

11. Дудкин, И. В. Сидеральные культуры и плодородие почвы // Актуальные проблемы развития научных исследований и инноваций в сельскохозяйственном производстве / Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и Всероссийской Школы молодых учёных. — Белгород, 2023. — С. 157—162.
12. Повышение эффективности и устойчивости производства зерна / А. Н. Григоров, А. П. Щербаков, В. М. Солошенко. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. — 184 с.
13. Боева, Н. Н., Дериглазова, Г. М. Влияние удобрений на хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы // Модели и технологии оптимизации земледелия / Сборник докладов Международной научно-практической конференции. — Курск, 2003. — С. 310—311.
14. Власенко, А. Н., Власенко, Н. Г. Возможности повышения эффективности зернового хозяйства России // Аграрная наука — сельскому хозяйству / XIII Международная научно-практическая конференция. — Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. — С. 203—204.
15. Эффективность севооборотов в зависимости от сочетания различных удобрений / А. С. Акименко, Ю. Б. Логачев, И. В. Дудкин, С. В. Надеев // Земледелие. — 2004. — № 3. — С. 15—16.
16. Белозёров, Д. А. Влияние различных систем удобрения на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Агротехника в XXI веке / Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти академика РАН В. Г. Минеева. — Москва, 2018. — С. 92—97.
17. Навольнева, Е. В. Влияние агротехнических приёмов и показателей плодородия почвы на урожай озимой пшеницы // Современные проблемы использования почв и повышения их плодородия / Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию кафедры почвоведения БГСХА: в 2 ч. — Горки, 2022. — Ч.2. — С.253—257.

УДК 634.739.3

П. Ю. Крупенин, А. К. Рендов

Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Республика Беларусь

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЯГОД КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Введение. В настоящее время из дикорастущих растений нашей страны наиболее ценна клюква. Достоинство клюквы — это высокие пищевые и лечебно-профилактические свойства за счет содержания в ней значительного количества биологически активных веществ. В совокупности это обеспечивает ягоде высокий спрос как на внутреннем, так и на внешнем рынках. В настоящее время происходит сокращение площади, занимаемой дикорастущими растениями клюквы. Чтобы удовлетворить потребности населения нужно увеличивать объемы промышленного выращивания клюквы крупноплодной. Одной из проблем технологии выращивания данной культуры на промышленных плантациях Республики Беларусь является применение малопродуктивных и трудоемких технических средств для уборки ягод. Поэтому совершенствование технического обеспечения процесса уборки клюквы крупноплодной является актуальной научно-технической задачей. Метод аддитивных технологий (3-D печати) позволит получить прочный, износостойкий и непортящийся материал, точно имитирующий поведение реальных ягод клюквы при их погружении в воду, что упростит и удешевит проведение лабораторных исследований процесса уборки ягод клюквы крупноплодной мокрым способом [1, 2].

Основная часть. Ягоды имеют ограниченный срок годности что затрудняет проведение лабораторных исследований в течение длительного времени. Поэтому стоит найти им альтернативу.

Массогабаритные характеристики играют важную роль в исследовании ягод клюквы крупноплодной [3]. Распределение ягод клюквы крупноплодной по размерам (фракциям) чаще всего представляется следующими фракциями: мелкая, крупная и средняя.

Распределение плотности ягод клюквы крупноплодной, рассчитанной по вычисленному и измеренному объемам, показано на рисунке 1. При его построении по оси абсцисс откладывали объем каждой ягоды, а по оси ординат — плотность, в результате чего получали облако точек, представляющее собой распределение плотности ягод в зависимости от их объема.

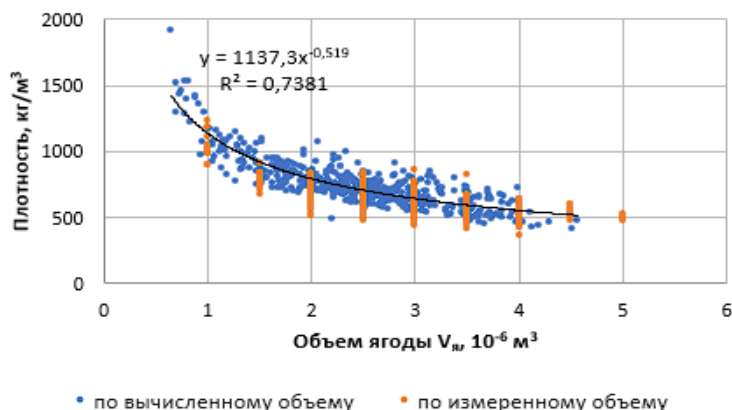


Рисунок 1 — Распределение плотности ягод клюквы крупноплодной

Значение коэффициента детерминации ($R^2 = 0,7381$) говорит о сильной зависимости плотности ягоды от ее объема. В целом, плотность мелких ягод клюквы в 3 раза больше плотности крупных. Таким образом, в лабораторных исследованиях рабочего процесса узлов машин для уборки клюквы крупноплодной мокрым способом следует использовать макеты ягод, идентичные размеру и плотности реальных ягод соответствующих фракций.

