

По данным эксперимента построили изотерму адсорбции (рис.3), из которой вычислили её константы.

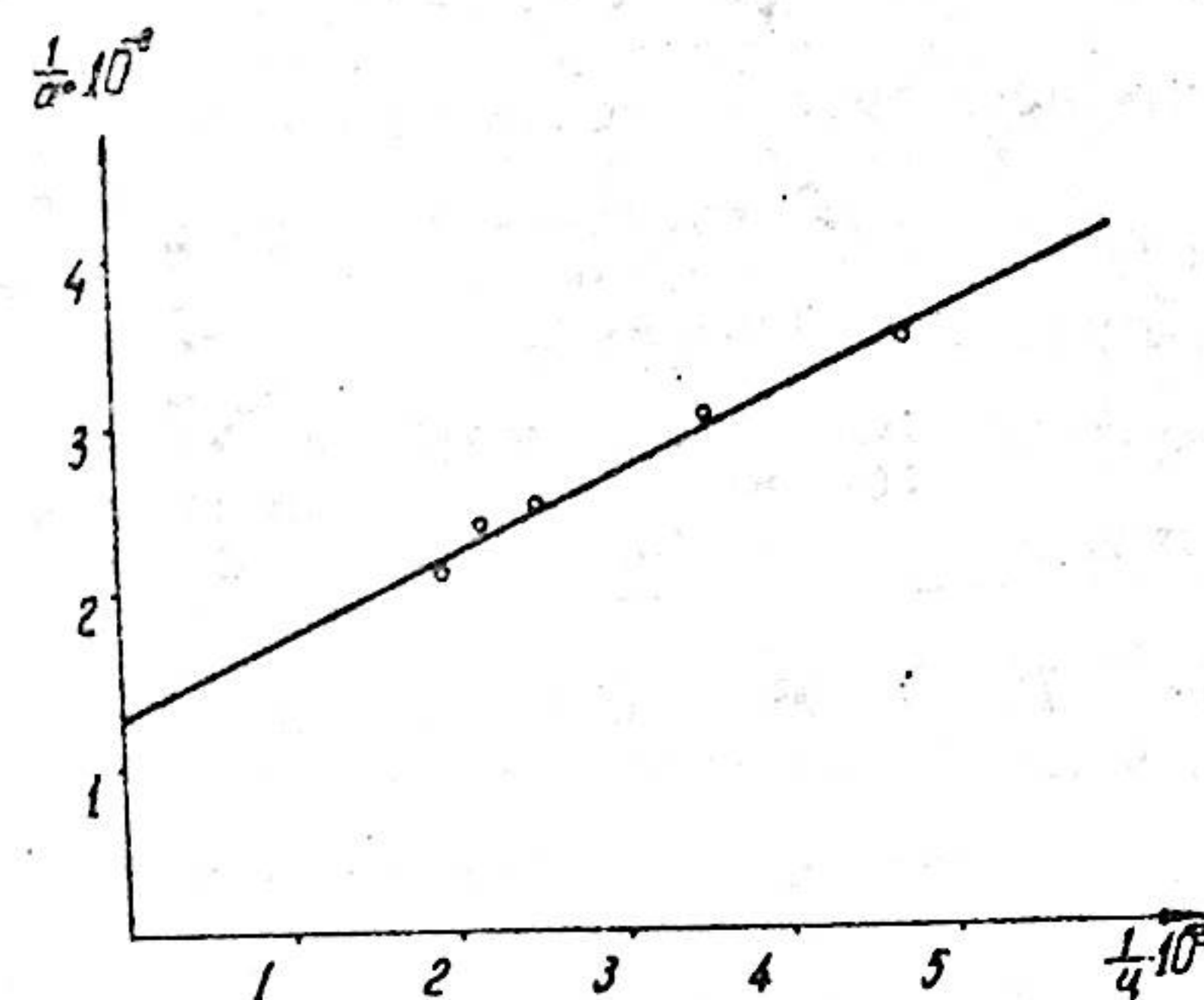


Рис. 3.
Изотерма адсорбции.

Подставив все значения в уравнение (1), получили

$$a^0 = \frac{2C}{1 + 0,0025C} \quad (3).$$

Из уравнения (2) и (3) определили необходимый расход угля для снижения цветности или эффективность обесцвечивания. На основании лабораторных исследований предложена схема получения инулина, включающая измельчение сырья, экстракцию инулина водой, очистку, упаривание экстрактов в вакууме, осаждение инулина спиртом и сушку.

