

УДК. 664.002.05

ББК 36.8

М-52

*Меретуков Заур Айдамирович*, кандидат технических наук; доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств технологического факультета Майкопского государственного технологического университета, т. (8772) 55-26-08, e-mail: [zamer@radnet.ru](mailto:zamer@radnet.ru);

*Кошевой Евгений Пантелеевич*, доктор технических наук, профессор, «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» заведующий кафедрой машины и аппараты пищевых производств Кубанского государственного технологического университета, т. (8612) 752279, e-mail: [Koshevoi@kubstu.ru](mailto:Koshevoi@kubstu.ru).

### ОЦЕНКА ЭКСТРАГИРУЕМОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ПОДГОТОВКИ

(рецензирована)

*Различная степень подготовки растительного материала к экстракции существенно влияет на процесс экстракции. Подготовка производится различными способами, в числе которых дробление, вальцевание и экструзионная обработка. Экструзия является наиболее новым способом, с получением пористых «взорванных» гранул, при этом может применяться как отдельно, так и в сочетании с другими способами.*

*Целью данной работы является сравнительная оценка различных способов подготовки растительных материалов к экстракции.*

*Оценка экстрагируемости производилась на лабораторном оборудовании. Использовались сопоставимые условия подготовки ромашки аптечной для CO<sub>2</sub>-экстракции. Так же учитывались теоретические данные по оценке экстрагируемости материалов с различной степенью подготовки.*

*В результате обработки экспериментальных данных экстрагирования «взорванных» частиц, была определена степень вскрытия клеточной структуры коэффициент внутренней диффузии.*

*Ключевые слова: степень подготовки, экструзия, клеточная структура, кинетика CO<sub>2</sub>-экстракции.*

*Meretukov Zaur Aydamirovich*, Candidate Of Technical Sciences, assistant professor of Technology, Machines and Food Industry Equipment Department, Maikop State Technological University, e-mail: [zamer@radnet.ru](mailto:zamer@radnet.ru);

*Koshevoi Eugeny Panteleevich*, Doctor Of Technical Sciences, Professor, Honoured Scientist of the Russian Federation, head of the Department of machines and equipment for food industry, Kuban State Technological University, e-mail: [Koshevoi@kubstu.ru](mailto:Koshevoi@kubstu.ru).

### ASSESSMENT OF VEGETABLE MATERIAL EXTRACTABILITY WITH DIFFERENT DEGREE OF PREPARATION

*The different degree of preparation of plant material to extraction significantly affects the extraction process. Preparation includes crushing, rolling and extrusion processing. Extrusion is the most novel way to give porous "blown up" granules, thus can be used both separately and in combination with other methods.*

*The aim of this paper is a comparative evaluation of different methods of preparing plant material for extraction.*

*Assessment of extractability was made on laboratory equipment. Comparable conditions of preparation of chamomile for CO<sub>2</sub> extraction were used. The theoretical data to assess extractability of materials with varying degrees of training have been taken into account.*

*As a result of processing experimental data extraction of "blow up" particles was determined by the degree of opening of the cellular structure - the coefficient of internal diffusion.*

*Keywords: degree of preparation, extrusion, cellular structure, the kinetics of CO<sub>2</sub> extraction.*

Эффективность экстракции растительных материалов в значительной степени определяется вскрытием клеточной структуры, в которой локализованы целевые компоненты [1]. Наиболее распространенными являются способы механического разрушения клеточной

структуры – дроблением или вальцеванием [2]. В последнее время развиваются способы «взрывного» разрушения клеточной структуры. Использование сброса давления жидкой двуокиси углерода, которой насыщена структура растительного материала реализовано в процессе  $\text{CO}_2$ -экстракции [3], Патент на установку и способ разрушения клеточной структуры мгновенным сбросом давления получен во Франции [4]. Новой [5] является экструзионная установка для разрушения клеточной структуры сбросом давления на выходе из отверстий матрицы.

Целью данной работы является сравнительная оценка различных способов подготовки растительных материалов к экстракции. Для обеспечения сопоставимых условий подготовка осуществлялась ромашки аптечной для  $\text{CO}_2$ -экстракции. Эксперименты по экстракции проводились на лабораторной установке ООО «Компания Караван», которая описана в монографии [6].

В соответствии с развитой теорией оценки экстрагируемости материалов с различной степенью подготовки проведем обработку данных по экстракции ромашки аптечной, полученных как в ранее выполненных исследованиях [3], так и проведенных в исследовании при экструзионной подготовке материала к  $\text{CO}_2$ -экстракции [7].

