УДК 620.173+635-13 https://doi.org/10.26160/2542-0127-2026-18-178-182

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ ПЛОДОВ ТОМАТА

Манянин С.А.[1], Несмиянов И.А.[2], Иванов А.Г.[2]
[1]Серафимовичский техникум механизации сельского хозяйства, Серафимович;
[2]Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград

Ключевые слова: плод томата, физико-механические свойства, стенд, прочность плодов, деформация плодов, критические нагрузки.
Аннотация. Знание физико-механических характеристик плодоовощной продукции позволяет прогнозировать тип и величину механических повреждений при уборке и транспортировке. В данной работе описан разработанный авторами статьи многофункциональный стенд для определения прочности плодов томата. Предлагаемый стенд позволяет не только исследовать прочность единичного плода, но и исследовать деформацию и разрушение одновременно нескольких плодов томата, уложенных друг на друга. Представлены некоторые результаты экспериментальных исследований.

TEST RIG FOR INVESTIGATING THE STRENGTH OF TOMATO FRUITS

Manyanin S.A.[1], Nesmiyanov I.A.[2], Ivanov A.G.[2]
[1]Serafimovich Agricultural Mechanization Technical College, Serafimovich;
[2]Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Keywords: tomato fruit, physical-mechanical properties, test rig, fruit strength, fruit deformation, critical loads.
Abstract. Knowledge of the physical and mechanical properties of fruits and vegetables makes it possible to predict the type and extent of mechanical damage that may occur during harvesting and transportation. This paper describes a multifunctional test rig, developed by the authors, for determining the strength of tomato fruits. The proposed setup allows for the investigation of not only the strength of an individual fruit but also the deformation and failure of multiple tomato fruits stacked on top of one another. Some results from the experimental studies are also presented.

При создании новых сортов и гибридов томатов важно определять их лёжкость, которая во многом зависит от твёрдости плодов и способности сопротивляться внешним деформациям. Чем меньше твёрдость плода томата, тем он более восприимчив к тряске при транспортировке, тем меньше должна быть насыпная масса в транспортируемом контейнере. Механическое повреждение сельскохозяйственной продукции является серьезной проблемой в процессе сбора урожая и послеуборочной обработки. Это может привести к огромным экономическим потерям [1]. Как отмечается в работе азербайджанских учёных: «Основой для выбора технологических приемов и способов механизированной уборки томата, а также параметров и режимов рабочих органов томатоуборочных машин является физико-механические свойства этих растений» [2].

Понимание механических реакций и физических свойств растительного сырья может помочь усовершенствовать методы и технологии снижения послеуборочных потерь, особенно при массовой переработке плодов томатов [3, 4].

Особенно важно знать прочностные характеристики плодов столовых сортов томата, так называемых салатных, которые имеют улучшенные вкусовые качества, но как правило не отличаются повышенной прочностью, они обладают более тонкой кожурой, имеют более нежную мякоть и более тонкие стенки перегородок (перикарпа) семенных мешков.

Как правило твердость плодов, а точнее твердость кожуры плода томата оценивают с помощью пенетрометров. Оценить же механическую прочность плода в целом можно только изучением его деформации сдавливанием плода. Важно также оценивать прочность плода в укладке в таре, так как на нижние слои плодов воздействует масса верхних слоев.

Для определения прочности плодоовощной продукции, разработан многофункциональный стенд для исследования прочности плодов томата [5].

Внешний вид многофункционального стенда для исследования прочности плодов томата представлен на рисунке 1.

