

УДК 62-9

**ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ
ДИСКОВО-ШАРОВОЙ ВАКУУМНОЙ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ
РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

Родионов Юрий Юрьевич

аспирант

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Скоморохова Анастасия Игоревна

магистрант

nasta373@mail.ru

Капустин Василий Петрович

доктор технических наук, профессор

Зотов Александр Александрович

студент

Ермаков Владимир Сергеевич

магистрант

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются факторы, влияющие на протекание процесса измельчения сухого растительного материала. Предложено использовать двухступенчатую дисково-шаровую вакуумную мельницу, которая позволяет получать порошок с заданной степенью тонкого помола. На основании теоретических и экспериментальных исследований получен показатель эффективности для выбора подходящего оборудования.

Ключевые слова: тонкое измельчение, показатель эффективности, растительный материал.

Обеспечение населения страны полезными продуктами питания является важной задачей, стоящей перед сельскохозяйственной промышленностью, так как ежедневный рацион напрямую влияет на качество жизни [1-4, 10, 11]. Сбалансированное питание может препятствовать развитию многих заболеваний и даже оказывать лечебное воздействие на организм. Поэтому так необходимо употреблять в пищу натуральные продукты растительного происхождения.

Обогатить повседневный рацион биологически активными веществами можно путем добавления в продукты питания порошков, полученных из плодовоовощного сырья [5, 6, 8, 9, 12]. Такие порошки обладают всеми полезными компонентами, содержащимися в исходном материале, и к тому же подлежат длительному хранению.

Создание качественных пищевых продуктов с добавлением порошка напрямую связано со степенью помола растительного материала. Поэтому данный параметр оказывает значительное влияние на подбор применяемого для измельчения оборудования. Причем для различного вида растительного сырья есть определенные диапазоны допустимых размеров частиц, поэтому так важно получать порошок с заданной степенью тонкого помола.

Определение степени измельчения производится по формуле:

$$i_{\Pi} = \frac{D}{d}, \quad (1)$$

где D – размер куска до измельчения, м;

d – размер куска после измельчения, м.

Согласно проведенным исследованиям, был выявлен ряд факторов, позволяющих значительно уменьшить затраты энергии на процесс измельчения:

- индивидуальный подход к выбору оптимальной технологии предварительного высушивания для конкретно рассматриваемого растительного материала;

- влажность сырья непосредственно перед измельчением, которая не должна превышать 4%;

- проведение процесса измельчения сразу после сушки или создание правильных условий хранения высушенного материала, чтобы исключить накопление влаги из-за адсорбционных свойств растительного сырья;

- подбор оборудования, подходящего для измельчения выбранного типа растительного материала.

Для осуществления тонкого измельчения плодовоовощного сырья целесообразно использовать двухступенчатую дисково-шаровую мельницу с возможностью вакуумного отвода частиц измельченного материала с заданной степенью помола. Данный вывод сделан на основании сравнения различных типов установок, предназначенных для измельчения растительных материалов, по предлагаемому показателю эффективности [7]. Данный показатель был получен по результатам ряда теоретических и экспериментальных исследований и имеет вид:

$$K_{\text{эф.изм}} = \frac{П}{M_0 M_C \mathcal{E}_3} \cdot K_{\text{бав}} \cdot 0,1i, \quad (2)$$

где $П$ – производительность установки, руб.;

M_0 – стоимость оборудования, руб.;

M_C – стоимость сырья, руб.;

\mathcal{E}_3 – энергетические затраты, руб.;

$K_{\text{бав}}$ – коэффициент сохранности БАВ;

i – степень помола.

Процесс измельчения сухого растительного материала должен проводиться с учетом следующих требований:

- конечные размеры получаемых частиц растительного материала максимально равномерные;

- быстрое удаление частиц из рабочей зоны;

- режимные параметры, соответствующие процессу измельчения, не вызывают потерю биологически активных веществ;

- регулирования степени помола в зависимости от дальнейшего использования растительного порошка;

- ремонтпригодность и технологичность применяемого оборудования.

Кроме того, были сформулированы основные рекомендации, соблюдение которых позволит осуществлять процесс измельчения наиболее эффективно. К ним относится:

- проведение измельчения после предварительного просеивания;

- при выборе оборудования необходимо уделять особое внимание требуемой степени помола, от которой зависит качество получаемого продукта питания с добавлением порошка;

- процесс тонкого измельчения должен проводиться в несколько этапов, иными словами, он должен включать несколько ступеней измельчения.

