

НОВЫЙ СПОСОБ ПАРОВОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ ПЛОДОВ КОРИАНДРА

Шляпников Владимир Александрович

*д-р техн. наук, профессор, профессор Академии биоресурсов и природопользования
Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского,
295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное
E-mail: rectorat@abip-cfu.crimea-ru.com*

Шляпников Михаил Олегович

*научный сотрудник отдела технологии переработки
Научно-исследовательского института сельского хозяйства Крыма,
295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская 150
E-mail: isg.krym@gmail.com*

A NEW METHOD OF STEAM DISTILLATION OF CORIANDER SEEDS

Vladimir Shlyapnikov

*doctor of Technical Sciences, Professor, Academy of Bioresources and Environmental Management,
V. I. Vernadsky Crimean Federal University,
295492, Republic of Crimea, Russia, Simferopol, Agrarnoye Village,*

Michail Shlyapnikov

*researcher, Department of Processing Technology, Research Institute for Agriculture in Crimea,
295493, Republic of Crimea, Russia, Simferopol, Kievskaya St., 150*

АННОТАЦИЯ

Впервые исследована возможность использования псевдооживления для паровой дистилляции измельченных плодов кориандра.

Несмотря на существенную интенсификацию процесса извлечения эфирного масла из измельченных плодов кориандра при использовании кипящего слоя, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что практическое использование псевдооживления в его классическом варианте для паровой дистилляции плодов кориандра неприемлемо из-за полидисперсности материала по размерам и структуре, приводящее, вследствие различных аэродинамических свойств, к сепарации частей измельченного сырья, а также из-за большого расхода водяного пара, необходимого для осуществления такого способа.

Разработан новый способ организации псевдокипящего слоя путем механического перемещения обрабатываемого материала разновеликими по размерам лопастями в направлении, противоположном его гравитационному движению, позволяющий увеличить выход эфирного масла на 15-20 %, сократить в 2,5 раза расход водяного пара и воды, увеличить в 10 раз удельную производительность оборудования по сравнению с используемой в настоящее время контейнерной технологией.

Физико-химические показатели кориандрового эфирного масла, полученного с использованием нового способа переработки, полностью соответствуют действующим стандартам, причем содержание основного компонента эфирного масла – линалоола – составило 77.2%.

ABSTRACT

The possibility of using pseudofluidization in the process of steam distillation of crushed coriander seeds has been examined for the first time.

Despite the significant intensification of the process of essential oil extraction from crushed coriander seeds when using a boiling layer, research suggests that pseudofluidization in its classical variant is practically inapplicable for steam distillation of coriander seeds due to the polydispersity of the material by size and by structure, which leads, as a result of various aerodynamic properties, to separation of some crushed seeds, and excessive steam consumption required by that technology.

A new method for creating a pseudoboiling layer by mechanical shifting of the material being processed in the direction opposite to its gravity-induced movement has been developed, which makes it possible to increase essential oil output by 15 to 20 percent, reduce steam and water consumption by 2.5 times and enhance the specific capacity of the equipment by 10 times if compared to the container technology currently in use.

Physical and chemical properties of coriander essential oil extracted using the new processing method fully comply with existing standards, with the content of linalool, the main component of essential oil, reaching 77.2%.

Ключевые слова: плоды кориандра, паровая дистилляция, псевдооживление.

Keywords: coriander seeds, STEAM DISTILLATION, pseudofluidization.

В настоящее время кориандр является основной эфиромасличной культурой, возделываемой и перерабатываемой в России. Ежегодно в России производится от 120 до 180 тонн кориандрового эфирного масла, которое полностью экспортируется.

До распада СССР кориандр перерабатывался на двух крупных эфиромаслоэкстракционных комбинатах Алексеевском (Белгородская область) и Усть-Лабинском (Краснодарский край) с использованием аппаратов непрерывного действия большой (до 320 тонн в сутки) единичной мощности, которые по всем технологическим показателям (степень извлечения, качество получаемого эфирного масла, энерго- и трудозатратам) превосходили аппараты периодического действия.

После распада СССР произошла децентрализация переработки, и перерабатывающие предприятия перешли на контейнерную технологию, которая вследствие особенности осуществления процесса и специфики оборудования оказалась регрессивной. По нашим расчетам степень извлечения кориандрового эфирного масла при использовании контейнерной технологии переработки не превышает 75 % от его содержания в исходном сырье, а расход пара и воды в 3-4 раза больше, чем при использовании непрерывно-действующего оборудования.

Все это приводит к ежегодным потерям кориандрового эфирного масла в размере 25-30 тонн на сумму не менее 110 млн. руб.

В этой связи совершенствование технологии переработки кориандра является чрезвычайно актуальной проблемой.

В качестве основы разработки нового способа переработки плодов кориандра паровой дистилляцией был принят один из наиболее прогрессивных способов осуществления гетерогенных технологических процессов с твердой фазой: псевдооживление [1].

Гидравлическое сопротивление слоя измельченного кориандра с эквивалентным диаметром 1,2 мм определяли на специальной установке, используя в качестве рабочего агента воздух, поскольку работа с водяным паром связана с определенными техническими трудностями.