Используя результаты экспериментальных исследований массоразмерных характеристик ягод клюквы крупноплодной, определены средние диаметры (D_1, D_2) и плотность (ρ) ягод следующих фракций по объему: до 1 см^3 — $D_1 = 0,0123 \text{ м}$, $D_2 = 0,0127 \text{ м}$, $\rho = 1367,37 \text{ кг / м}^3$; $1...2 \text{ см}^3$ — $D_1 = 0,0128 \text{ м}$, $D_2 = 0,0131 \text{ м}$, $\rho = 873,48 \text{ кг / м}^3$; $2...3 \text{ см}^3$ — $D_1 = 0,0130 \text{ м}$, $D_2 = 0,0133 \text{ м}$, $\rho = 717,95 \text{ кг / м}^3$; $3...4 \text{ см}^3$ — $D_1 = 0,0135 \text{ м}$, $D_2 = 0,0138 \text{ м}$, $\rho = 615,13 \text{ кг / м}^3$; более 4 см^3 — $D_1 = 0,0142 \text{ м}$, $D_2 = 0,0144 \text{ м}$, $\rho = 461,98 \text{ кг / м}^3$.

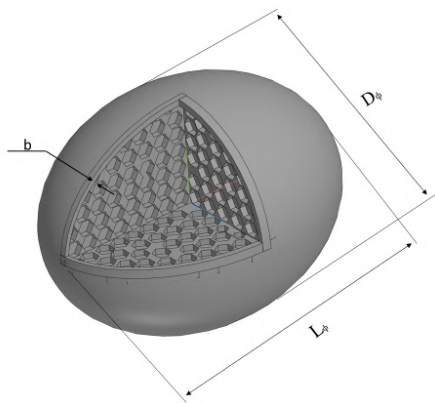


Рисунок 2 — 3D модель макета ягоды клюквы

В качестве способа изготовления макетов ягод предлагается использовать аддитивные технологии (3D-печать). По данному способу модели могут изготавливаться однородными (внутреннее пространство полностью заполнено материалом) и неоднородными, представляющими собой сплошную оболочку, внутреннее пространство которой лишь частично заполнено материалом в виде пространственной структуры (соты, прямоугольник, треугольник, волна). Степень заполнения измеряют в процентах, то есть при заполнении 0 % получают пустотелую модель, а при 100 % — внутреннее пространство полностью заполнено материалом [4, 5].

3D модель макета ягоды клюквы представляет собой эллипсоид с осями L_ϕ, D_ϕ . Конструктивно модель имеет сплошную оболочку толщиной b , пространство внутри которой заполнено сотовой структурой (рисунок 2).

Чтобы масса и плотность макета соответствовали реальной ягоде нужно определить степень заполнения внутреннего пространства при печати макета. Правильная степень заполнения повышает точность модели, гарантируя что она будет вести себя на воде аналогично реальной ягоде клюквы. Заполнение внутренней полости пространственной структурой стабилизирует форму модели и позволяет ей сопротивляться физическим нагрузкам. В совокупности это позволит использовать макеты ягод в ходе лабораторных исследований по обоснованию параметров технических средств для уборки клюквы крупноплодной «мокрым» способом.

Для изготовления макетов мы выбрали пластик полилактид (ПЛА, PLA) — экологичный, биоразлагаемый материал, получаемый из натурального сырья. Плотность полилактида составляет $1230...1250 \text{ кг / м}^3$.

Объем оболочки макета можно рассчитать по формуле:

$$V_{об} = \frac{\pi}{6} [D_\phi^2 \cdot L_\phi - (L_\phi - 2b)(D_\phi - 2b)^2], \quad (1)$$

где D_ϕ — средний диаметр ягод в фракции, м;
 L_ϕ — средняя длина ягоды в фракции, м;
 b — толщина стенки макета, $b = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Масса оболочки макета:

$$m_{об} = V_{об} \cdot \rho_{pla}, \quad (2)$$

где ρ_{pla} — плотность пластика, $\rho_{pla} = 1250 \text{ кг / м}^3$.

Масса внутренней части макета:

$$m_{вн} = m_\phi - m_{об}, \quad (3)$$

где m_ϕ — средняя масса ягод во фракции, кг.