Качество инулина, полученного по разработанной методике, превышает требования, предъявляемые техническими условиями (ВТУ МГУ XII № 398-59) к качеству импортного инулина. Нами разработаны и Главным Управлением по химическим реактивам утверждены технические условия 6-09 № 3615-74 на инулин реактивной квалификации (табл. I).

Таблица I

Качество инулина реактивной квалификации

Технические условия	Внешний вид	Удельное вращение (C=1, H ₂ O) (α) _D ²⁰ град.	Содержание воды, % не более	Не растворимое в горячей воде, % не более	Остаток после прокаливания (в виде сульфатов), % не более	Содержание основного азота (в виде нитрата), % не более	Испытание на однородность (отсутствие свинца, моносахаридов)
ВТУ МГУ XII 398-59 (импортный инулин)	белый, слегка окрасившийся	-30	10	0,06	0,8	0,005	-
МРТУ 6-20-2495-65	белый или ослепевший	-30	6,0	0,05	0,4	0,005	однороден
МРТУ 6-09-3615-74	" "	-30-(-40)	6,0	0,05	0,4	0,005	однороден

III ОТРАБОТКА ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Для получения инулина использовались корни инулы большой и высокой заготовленные, в соответствии с разработанными техническими условиями. Для обеспечения максимального контактирования экстрагируемых веществ и растворителя и для увеличения скорости экстракции корни инулы необходимо тщательно измельчать. Для измельчения сырья использовались различные агрегаты. Из сырья, измельченного на дезинтеграторе (величина частиц 8-12 мм в поперечном разрезе и 30-40 мм вдоль волокон корня), выход инулина достигал всего около 50% от содержания в сырье.

Требуемой величины частиц сырья с выходом 80-82% (1,5-3 мм в поперечном разрезе и 15-20 мм вдоль волокон корня) удалось достичь при измельчении на дезинтеграторе и повторном измельчении на усовершенствованной коллоидной мельнице.

Оптимальным соотношением сырья и растворителя при экстракции установлено 1:10, но для ускорения слива массы с реактора на нутч-фильтр необходим избыток растворителя (1-12). Экстракты при этом содержат 5-6% сухих веществ. Для получения более концентрированных растворов инулина четыре порции сырья экстрагировали одним и тем же экстрактом последовательно по 40 минут. Конечные экстракты содержали 11-12% сухих веществ.

Для уменьшения потерь инулина проводилась двукратная промывка каждой порции шрота на нутч-фильтре увеличивающимся количеством горячей воды от первой загрузки до последней, при этом потеря инулина в шроте снижалась до 4-5%.

С учетом всех особенностей ведения процесса разработаны нормы технологического режима экстракции инулина, представленные

ные на рис.4.