Полученные в работе [3] данные по кинетике экстракции двуокисью углерода суммы экстрактивных веществ ромашки аптечной представлены на рисунке 1. Представлены результаты следующих вариантов подготовки к экстракции ромашки аптечной с соответствующим обозначением – измельчение дроблением (Д) с получением частиц в форме крупки размер  $d = 0,75 \cdot 10^{-3}$  м; измельчение дроблением с последующим вальцеванием (Д-В) с получением частиц в форме крупки размер  $d = 1,08 \cdot 10^{-3}$  м; измельчение дроблением с вальцеванием с последующим однократным сбросом давления  $\text{CO}_2$  (взрывом) (Д-В-Вз) с получением частиц в форме крупки размер  $d = 1,02 \cdot 10^{-3}$  м; измельчение дроблением с вальцеванием с последующим двукратным сбросом давления  $\text{CO}_2$  (взрывом) (Д-В-Вз-Вз) с получением частиц в форме крупки размер  $d = 0,82 \cdot 10^{-3}$  м. Из рисунка видно, что в указанной последовательности способов подготовки увеличивается экстрагируемость суммы экстрактивных веществ.

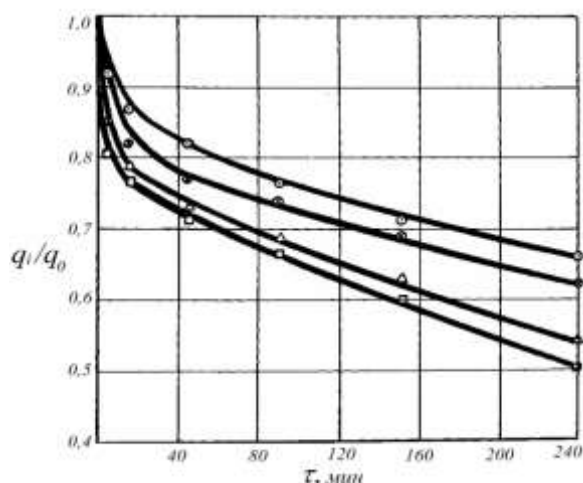


Рис. 1. Кривые экстракции жидкой двуокисью углерода суммы экстрактивных веществ ромашки аптечной  
Обозначения:  $\odot$  - дробление;  $\otimes$  - дробление-вальцевание;  $\triangle$  - дробление-вальцевание-однократный взрыв;  
 $\square$  - дробление-вальцевание-двукратный взрыв.

С целью дать количественную оценку экстрагируемости представленные данные на первом этапе обрабатывали в виде кинетического уравнения

$$\left( \frac{\bar{q}_t}{q_0} \right) = \sum_{i=1}^3 A_i \exp(B_i t) \quad (1)$$

В таблице 1 приведены данные обработки кинетические кривых для экстракции двуокисью углерода суммы экстрактивных веществ ромашки аптечной.

Во-первых, отметим, что описание экспериментальных кривых экстракции уравнением (1) с найденными значениями коэффициентов  $A_i$  и  $B_i$  зависимости для суммы экстрактивных веществ ромашки аптечной оказалось высокоточным.

Во-вторых, наибольший вклад и общий характер изменения зависимости для суммы экстрактивных веществ ромашки аптечной вносят коэффициенты  $A_1$  и  $B_1$ .

Таблица 1 - Коэффициенты уравнения (1) для экстракции жидкой двуокисью углерода суммы экстрактивных веществ ромашки аптечной

Способ подготовки	Коэффициенты уравнения (153)					
	$A_1$	$B_1$	$A_2$	$B_2$	$A_3$	$B_3$
Д	0,82574	-0,0000151	0,09325	-0,000361	0,08101	-0,005
Д-В	0,80415	-0,0000176	0,06557	-0,000526	0,13028	-0,005
Д-В-Вз	0,79711	-0,0000271	0,09222	-0,001416	0,11068	-0,005
Д-В-Вз-Вз	0,78332	-0,0000306	0,00249	-0,00005	0,21419	-0,005

В результате применения различных способов подготовки ромашки аптечной имеющиеся в материале три вида форм связи экстрактивных веществ (наиболее сильно связанная форма, описывается экспонентой с коэффициентами  $A_1$  и  $B_1$ , средняя сила формы связи, описывается экспонентой с коэффициентами  $A_2$  и  $B_2$ , наиболее слабая форма связи, описывается экспонентой с коэффициентами  $A_3$  и  $B_3$ ) с усилением воздействия на материал (от Д до Д-В-Вз-Вз) последовательно перераспределяются от сильно связанной формы к слабой форме связи.

Применим для обработки данных по кинетике экстракции двуокисью углерода ромашки аптечной, подготовленной различными способами, модели экстрагирования частиц с различной степенью вскрытия внешней области.

В результате обработки экспериментальных данных (рисунок 1) экстрагирования частиц, подвергнутых различным способам подготовки, определили степень вскрытия клеточной структуры коэффициент внутренней диффузии (таблица 2).