Зная массу внутренней части макета, можно рассчитать требуемый объем пластика для его заполнения:

$$V_{pla-вн} = \frac{m_{вн}}{\rho_{pla}}. \quad (4)$$

Объем внутренней части макета:

$$V_{вн} = \frac{\pi}{6} [(L_\phi - 2b)(D_\phi - 2b)^2]. \quad (5)$$

Степень заполнения внутренней части макета пластиком можно рассчитать по формуле:

$$Z = \frac{V_{pla-вн}}{V_{вн}} \cdot 100\%. \quad (6)$$

Заключение. Предложенный способ изготовления макетов ягод клюквы крупноплодной методом аддитивных технологий (3-D печати) позволит получить прочный, износостойкий и непортящийся материал, точно имитирующий поведение реальных ягод клюквы при их погружении в воду, что упростит и удешевит проведение лабораторных исследований процесса уборки ягод клюквы крупноплодной мокрым способом.

Список цитируемых источников

1. Cranberry production in the pacific northwest. A pacific northwest extension publication. — Washington, Oregon, Idaho, USA, 1984. — 50 p.
2. Мисун, Л. В. Научные и технологические основы производства крупноплодной клюквы / Л. В. Мисун. — Мн.: Бел. изд. товарищество «Хата», 1995. — 135 с.
3. Клюквя крупноплодная в Белоруссии / Е. А. Сидорович [и др.]. — Минск: Мн. Наука и техника, 1987. — 238 с.
4. Рендов, А. К. Повышение эффективности промышленного производства клюквы путем совершенствования средств механизации для ее возделывания // А. К. Рендов // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства: материалы междунар. научн. конф. студентов и магистрантов (Горки, 15—16 марта 2023 г.) / редкол.: В. В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. — Горки: БГСХА, 2023. — С. 94—97.
5. Рендов, А. К. Техническое обеспечение процесса уборки клюквы крупноплодной «мокрым» способом / А. К. Рендов // Научный поиск молодежи XXI века : материа-лам XX Междунар. научн. конф. студентов и магистрантов, Горки, 24 ноября 2022 / редкол.: А. В. Колмыков (гл. ред.) [и др.]. — Горки: БГСХА, 2023. — Ч. 1. — С. 311—314.

УДК 631.559.2:635.51

И. А. Приходько¹, Е. М. Ритвинская²

¹Государственное учреждение образования «Средняя школа № 7 имени А. И. Волошина»,
Барановичи, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Барановичи, Республика Беларусь

ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ ЛИСТОВОГО САЛАТА (*LACTUCA SATIVA* L.)

Введение. Салат посевной (*Lactuca sativa* L.) — однолетнее или двулетнее травянистое растение семейства Астровые (*Asteraceae*), культивируемое как листовая овощ. Растение характеризуется коротким вегетационным периодом и высокой пластичностью, что обуславливает его широкую распространенность в мировом земледелии. Морфология салата варьирует в зависимости от сорта, включая кочанные, полукочанные и листовые формы. Листья богаты витаминами (А, С, К, группы В), минеральными веществами (калий, кальций, магний) и антиоксидантными соединениями. Физиологическое воздействие салата на организм человека включает улучшение пищеварения, снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний и поддержание оптимального уровня гидратации.

Листовой салат — наиболее скороспелая форма салата. Листья раннеспелых сортов можно использовать в пищу уже через 30...40 дней. Семена салата продолговатые, мелкие, масса 1000 семян от 0,8 до 1,2 г. Окраска варьируется от светло-серого до почти черного цвета.

Для получения высокого урожая листового салата важно использовать качественный посевной материал.

Оценка семенного материала включает в себя несколько ключевых показателей, которые помогают определить его пригодность для посева:

1. Масса 1000 семян — этот показатель позволяет судить о размерах и качестве семян. Он может влиять на плотность посева и, соответственно, на урожайность.
2. Чистота — процент семян основной культуры в отобранной для анализа пробе. Чистота семян характеризуется массой семян основной культуры, выраженной в процентах к навеске, взятой для анализа.
3. Влажность — количество воды в семенах, выраженное в процентах к массе семян.
4. Энергия прорастания — этот показатель отражает способность семян быстро и дружно прорасти при благоприятных условиях. Высокая энергия прорастания свидетельствует о том, что семена активны и готовы к прорастанию.
5. Лабораторная всхожесть — это процент семян, которые способны прорасти в контролируемых условиях. Этот показатель позволяет оценить общую жизнеспособность семенного материала и его способность давать всходы.
6. Посевная годность — содержание всхожих и чистых (без отходов) семян в посевном материале (в процентах).

Для оптимизации процесса посева и увеличения урожайности важно учитывать все эти параметры при выборе семенного материала [1, 2].

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали семена пяти раннеспелых сортов листового салата: Бутерброд, Волшебник, Грюнетта, Джентилина, Лолло Бионда. Посевные качества семян устанавливали согласно ГОСТ 32917—2014 [3], постановления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 29.10.2015 № 37 (в редакции Постановлений Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 4 октября 2017 г. № 49; от 20 октября 2021 г. № 64; от 10 мая 2022 г. № 47; от 6 января 2023 г. № 5) [4]. Влажность семян, подготовку к проращиванию и анализ роста и развития определяли по ГОСТ 12038-84 [5].