Скорость начала псевдооживления при использовании водяного пара определяли расчетным путем, исходя из равенства в обоих случаях критерия Рейнольдса (Re):

$$W_{п} = W_{в} \cdot \frac{\gamma_{в} \cdot \mu_{п}}{\gamma_{п} \cdot \mu_{в}}, \quad (1)$$

где W – скорость начала псевдооживления, м/с

γ – масса 1 м³ рабочего агента, кг/м³

μ – динамическая вязкость, пас·с

в и п – индексы, соответственно для воздуха и водяного пара

Опыты проводили при высоте слоя кориандра 50 – 300 мм и скорости воздуха 0,120 – 0,592 м/с. Полученные данные показали, что переход в псевдооживленное состояние осуществляется для слоев разной высоты в интервале скоростей водяного пара равным 0,6 – 0,8 м/с.

Однозначное значение скорости перехода слоя в псевдооживленное состояние получаем при использовании зависимости:

$$Re_{кр} = \frac{Ag}{1400 + 5,22\sqrt{Ag}}, \quad (2)$$

где Ag – критерий Архимеда

В условиях наших опытов рассчитанная по уравнению (2) скорость начала псевдооживления составила 0,76 м/с.

Основные характеристики слоя плодов кориандра приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Основные характеристики слоя плодов кориандра

Показатели	Ед. изм	Слой сырья	
		Неподвижный	Псевдооживленный
Скорость перехода слоя в псевдооживленное состояние	м/с	-	0,760
Высота слоя	мм	300	370
Порозность слоя	доли ед.	0,48	0,58
Гидравлическое сопротивление слоя	кПа	0,087	1,07

Исследования кинетики извлечения эфирного масла из измельченных плодов кориандра показали (табл.2), что использование способа псевдооживления позволяет существенно интенсифицировать извлечение за счет уменьшения (исчезновения) блокировки поверхности массообмена, неизбежной при неподвижном слое материала и уменьшения внешнедиффузионного сопротивления при массообмене.

Таблица 2.

Кинетика извлечения эфирного масла из плодов кориандра

Время дистилляции, мин.	Безразмерный остаток эфирного масла в сырье	
	Неподвижный слой	Псевдооживленный слой
5	0,605	0,285
10	0,418	0,196
15	0,327	0,124
20	0,272	0,067
30	0,205	0,05
40	0,168	-
60	0,096	-

Несмотря на существенную интенсификацию процесса извлечения эфирного масла из измельченных плодов кориандра при использовании кипящего слоя проведенные исследования позволяют сделать вывод, что практическое использование псевдооживления, в его классическом варианте, для паровой дистилляции плодов кориандра неприемлемо из-за полидисперсности материала по размерам и структуре,

приводящее, вследствие различных аэродинамических свойств, к сепарации частей измельченного сырья, а так же из – за большого расхода водяного пара, необходимого для осуществления такого способа.

К основным недостаткам способа следует также отнести невозможность организации противотока и, следовательно, невозможность осуществления процесса массообмена при максимальной движущей силе.

Идея предложенного нами [2] способа организации близкого к псевдокипению слоя сырья заключается в том, что в аппарате непрерывного действия для паровой дистилляции измельченный материал перемещается разновеликими по размерам лопастями, расположенными на осевом валу по винтовой линии наклонно к вертикальной оси, в направлении противоположном его гравитационному движению.

Стендовая проверка новой технологии переработки плодов кориандра показала, что при скорости водяного пара равной 0.46 м/с ($0.6W_{nc}$) и порозности

слоя 0.52 степень извлечения эфирного масла составила 93% при времени дистилляции равным 25 мин.

Физико-химические показатели кориандрового эфирного масла, полученного с использованием нового способа переработки полностью соответствуют НТД, причем содержание основного компонента эфирного масла-линалоола составила 77.2%, что на 5% больше, чем при дистилляции в неподвижном слое сырья.

Проведенные исследования позволили разработать аппарат непрерывного действия для переработки плодов кориандра основные технологические характеристики которого приведены в табл. 3.

Экономический эффект от внедрения нового способа переработки плодов кориандра составит не менее 8 тыс. руб. на каждую тонну переработанного сырья.

Таблица 3.

Технологическая характеристика аппаратов для переработки кориандра

Показатели	Ед. изм	Аппараты		
		Пономаренко	Контейнер	Новый (расчетные)
Производительность	кг/ч	4200	1200	550
Рабочий объём	м ³	21.2	16.0	0,69
Удельная производительность	кг/ч · м ³	198	75	797
Время нахождения сырья в аппарате	мин	90	120	25
Скорость отгонки дистиллята	л/ч	1800	850	200
Скорость пара в аппарате (на свободное сечение)	м/с	0,270	0,05	0,464
Степень извлечения эфирного масла	%	87	75	93
Расход пара на 1 кг эфирного масла	кг	33	71	26

Список литературы:

1. Гельперин Н. И., Айнштейн В. Г., Кваша В. Б. Основы техники псевдооживления. – М. : Химия, 1969. – 664 с.
2. Шляпников В. А., Афонин А. В., Шляпников М. О. Аппарат для паровой дистилляции эфиромасляной сировини. Патент Украины № 95174, 2011.

References:

1. Gelperin N.I, Aynshteyn V.G, Kvasha V.B Fundamentals of fluidization technology. Moscow, Khimiia Publ., 1969. 664 p. (in Russian).
2. Shlyapnykov V.A Afonyn A.V, Shlyapnykov M.O Apparatus for steam distillation essential oil materials. Ukraine patent number 95174, 2011. (in Ukrainian).