

# ИЗВЛЕЧЕНИЕ СИНИГРИНА ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН ГОРЧИЦЫ

Г. РУСАКОВА, д-р с.-х. наук, М. РУСАКОВА,  
Я. ДЕРГИЛЕВ, Т. КИСЕЛЁВА, В. КОТЕНКО, Е. ПАРАХНЕВИЧ, Д. ПАРАХНЕВИЧ,  
ФГOU ВПО Волгоградский государственный технический университет

При разработке технологии извлечения из вторичных продуктов переработки семян горчицы (жмыжка, некондиционного горчичного порошка, высыпок) антипитательного вещества — синигрина, обладающего широким спектром действия, были учтены его физические свойства, в частности, хорошая растворимость в горячей воде и инактивация фермента мирозиназы при температуре выше 80°C. С учетом этих свойств в лабораторных условиях извлекали синигрин методом водной экстракции в течение 30 мин. При этом соотношение количества продуктов переработки семян горчицы и воды составляло 1:6, температура воды — 80–90°C. Следует отметить, что при более высокой температуре происходит денатурация белков, а при температуре ниже 80°C — не происходит температурная инактивация фермента мирозиназы, и процесс идет в направлении гидролиза синигрина, что на стадии экстракции недопустимо.

После экстракции суспензию разделяли на твердую и жидкую фракции. Твердый осадок промывали горячей водой температурой не менее 90°C (однократным избытком воды) шесть раз и сушили до остаточной влаги не более 10%. Фильтрат упаривали и получали твердые кристаллы синигрина. Остаточное содержание синигрина в конечном продукте не превышало 0,1% в пересчете на эфирное горчичное масло (см. таблицу).

Опытные работы по извлечению синигрина из вторичных продуктов горчично-маслобойного производства проводили по схеме, приведенной на рисунке 1.

Синигрин удаляли из вторичных продуктов переработки семян горчицы методом водной экстракции. Для перевода процесса на непрерывный режим экстрактор, представляющий собой полый вертикальный цилиндрический аппарат с конусным днищем, предварительно заполнили горячей водой с температурой 90°C и продуктами переработки семян горчицы. Перемешивали их в течение 30 мин циркуляционным насосом. Соотношение количества воды и очищаемых продуктов составляло 6:1. Для продолжения принудительного перемешивания суспензию вводили в экстрактор под напором тангенциально. По истечении 30 мин процесс начал осуществляться в непрерывном режиме. Для этого в водоструйный смеситель из экстрактора циркуляционным насосом подается образовавшийся экстракт (раствор синигрина в воде), из бункера — вторичные продукты переработки семян горчицы. Водоструйный смеситель представляет собой инжектор, в сопло которого из экстрактора под давлением подается экстракт.

Зависимость остаточного содержания синигрина и эфирного горчичного масла в продуктах переработки семян горчицы от числа промывок

Продукт	Содержание, %	
	синигрина	эфирного горчичного масла
Вторичные продукты переработки семян горчицы	3,44	0,86
Твердая фракция		
после экстракции синигрина	1,68	0,42
после промывок		
1-кратной	1,52	0,38
2-кратной	1,16	0,29
3-кратной	0,88	0,22
4-кратной	0,72	0,18
5-кратной	0,48	0,12
6-кратной	0,28	0,07

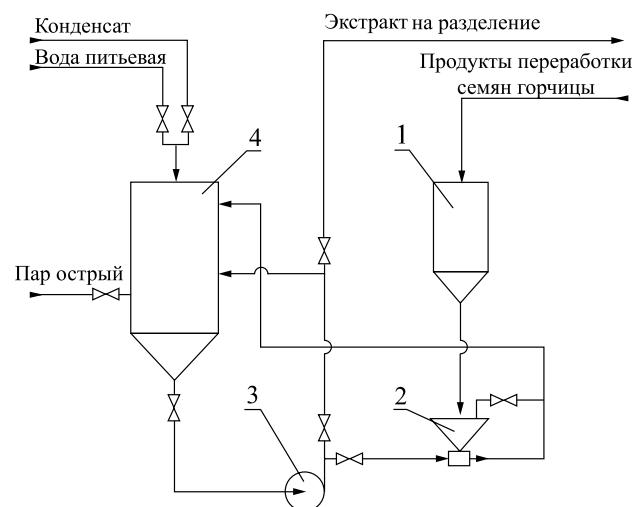
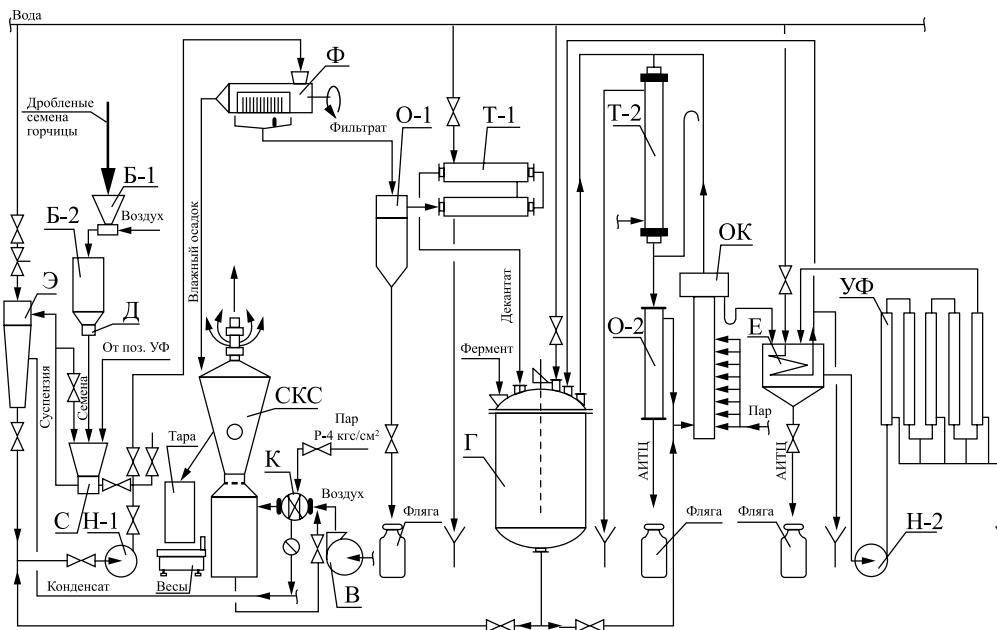


