

ОЦЕНКА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ РАССАДЫ КАПУСТЫ ПОСАДОЧНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ РАССАДОПОСАДОЧНЫХ МАШИН

*Фадеев Владимир Леонидович, аспирант третьего года обучения кафедры эксплуатации и ремонта машин, E-mail: fadeevv1990@mail.ru
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет»*

***Аннотация:** В статье проведен анализ конструкции посадочных механизмов рассадопосадочных машин и их влияние на повреждаемость рассады капусты при посадке. Представленный анализ проведен на основе исследования таких факторов как: траектория движения рассады, высвобождение рассады из посадочного механизма и высота свободного падения рассады.*

***Ключевые слова:** повреждаемость рассады, посадочный механизм, свободное падение рассады, траектория.*

Введение. Повреждаемость рассады на стадии высадки в открытый грунт приводит к гибели растения и снижению урожайности. Повреждения рассады капусты можно разделить на три основных типа: биологические, механические и почвенно-климатические. Биологические повреждения связаны с воздействием на рассаду вредителей, болезней. Минимизировать биологические повреждения возможно за счет применения соответствующих препаратов, например фунгициды, инсектициды, и др. Почвенно-климатические повреждения обусловлены гранулометрическим и химическим составом почвы, условиями микроклимата. Снизить такой тип повреждения возможно введением севооборота, внесением макро- и микроэлементов в почву, другими агрономическими приемами. Механические повреждения возникают в результате воздействия на рассаду внешней силы или реакции силы (обрыв, замятие, защемление, излом и т.д.) на основные части рассады: листья, верхушечная почка, стебель, корневая система. Механическая повреждаемость рассады при посадке формируется за счет взаимодействия рассады с руками человека при загрузке рассады в посадочный аппарат (пикировка) и механизмами рассадопосадочной машины, когда происходит перемещение рассады согласно технологического процесса – от посадочного механизма до прикатывающих колес. Оценить повреждаемость рассады человеком при пикировке достаточно сложно ввиду физиологических особенностей человека и отношения человека к процессу. В связи с этим такой фактор в данном исследовании рассматриваться не будет. Одним из основных способов снижения повреждаемости при механизированной высадке является применение автоматизированных посадочных комплексов, а также согласованное взаимодействие посадочных механизмов с другими частями машины: рассадопровод, сошник.

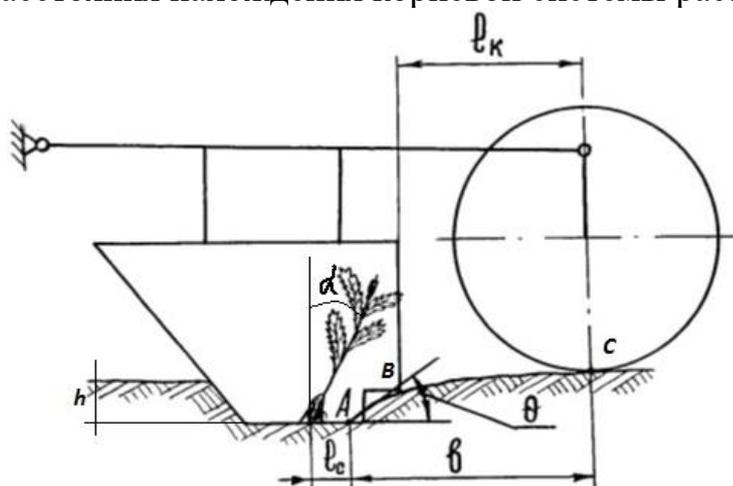
Повреждение рассады посадочными механизмами формируется, прежде всего, за счет перемещения или взаимодействия растения с различными механическими частями рассадопосадочной машины. Перемещения при посадке можно разделить на три этапа: с посадочным аппаратом, вне посадочного аппарата и под воздействием почвы при заделке. Предложенная функционально-морфологическая модель сошника для высадки рассады овощных культур обозначает основные функции и связи, влияющие на повреждаемость рассады[5]. Из представленных в функционально-морфологической модели следует выделить наиболее значимые, влияющие на повреждаемость рассады: перемещение рассады при движении от высаживающего аппарата к сошнику относительно поверхности почвы; высота свободного падения рассады в борозду. Проведенный анализ не учитывает вопроса траектории и скорости движения рассады в зависимости от используемого посадочного механизма

Цель исследования: оценить влияние различных типов посадочных механизмов рассадопосадочных машин на повреждаемость рассады капусты.