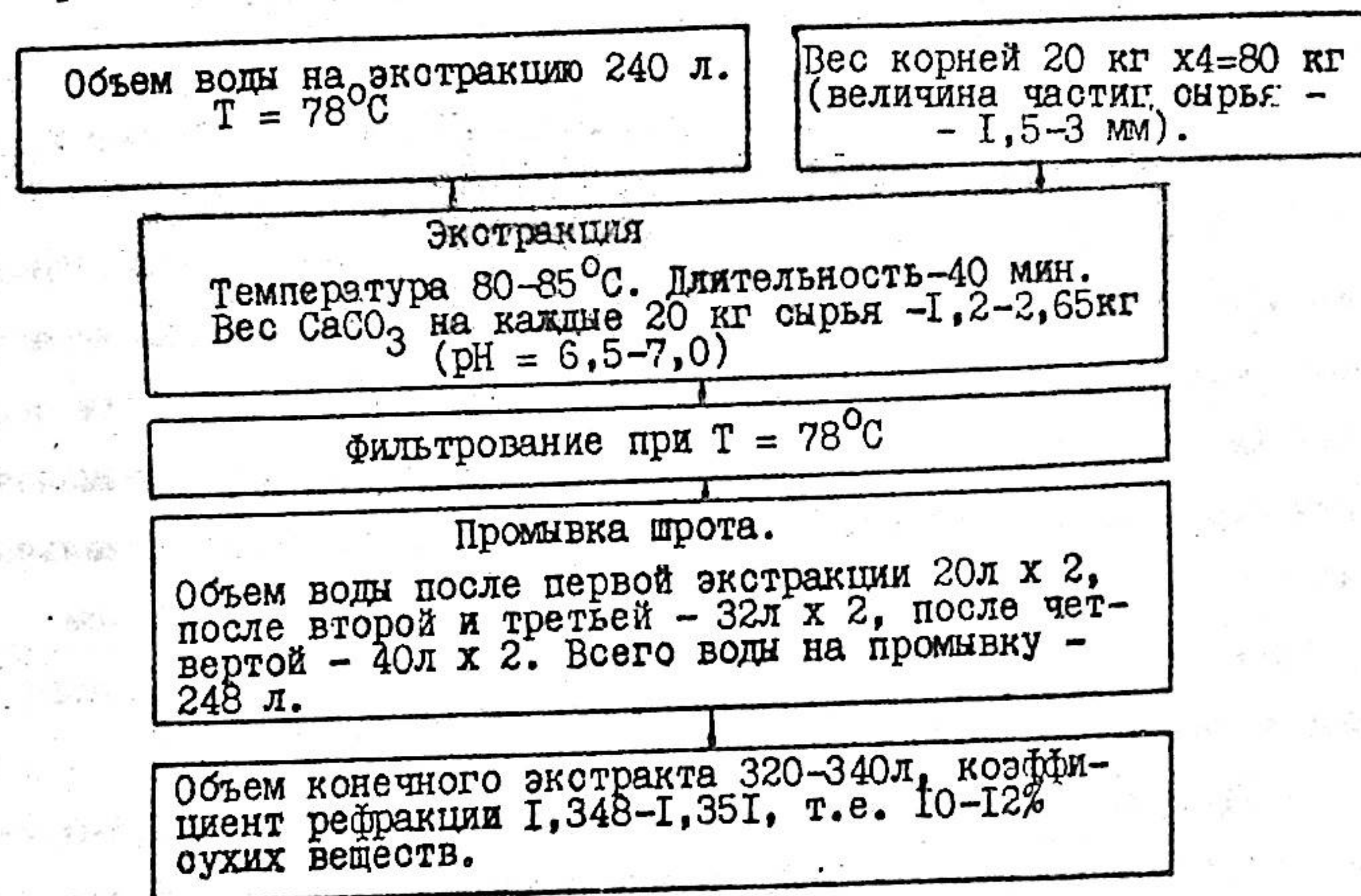


Рис. 4.

Нормы технологического режима экстракции
инулина.

Балластные вещества из экстрактов удаляли раствором основ-
ного уксуснокислого срина при температуре 50-55°C во избежание
образования коллоидных растворов инулина при более низких темпе-
ратурах. Адсорбент добавляли в экстракт, содержащий шрот четвер-
той загрузки сырья. Это значительно увеличило скорость фильтра-
ции. Фильтрационный коэффициент (Fк) при этом составил для кор-
ней инулы большой 8,5 против 17,0, для корней инулы высокой
- 4,5 против 29 (Fк = 17 и 29 - коэффициенты фильтрации осадков
с адсорбентом без добавления шрота).

Нами разработана и применена конструкция двойного мерника,

позволяющая с большой точностью проводить дозировку раствора ад-
сорбента с любой скоростью. При очистке экстрактов в фильтрацион-
ных осадках теряется значительное количество инулина (от 0,5 до
0,9%). Промывка осадка водой сокращает потери.

Осаждение избытка адсорбента, составляющего около 0,45%,
проводили 40%-ным раствором сернистого натрия до рН среды 7-7,5.
После удаления избытка адсорбента содержание инулина в экстрак-
тах снижалось на 0,3-0,4%.

Для осветления очищенных экстрактов добавляли активирован-
ный уголь в количестве 0,8-1,2% по весу экстракта.

На основании производственных испытаний разработаны нормы
технологического режима очистки экстрактов, представленные на
рис.5.

Экстракты сгущали упариванием до содержания 32-36% сухих
веществ при температуре 50-55°C под вакуумом, создаваемым масля-
ным вакуум-насосом. Упаривание экстрактов при температурах выше
55°C снижало качество инулина (табл.2).

Таблица 2

Влияние температуры упаривания на качество инулина

Операция	Температура упаривания, °C	Инулин	
		удельное вращение	внешний вид
8	60-63	-30,0	сероватый
11	63-65	-29,0	ороговевший
52	50-55	-36,0	белый
59	50-55	-36,0	белый