Таким образом, представлен показатель эффективности, позволяющий проводить оценку при сравнении различного оборудования, предназначенного для измельчения сухого растительного материала. Также определены факторы, снижающие энергозатраты, и сформулированы требования к проведению процесса для получения качественного продукта.

Список литературы:

1. Данилин, С.И. Безотходная комплексная переработка тыквы / С.И. Данилин, В.Ф. Винницкая // Сб.: Импортзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья: материалы I Всероссийской конференции с международным участием, 2019. - С. 254-258.

2. Корогодина, Е.А. Проблемы планирования рациона здорового питания как важного элемента здорового образа жизни / Е.А. Корогодина // Региональный вестник. – 2019. – № 22 (37). – С. 38-39.

3. Парусова, К.В. Способ производства хлеба ржано-пшеничного с функциональными добавками для здорового питания / К.В. Парусова // Вестник

Мичуринского государственного аграрного университета. - 2016. - № 4. -С. 70-74.

4. Перспективы использования порошка тыквы Мичуринской в технологии крафтового сыра / Н.А. Грачева, Е.Н. Третьякова, А.И. Иванникова, Е.Б. Симбирских // Сб.: Научно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса в реализации Государственной программы развития сельского хозяйства до 2020 года: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева, 2019. - С. 439-441.

5. Проблемы и перспективы производства растительных порошков / Ю.В. Родионов, О.В. Ломакина, Д.В. Никитин [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2019. – №1. – С. 69-77.

6. Разработка нового ассортимента полуфабрикатов и продуктов питания из вторичного фруктового сырья / О.В. Перфилова, В.А. Бабушкин, Г.О. Магомедов [и др.] // Сб.: Инновационные и ресурсосберегающие технологии продуктов питания: материалы I Национальной научно-технической конференции с международным участием, электронный ресурс, 2018.

7. Расчет энергетических затрат тонкого измельчения растительных материалов / Ю.Ю. Родионов, А.И. Скоморохова, Ю.В. Родионов [и др.] // Инновационная техника и технология. – 2020. – № 2 (23). – С. 34-41.

8. Ресурсосберегающая технология переработки яблок / О.В. Перфилова, В.А. Бабушкин, В.В. Ананских [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. - 2017. - № 6 (20). - С. 21-28.

9. Технология переработки пастернака, тыквы и яблок в порошки для функционального питания / Ю.В. Родионов, Д.В. Никитин, С.И. Данилин [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – № 3 (35). – С. 214-220.

10. Улучшение качества традиционных продуктов питания / О.В. Перфилова, В.А. Бабушкин, О.Г. Власова [и др.] // Сб.: Импортзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья: материалы I Всероссийской конференции с международным участием, 2019. - С. 352-357.

11. Шелепина, Н.В. Анализ обеспеченности населения Российской Федерации функциональными продуктами питания / Н.В. Шелепина // Образование и наука без границ: Фундаментальные и прикладные исследования. – 2019. – № 10. – С. 216-218.

12. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks / O.V. Perfilova, D.V. Akishin, V.F. Vinnitskaya [et al.] // Сб.: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Сер. «IOP Conference Series: Earth and Environmental Science». – Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2020. - С. 82071.

UDC 62-9

**INDEX OF EFFICIENCY FOR A TWO-STAGE VACUUM DISC BALL
MILL FOR PLANT MATERIAL**

Rodionov Yuri Yurievich

graduate student

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Skomorokhova Anastasia Igorevna

undergraduate

nasta373@mail.ru

Kapustin Vasily Petrovich

Doctor of Technical Sciences, Professor

Zotov Alexander Alexandrovich

student

Ermakov Vladimir Sergeevich

Undergraduate

Tambov State Technical University

Tambov, Russia

Annotation. The article discusses the factors influencing the course of the process of grinding dry plant material. It is proposed to use a two-stage disk-ball vacuum mill, which allows obtaining powder with a given degree of fine grinding. Based on theoretical and experimental studies, an efficiency indicator for the selection of suitable equipment has been obtained.

Key words: fine grinding, efficiency index, plant material.