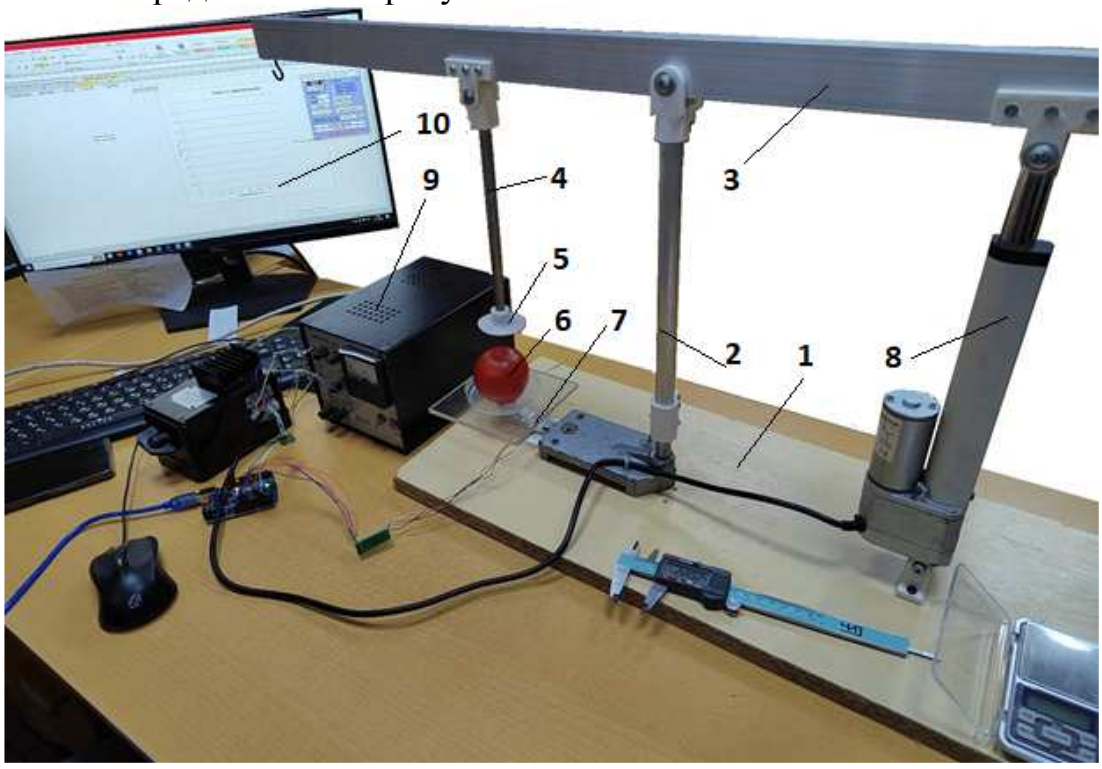


Рис. 1. Внешний вид многофункционального стенда для исследования прочности плодов помидоров

Стенд состоит из основания 1, к основанию жестко крепится стойка 2, на стойке шарнирно установлен рычаг 3, с одной стороны к рычагу крепится штанга 4, на конце штанги установлен деформатор 5, воздействующий на плод томата 6, который в свою очередь размещен на платформе тензобалки 7. С другой стороны, к рычагу 3 крепится электромеханический привод линейного действия 8, питание электродвигателя которого осуществляется от блока питания 9 с регулятором частоты вращения ротора электродвигателя. Результаты измерений деформаций тензобалки 7 регистрируются на компьютере 10. Регистрация параметров велась через микроконтроллер на базе ATmega328P, подключенного через USB к стационарному компьютеру. Визуализация результатов нагружения проводилась в MS Excel.

В результате экспериментальных исследований получены диаграммы разрушения образцов плодов томатов для единичных плодов (рис.2). По оси абсцисс – деформация плода Δ, мм, по оси ординат – нагрузка *P*, кгс.

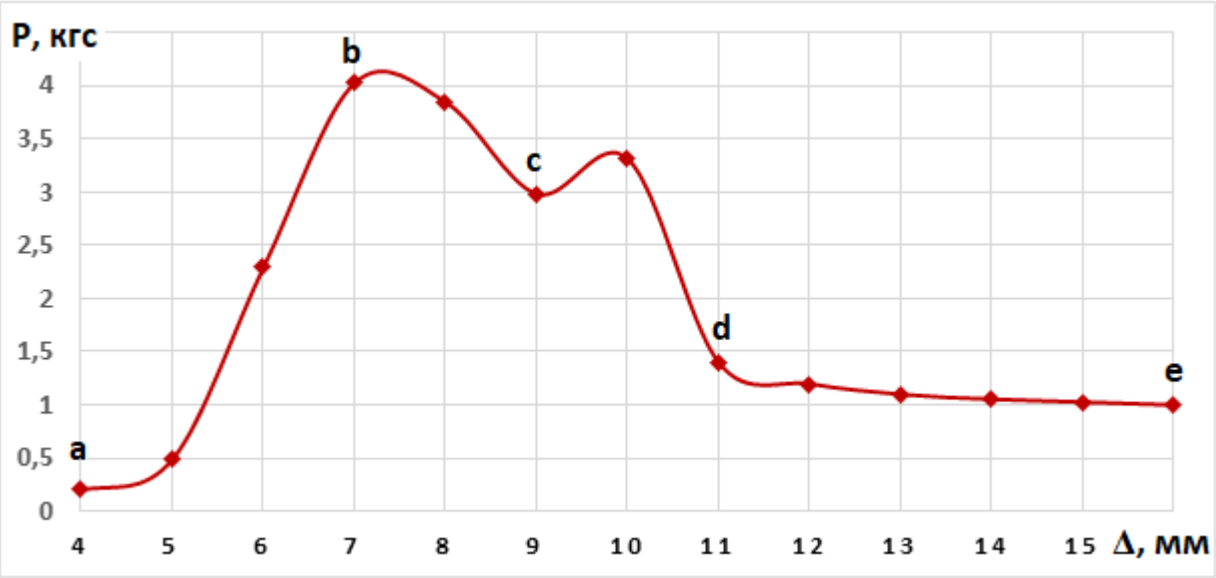


Рис. 2. Диаграмма разрушения одного плода

На участке a-b диаграммы (рис. 2) идет деформация плода, первый пик показывает начало разрушение кожуры плода, затем на участке b-c происходит деформация плода и второй пик показывает разрушение перикарпа (внутренних перегородок семенных камер). На участке d-e происходит окончательное смятие плода.