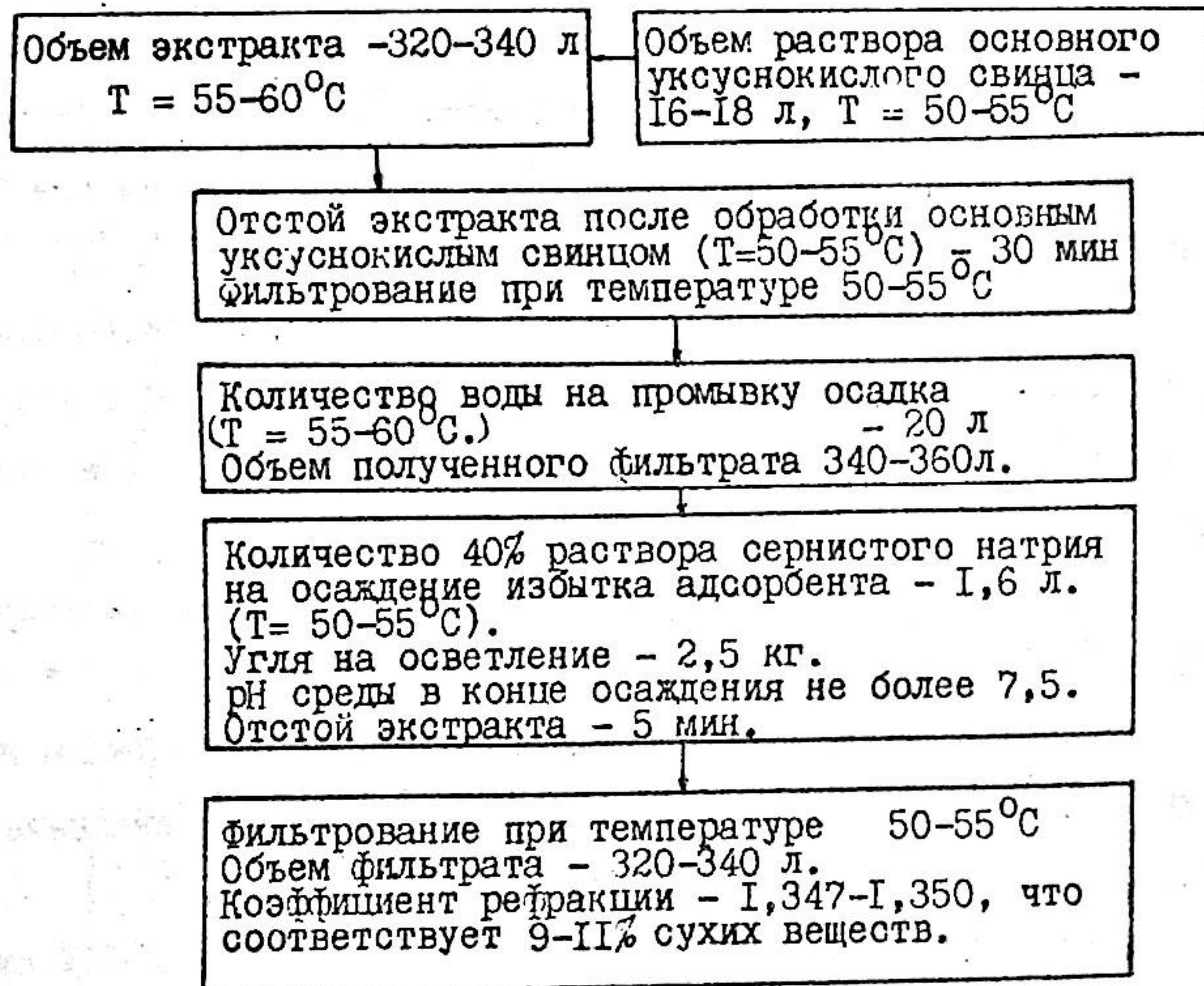


Рис. 5.

Очистка экстрактов инулина

Из табл.2 видно, что инулин, полученный из экстрактов, упаренных при температуре 60-65°C, имеет низкое удельное вращение до (-30°) и содержит ороговевшие кусочки, трудно поддающиеся измельчению.

Оптимальный температурный режим поддерживался автоматически применением регулирующего, регистрирующего термометра 0,4-ТГ-410 и пневмоклатана УКС на линии горячей воды.

В качестве растворителя при осаждении инулина из кубового остатка применяли этиловый и изопропиловый спирт в соотношении 1:2. Через 36-40 часов происходило полное осаждение инулина,

который затем легко фильтровался от маточных растворов. Но при нарушении норм технологического режима инулин не осаждается, частицы его очень мелкие и при фуговке не задерживаются фильтрующей поверхностью или же образуют трудно фильтруемые желатинозные осадки.

Нами разработан технологический режим упарки и осаждения инулина, представленный на рис.6.