Рис. 1. Схема установки по извлечению синигрина методом экстракции:

1 — бункер сырья; 2 — водоструйный смеситель;  
3 — циркуляционный насос; 4 — экстрактор

Одновременно с этим в экстрактор добавляют горячую воду для экстрагирования синигрина, выдерживая соотношение воды и вторичных продуктов переработки семян горчицы 6:1. Из водоструйного смесителя, полученную смесь вновь подают в экстрактор. Процесс отвода экс-



**Рис. 2. Машинно-аппаратурная схема извлечения синигрина в промышленных условиях:**

*В — вентилятор; Ф — фильтр; ОК — отпарная колонна; Б-1 и Б-2 — бункер; О-1 и О-2 — отстойник; К — калорифер; С — струйный смеситель; Е — емкость; Т-1 и Т-2 — конденсатор; Н-1 и Н-2 — насос; СКС — сушилка; Э — экстрактор; Г — гидролизер; Д — дозатор; УФ — цультрафильтр*

тракта из экстрактора для смешивания с новой порцией вторичных продуктов переработки семян горчицы и добавление новой порции воды далее осуществляют непрерывно, в зависимости от количества утилизируемых вторичных продуктов горчично-маслобойного производства. Образовавшийся экстракт (в количестве 100% от поступающих утилизируемых вторичных продуктов переработки семян горчицы в водоструйный смеситель и воды в экстрактор) непрерывно отводят из экстрактора и разделяют на твердую и жидкую фракции на фильтре. Твердую фракцию сушат, а жидкую — водный раствор синигрина — либо упаривают и кристаллизуют, либо подвергают гидролизу до эфирного горчичного масла.

Процент отводимого на разделение экстракта определяют в соответствии с требованиями по времени протекания вспомогательных стадий и качеству твердой фазы, получаемой после разделения экстракта. Время переработки исследуемого сырья на стадии экстрагирования складывается из суммы времени на первоначальное экстрагирование синигрина из загруженных вторичных продуктов переработки семян горчицы (30 мин) и последующего времени пребывания экстракта в реакторе. Для достижения установленных показателей по содержанию извлекаемого синигрина в исходном сырье время контактирования в реакторе каждой новой порции сырья с экстрактом составляет не более 5 мин.

Образовавшаяся таким образом суспензия циркулирует по схеме: водоструйный смеситель → экстрактор → циркуляционный насос → водоструйный смеситель.

Непрерывное перемешивание реакционной массы при температуре 80–95°C, а также соотношение количества очищаемых продуктов и воды, равное 1:6, обеспечивают

мистадийный: экстракция, фильтрация, сушка, отстаивание, гидролиз синигрина, отпарка и конденсация эфирного горчичного масла, ультрафильтрация.

Затраты энергоресурсов и рабочего времени на переработку 1 т вторичных продуктов горчично-маслобойного производства составляют: электроэнергии — 7,2 кВт/ч, пара — 1,6 т, воды — 5,1 т, затраты рабочего времени — 3,5 чел./ч, выход конечного кормового продукта — 0,96 т, остаток эфирного масла в нем — 0,1%, потери протеина — на уровне чувствительности метода.

Химический состав и питательная ценность конечного кормового продукта, полученного из вторичных продуктов горчично-маслобойного производства по исследованной технологии и подготовленного к скармливанию животным и птице: влажность — 10,0%, зола — 5,1, органическое вещество — 94,9, протеин — 37,5, жир — 41,0, клетчатка — 20,5, БЭВ — 39,4, фосфор — 0,92, кальций — 0,33, эфирное масло — 0,1%.

Таким образом, главными задачами, которые решаются в процессе переработки вторичных продуктов горчично-маслобойного производства по рассматриваемой технологии, являются: удаление антипитательного вещества синигрин; применение очищенных от синигрина вторичных продуктов переработки семян горчицы в рационах сельскохозяйственных животных и птицы; выделение эфирного горчичного масла из водного раствора синигрина; переработка очищенных вторичных продуктов переработки семян горчицы в пищевую муку для использования ее в хлебопечении и замены соевой муки в мясоперерабатывающей отрасли.

Способ утилизации отходов горчично-маслобойного производства запатентован (патент 2340660 РФ). ■