На рисунке 3 представлены характерные разрушения стенок плода томата.

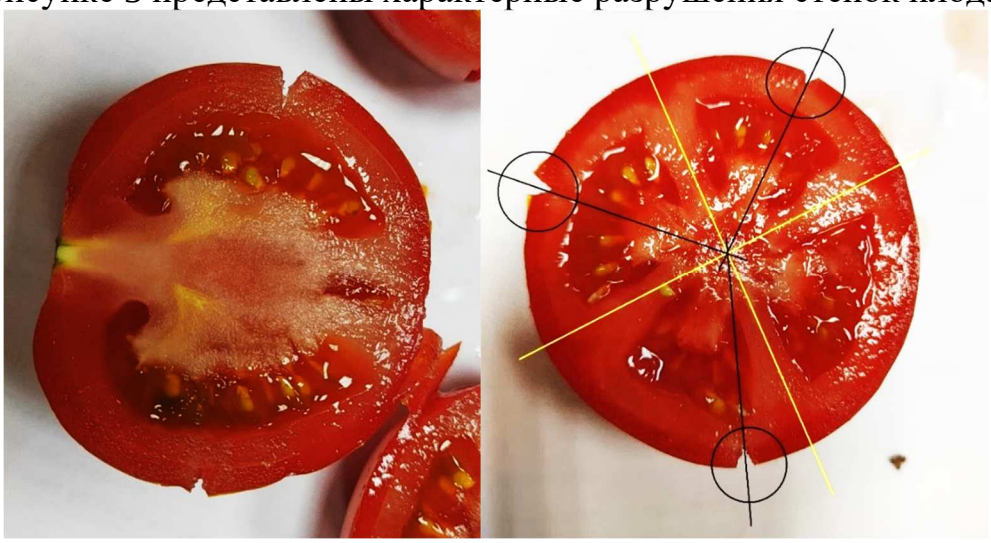


Рис. 3. Характерные разрушения плода

Во втором случае исследования проводили с целью определения влияния соседних плодов томата при статическом воздействии на них. Такие случаи возможны при транспортировке томатов в несколько ярусов и при многорядной укладке в тару. Для этого на стенд устанавливали направляющий стакан (тубу), в который укладывали три плода (рис. 4).

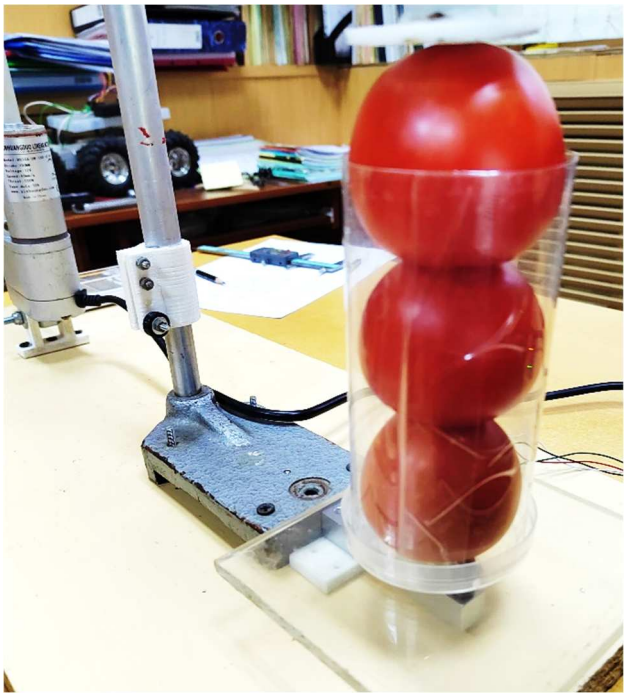


Рис. 4. Укладка в тубу трех плодов для испытания

Диаграмма разрушения одновременно трёх образцов плодов томатов приведена на рисунке 5.