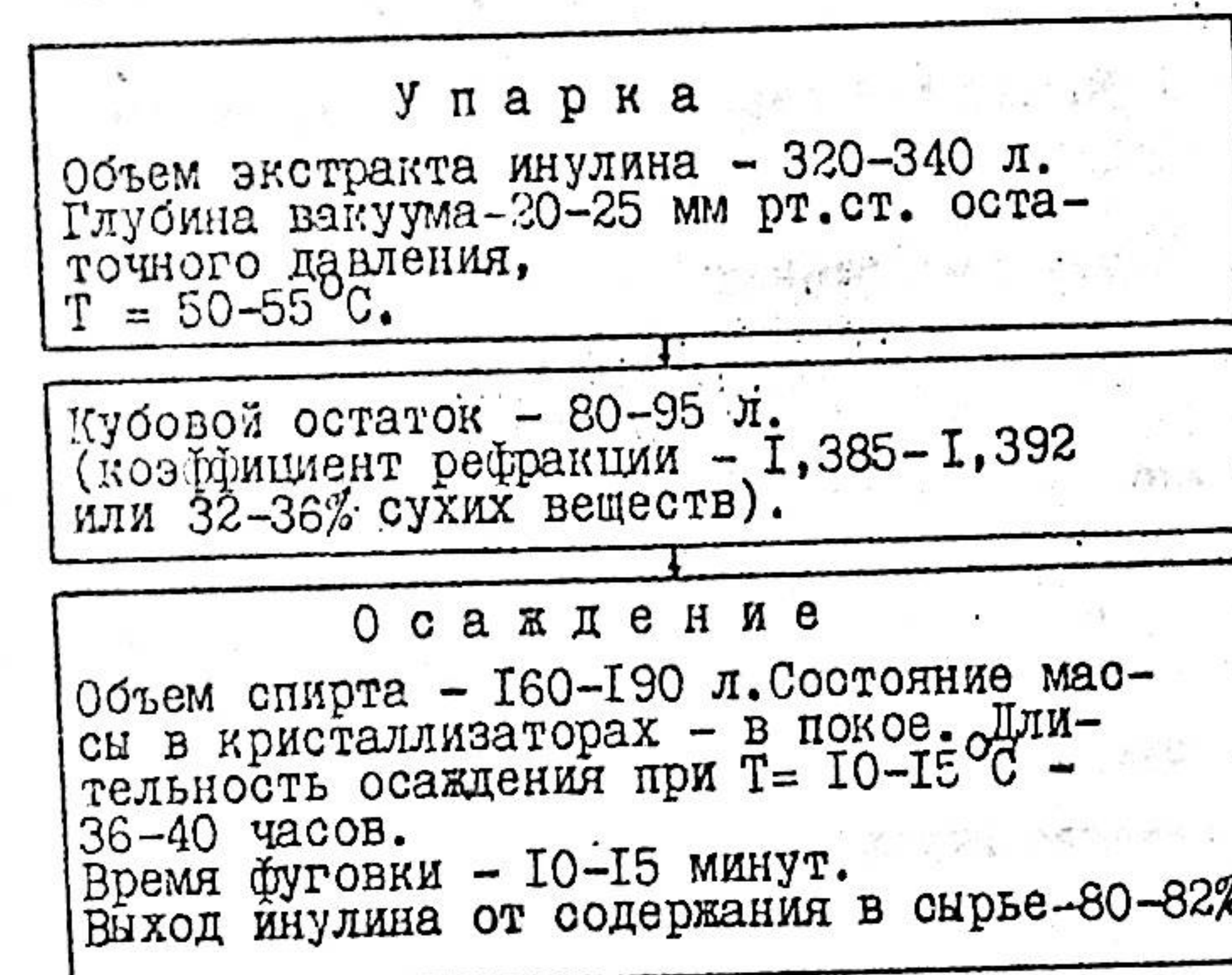


Рис. 6.

Нормы технологического режима упарки и осаждения инулина.

Для получения инулина реактивной квалификации с содержанием золы не более 0,4% необходимо проводить очистку которую осуществляли методом перзосаждения инулина из водных растворов различной концентрации этиловым или изопропиловым спиртом в соотношении 1:2 (раствора инулина к спирту) и для обезвреживания добавляли активированный уголь. Результаты очистки инулина представ-

лены в табл.3.

Таблица 3

Очистка инулина спиртом

Исходный инулин		Растворитель	Полученный инулин		Снижение зольности от исходного на %
зола, %	концентрация раствора, %		зола, %	концентрация раствора, %	
0,75	15	Этанол	0,33		56,0
"	15	Изопропиловый спирт	0,30		60,0
"	20	Этанол	0,30		60,0
"	20	Изопропиловый спирт	0,23		69,34
"	25	Этанол	0,35		53,39
"	25	Изопропиловый спирт	0,29		61,33

Наилучшие результаты получены при осаждении инулина изопропиловым спиртом из водных растворов 20% концентрации.