Таблица 2

Параметры	Способы подготовки материала к экстракции			
	Д	Д-В	Д-В-Вз	Д-В-Вз-Вз
h	0,210	0,200	8,492	9,250
$D \cdot 10^{-13}, \text{м}^2/\text{с}$	0,52	1,50	4,45	3,30

Из полученных данных видно, дополнительное вальцевание по сравнению просто с дроблением не изменяет степень вскрытия клеточной структуры и несколько увеличивает коэффициент внутренней диффузии. Способы подготовки с применением «взрывов» существенно повышают степень вскрытия клеточной структуры, а также коэффициент внутренней диффузии. Двукратный «взрыв» несколько повышает степень вскрытия клеточной структуры, однако коэффициент внутренней диффузии даже несколько снижается. Таким образом, применение однократного «взрыва» практически достаточно для обеспечения подготовки ромашки аптечной к экстракции.

Эксперименты проведенные по экстрагированию предварительно дробленной ромашки аптечной в смеси с твердофазной двуокисью углерода позволили получить взорванную совокупность частиц, которую перед опытами по экстракции рассеяли на ситах с размерами отверстий 1, 2 и 3 мм. Эти фракции экстрагировали на лабораторной установке и в результате получены кривые экстракции, которые представлены на рисунке 2.

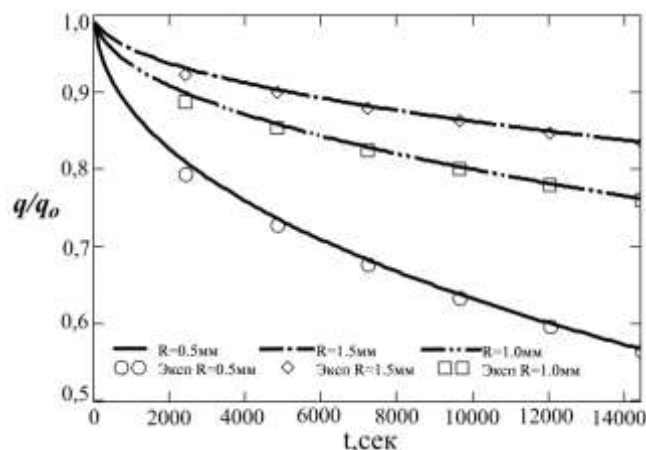


Рис. 2. Кривые экстракции жидкой двуокисью углерода суммы экстрактивных веществ ромашки аптечной  
Обозначения: ○ - размер  $R = 0,5$  мм; □ - размер  $R = 1$  мм; ◇ - размер  $R = 1,5$  мм.

В результате обработки экспериментальных данных (рисунок 2) экстрагирования «взорванных» частиц, в форме крупки различного размера, определили степень вскрытия клеточной структуры коэффициент внутренней диффузии (таблица 3).

Таблица 3

Параметры	Размеры частиц, $R$ , мм		
	0,5	1,0	1,5
$h$	9,02	8,96	8,73
$D \cdot 10^{-13}$ , $m^2/c$	3,61	3,87	4,07

Как видно из полученных данных (таблица 3) экструзионная подготовка ромашки аптечной по полученным параметрам экстрагируемости близка к способу однократного «взрыва» дробленого и вальцованного материала (таблица 2). Размер частиц практически не влияет на параметры экстрагируемости ( $h$  и  $D$ ) (таблица 3), однако скорость экстракции частиц меньшего размера соответственно выше (рис.2).

#### Литература:

1. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел. М.: Пищевая промышленность, 1966. 478 с.
2. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. СПб.: ГИОРД, 2001. 368 с.
3. Рослякова Т.К. Исследование и разработка технологии селективной экстракции ромашки аптечной и применения  $CO_2$ -экстракта в парфюмерно-косметической промышленности: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, КПИ. 1980. 26 с.
4. Allaf K., Louka N., Bouvier J.M., Parent M., Forget M., Precede de Traitement de Produits Vegetaux et Installation pour la Mise en Oeuvre d'un Tel Precede, French patent no. 93/09728, 1993.
5. Установка для подготовки растительного материала к  $CO_2$ -экстракции: свидетельство на полезную модель / Кошевой Е.П., Меретуков З.А., Меретуков М.А., Латин Н.Н. №36830. Бюл. №9.
6. Кошевой Е.П., Блягоз Х.Р. Экстракция двуокисью углерода в пищевой технологии. Майкоп: Изд-во МГТИ, 2000. 495 с.
7. Меретуков З.А. Совершенствование подготовки растительного сырья к экстракции способом экструдирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Меретуков Заур Айдамирович. Краснодар: КубГТУ, 2004. 20 с.