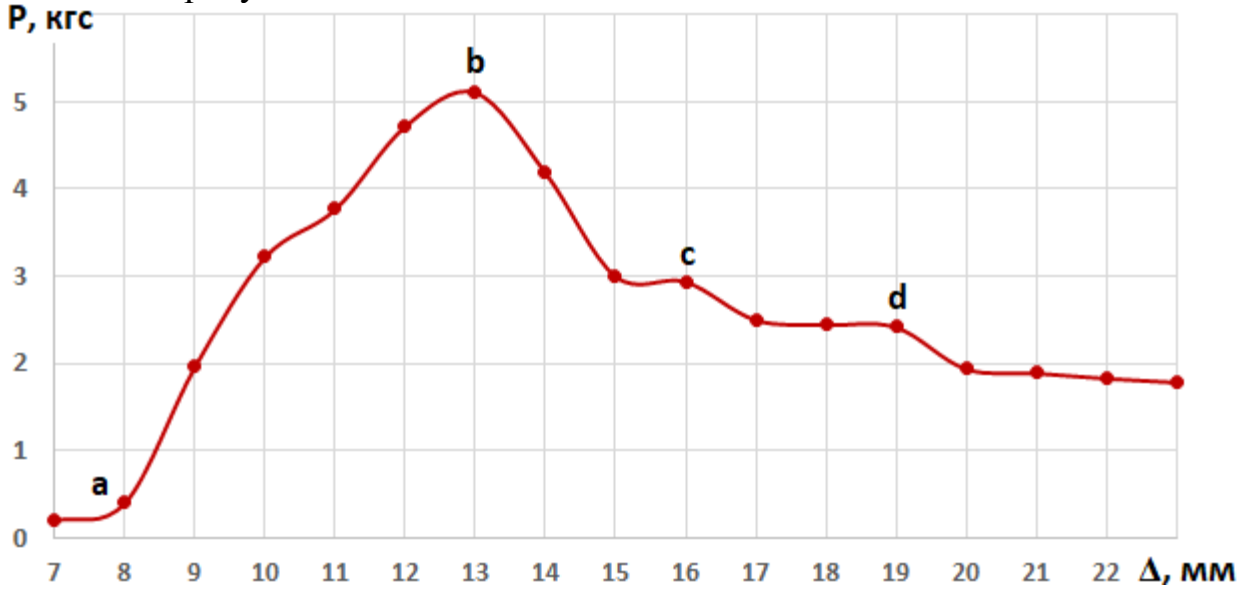


Рис. 5. Диаграмма разрушения нескольких (трех) плодов томатов

Как видно из диаграммы (рис. 5) процесс деформации и разрушения трех плодов проходит несколько иначе. Нагрузка распределяется на все три плода, происходит плавная деформация плодов на участке a-b, давление в пульпе постепенно нарастает, растут напряжения и в конечном итоге происходит разрушение одного из плодов (пик кривой – точка b). После пика происходит резкое падение реакции и видны две ступеньки падения нагрузки (точки c и d), это моменты разрушения перикарпа в плодах.

По результатам исследований получены критические нагрузки, вызывающие начало разрушения тканей плода томата. Для исследуемых спелых плодов минимальное значение разрушающей нагрузки составило 4 кг, максимальное 6 кг. При этом деформация плодов, соответствующая разрушающей нагрузке,

составляла до 20%. Естественно, предельные значения разрушающей нагрузки плодов для различных сортов томата будут разные, они также зависят от спелости томата, от формы плода, количества перегородок перикарпа и расположения плода на испытательном стенде.

Список литературы

1. Eissa A.H.A., Albaloushi N.S., Azam M.M. Vibration analysis influence during crisis transport of the quality of fresh fruit on food security // Agric Eng Int: CIGR Journal. 2013, vol. 15(3), pp. 181-190.
2. Алиев Ч.С., Зейналов Ю.М., Гусейнова Н.Б., Арабзаде А.А. Некоторые физико-механические свойства плодов разных сортов томата выращиваемых в условиях Азербайджана // Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России: Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, Курган, 14 апреля 2022 года. – Курган: Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева, 2022. – С. 3-9.
3. Darlene Ana de Paula Vieira, Márcio Caliari, Eli Regina Barboza de Souza, Manoel Soares Soares Júnior. Physicochemical and mechanical-textural properties of tomatoes for processing // International Journal of Development Research. 2021, vol. 11, iss. 03, pp. 45237-45243.
4. Манянин С.А., Несмиянов И.А. Имитационное моделирование вибрационного воздействия на плоды томата // Фундаментальные основы механики. – 2024. – №14. – С. 68-71.
5. Патент №2822741 C1 РФ. Многофункциональный стенд для исследования прочности плодов помидоров / И.А. Несмиянов, Н.С. Воробьева, А.В. Дяшкин, В.В. Дяшкин-Титов, А.Г. Иванов, С.Д. Фомин, С.А. Манянин. – Заявка №2024104970 от 27.02.2024; опубл. 12.07.2024.

Сведения об авторах:
Манянин Сергей Афанасьевич – директор техникума;
Несмиянов Иван Алексеевич – д.т.н., профессор кафедры механики;
Иванов Алексей Геннадьевич – к.т.н., доцент кафедры механики.