Нами разработаны нормы технологического режима очистки, осаждения и сушки инулина, представленные ниже:

1. Количество инулина - 10 кг.
2. Количество воды с $T = 75-80^{\circ}\text{C}$ - 40 л.
3. Количество угля на обезпечивание - 0,4-0,5 кг.
4. Время загрузки, растворения, осветления инулина - 18-20 мин.
5. Фильтрация раствора - 15 мин.
6. Количество спирта для осаждения - 80-85 л.
7. Осаждение при $T = 10-12^{\circ}\text{C}$ - 12 час.
8. Фуговка инулина - 15 мин.
9. Количество спирта для промывки инулина - 10 л.
10. Время сушки при $T = 20-30^{\circ}\text{C}$ - 10-12 час.

Приведена и описана технологическая схема получения инулина реактивной квалификации (рис.7).

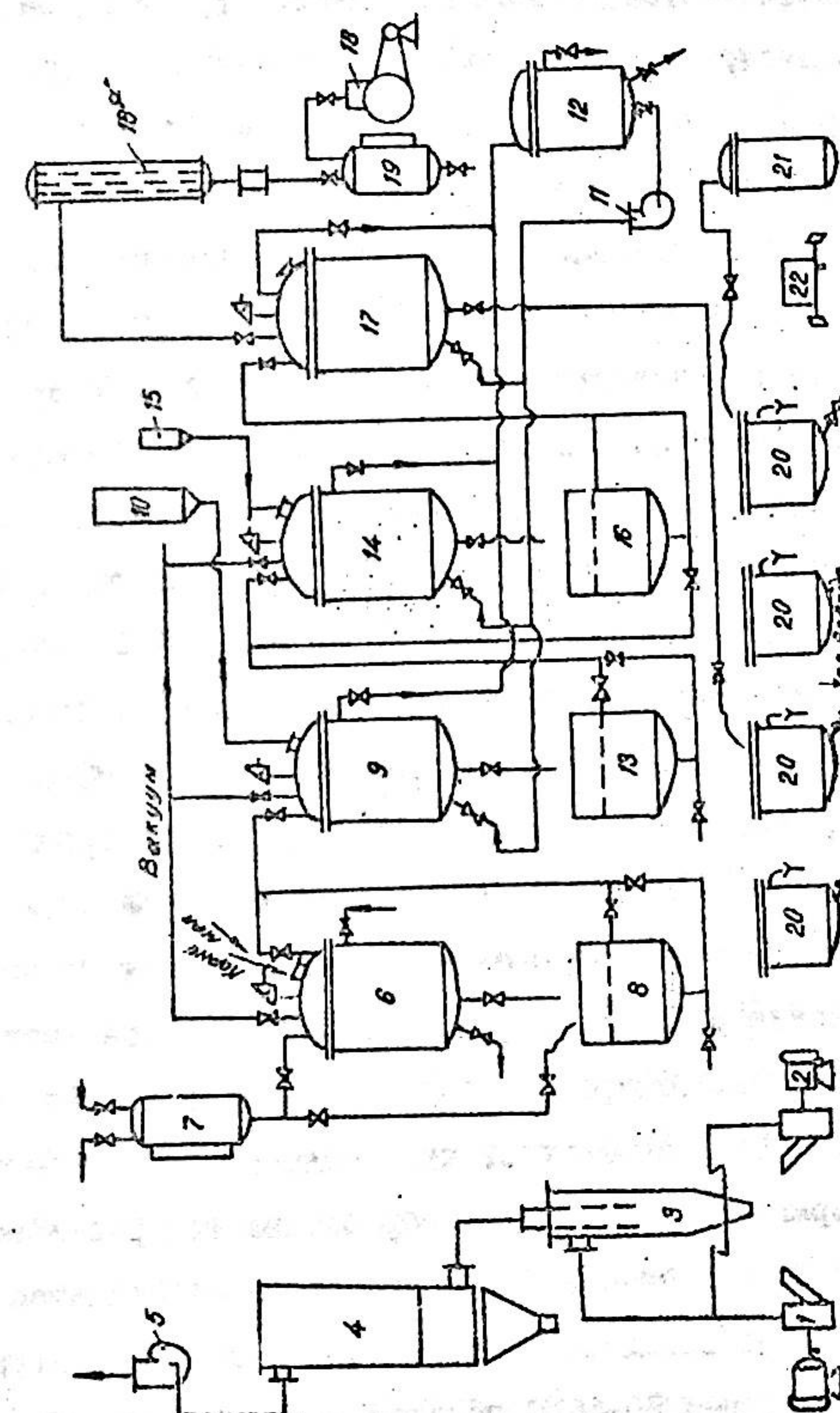


Рис. 7.
Технологическая схема получения инулина.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНУЛИНА

Корни инулы подвергаются крупному дроблению на дезинтеграторе I, затем измельчаются до величины частиц 1,5-3 мм на мельнице 2. Образующаяся, во время дробления воздушно-пылевая смесь отсасывается через циклон 3, рукавный фильтр 4 и вентилятор 5, где воздух очищается от пыли и выбрасывается в атмосферу; скопившаяся в циклоне и фильтре пыль периодически выгружается.

В реактор 6 с паровой рубашкой из мерника 7 подается дистиллированная вода в количестве 240 л, где она подогревается до температуры 78°C. Затем производится загрузка 20 кг измельченных корней инулы, смесь в реакторе подогревается до температуры 80°C при перемешивании и замеряется pH среды, в зависимости от чего добавляется 1650 г углекислого кальция до pH = 6,5-7,0, который вводится небольшими порциями, чтобы избежать сильного вспенивания. После этого смесь выдерживается при температуре 80-85°C в течение 40 минут, сливается на нутч-фильтр 8 и отфильтровывается от шрота. Шрот промывается дважды горячей дистиллированной водой (по 20 л) и удаляется. Отфильтрованный экстракт вместе с промывными водами возвращается в реактор 6, где производится трехкратная экстракция инулина. Экстракт, полученный после третьей экстракции, перекачивается в аппарат 9, куда подается 20 кг сырья и 1650 г мела, выдерживается 40 минут, обрабатывается раствором основного уксуснокислого свинца из мерника 10 и осветляется активированным углем. Во время обработки экстрактов температура поддерживается в пределах 50-55°C подачей горячей воды насосом II в рубашку аппарата 9 из бойлера 12. После обработки экстракт

фильтруется на нутч-фильтре 13 и подается в аппарат 14 для осаждения избытка основного уксуснокислого свинца 40% раствором сернистого натрия при температуре 50-55°C, который поступает из игольчатого мерника 15. Смесь фильтруется на нутч-фильтре 16 и направляется в вакуум-выпарной аппарат 17. Экстракт упаривается под вакуумом, создаваемым масляным вакуум-насосом 18, при температуре 50-55°C до коэффициента рефракции 1,385-1,392. Обогрев аппарата 17 ведется горячей водой из бойлера 12. Пары воды из аппарата 17 поступают в конденсатор 18^а и в сборник 19. Упаренный раствор инулина смешивается со спиртом в отношении 1:2 в аппарате 17, и после перемешивания масса сливается в кристаллизатор 20, где при охлаждении водой происходит осаждение инулина в течение 36-40 часов, затем верхний слой маточного раствора отсасывается в сборник 21, а оставшийся инулин фугуется на центрифуге 22 и сушится на воздухе.

ВЫВОДЫ

I. Определен по фазам развития качественный и количественный углеводный состав ряда инулинсодержащих растений флоры Киргизии, что позволило предложить корни инулы большой и высокой в качестве основного стабильного сырья для промышленного получения инулина. Как дополнительное сырье можно использовать корни лопуха и цикория.

Дана техническая характеристика сырья, определены сроки и методы заготовки, предложены оптимальные условия сушки и хранения сырья. Разработаны технические условия на корни инулы большой.

2. Учтены запасы инулы большой, наличие которых является достаточным для удовлетворения нужд по выпуску инулина. Показана возможность культивирования инулы большой, высокой и лопуха в условиях Киргизии.

3. Изучена кинетика экстракции инулина из растительного сырья в зависимости от степени измельчения сырья, длительности экстрагирования, естественной кислотности, температуры, в результате чего предложен экономически выгодный режим, обеспечивающий максимальный выход целевого продукта.

4. Исследованы условия очистки экстрактов от балластных веществ осаждением их алюмокалиевыми квасцами и основным уксуснокислым свинцом. При этом установлена зависимость скорости фильтрации экстрактов от свойств инулинсодержащего сырья и применяемых флокулянтов. Разработана автоматическая подача адсорбента.

5. Исходя из свойств инулина и его растворов, отличающихся высокой термочувствительностью, оптимизирован процесс упарки экстрактов и установлено, что процесс рационально осуществляется при температуре 50-55°C и 20-25 мм.рт.ст. остаточного давления. Разработана схема автоматического поддержания температурного режима, а также схема защиты масляного вакуум-насоса от попадания продуктов упарки.

6. Разработаны условия осаждения инулина из кубового остатка и его очистка различными растворителями, наилучшими из которых оказались изопропиловый и этиловый спирт в двукратном объеме по отношению к раствору инулина.

7. На основании проведенных исследований предложена технологическая схема и составлен технологический регламент производства

реактивного инулина "чистый", на который разработаны технические условия.

Технология получения инулина внедрена на Шосткинском заводе химических реактивов и в стране созданы производственные мощности по выпуску инулина, обеспечивающие полную в нем потребность. Отечественный инулин достиг уровня лучших мировых стандартов.

8. Показана возможность получения инулина как из воздушно-сухого, так и свежего сырья на оборудовании сахарных заводов.

9. В результате проведенной работы впервые в Советском Союзе выпускается отечественный инулин в промышленных масштабах и в настоящее время он с импорта снят.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова. Вопросы клинической экспериментальной онкологии. Труды КНИИОИР, Изд-во "Кыргызстан", Фрунзе, 7, 231, 1970.
2. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова. В сб. Физиологически активные соединения из растений Киргизии, Изд-во "Илим", 3, 1970.
3. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова. Тезисы докладов конф. Научные основы получения и использования полимерных веществ в Киргизии, Фрунзе, 40, 1971.
4. Н.Н.Голяева, В.И.Вандышева, Н.В.Плеханова. Тезисы докладов конф. Научные основы получения и использования полимерных веществ в Киргизии. Фрунзе, 43, 1971.
5. Н.Н.Голяева, Г.К.Васильева, Н.В.Плеханова. Тезисы докладов конф. Научные основы получения и использования полимерных веществ в Киргизии, Фрунзе, 47, 1971.

6. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова, С.А.Луговская. Тезисы докладов конф. Научные основы получения и использования полимерных веществ в Киргизии, Фрунзе, 53, 1971.
7. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова, В.И.Иванов. Тезисы докладов конф. Научные основы получения и использования полимерных веществ в Киргизии, Фрунзе, 54, 1971.
8. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова, В.И.Иванов, Тр.ИРЕА, 28, 1971.
9. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова, В.И.Иванов. В сб.: Лекарственные вещества из растительного сырья Киргизии, Изд-во "Илим", Фрунзе, 3, 1972.
10. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова, В.И.Иванов. Материалы по вопросам внедрения научных достижений в практику здравоохранения, Труды КГМИ, Фрунзе, 80, 109, 1972.
11. Н.Н.Голяева, Г.П.Федорченко, Н.В.Плеханова, В.И.Иванов. В сб. Перспективы использования природных ресурсов Киргизии для развития химических производств, Фрунзе, 43, 1973.
12. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова, В.И.Иванов. Тезисы докладов на конф. Состояние и перспективы улучшения качества растительного сырья, выращиваемого в Киргизии, Фрунзе, 138, 1973.
13. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова, С.А.Луговская. Труды КГУ, Фрунзе, (в печати).

Внедрены рационализаторские предложения

1. Н.Н.Голяева, Г.П.Федорченко, Н.В.Плеханова. № 125, 4.УШ.1971. Шосткинский завод химреактивов.
2. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова, Г.П.Федорченко, С.А.Луговская. № 5, 5.05.1975 г. Шосткинский завод химреактивов.

3. Н.В.Плеханова, Н.Н.Голяева, Г.П.Федорченко, С.А.Луговская. № 6, 5.05.1975 г. Шосткинский завод химреактивов.
4. Н.Н.Голяева, Н.В.Плеханова, Г.П.Федорченко. № 1867, 5.05.75. Шосткинский завод химреактивов.

Материалы диссертации доложены на расширенном заседании Ученого Совета Минздрава Киргизской ССР по вопросам внедрения научных достижений в практику здравоохранения (Фрунзе, 1970); Республиканской конференции по научным основам получения и использования полимерных веществ Киргизии (Фрунзе, 1971); Республиканской конференции по состоянию и перспективам улучшения качества растительного сырья, выращиваемого в Киргизии (Фрунзе, 1973); Республиканской конференции по перспективам использования природных ресурсов Киргизии для развития химических производств (Фрунзе, 1973).

ПОДПИСАНО В ПЕЧАТЬ 18/VI 1975 Г. ФОРМАТ БУМАГИ
60×90 1/16. ОБЪЕМ 1,63 п. л. Д—02170. ЗАКАЗ 1808.
ТИРАЖ 200 ЭКЗ.

Г. ФРУНЗЕ, ТИП. АН КИРГИЗСКОЙ ССР
УЛ. ПУШКИНА, 144