Материалы и методы. Ученые Удмуртского ГАУ под руководством Касимова Н.Г. в ходе исследования приводят классификацию посадочных аппаратов[4]. Выделяют основные типы посадочных аппаратов: ротационные (лучевые и дисковые), рычажные (с качающимся и перемещающимся по сложной кривой захватами), конвейерные (ременные, цепные) и револьверный, которые в зависимости от вида и назначения посадочного материала применяются на рассадопосадочных машинах. Оценим влияние траектории движения рассады в посадочном аппарате и скорости рассады относительно почвы на ее повреждаемость в момент перемещения в борозду. В дисковых посадочных аппаратах рассада движется по кривой, характерной для семейства циклоидных [1]. Конкретный вид циклоиды будет зависеть от соотношения рабочей скорости агрегата V_m и произведения угловой скорости ω на радиус R_d диска посадочного аппарата. При $V_m > \omega R_d$ рассада будет двигаться по удлинённой циклоиде и растение будет подаваться в почву с наклоном вперед по ходу движения агрегата, при $V_m < \omega R_d$ рассада движется по укороченной циклоиде и наклонена назад, при $V_m = \omega R_d$ рассада движется по нормальной циклоиде и имеет вертикальное положение. Условие $V_m = \omega R_d$ является основным при выборе скоростного режима посадочного аппарата. Однако, вследствие различной удаленности точек рассады от центра вращения диска, данное условие невыполнимо для всех точек растения одновременно. Следовательно, достичь требуемого условия работы посадочного аппарата на практике практически невозможно. Следовательно, существует высокая вероятность того, что рассада перемещается в борозду с некоторой скоростью относительно почвы. В четырехзвенных (рычажных) посадочных аппаратах рассада движется по циклоиде. Однако, в отличие от дисковых посадочных аппаратов, рассада в данном случае в любой момент времени находится под определенным углом относительно почвы и все ее точки имеют равные скорости. Это позволяет установить такой режим работы посадочного аппарата, при котором все точки рассады имеют нулевую скорость относительно почвы.

В цепочно-конвейерных посадочных аппаратах, рассада движется в начальном промежутке времени по прямой, затем по циклоиде и вновь по прямой. Посадка происходит в момент, когда растение движется по прямой и все ее точки имеют равные скорости. Следовательно, в указанных посадочных аппаратах существует режим работы, позволяющий создать нулевую скорость всех точек рассады относительно почвы. В ленточных посадочных аппаратах рассада движется по закону прямой и все точки имеют скорость ленты. Следовательно, в приведенных посадочных аппаратах также существует режим работы, обеспечивающий нулевую скорость рассады относительно почвы. Нулевая скорость рассады относительно почвы позволяет уменьшить повреждаемость рассады за счет ее вертикальной ориентации в борозде. На втором этапе перемещения рассады вне посадочного аппарата возможны следующие случаи[3].

1. Растение освободилось от захвата и достигло дна бороздки (без свободного падения). Возможны три варианта движения рассады в зависимости от расстояния нахождения корневой системы растения от зоны осыпания почвы:



**Рисунок – Схема перемещения растения после освобождения из захвата
- расстояние**

l_c больше нуля – растение совершает вращение относительно корневой системы на дне бороздки до тех пор, пока не начнет засыпаться почвой. Если указанное расстояние соизмеримо с высотой растения, то почва не успевает зафиксировать растение, и оно падает на дно бороздки и засыпается в ней;

- расстояние l_c равно нулю – растение сразу фиксируется почвой. Этот вариант наиболее оптимален для снижения повреждаемости рассады. Однако вследствие колебания параметров зоны осыпания почвы и режимов работы машины он трудновыполним.

- расстояние l_c меньше нуля (растение подается в зону осыпания почвы) – рассада не заделывается в почве, а выносится на поверхность.

2. Растение освободилось от захвата несвоевременно и дна бороздки достигает за счет свободного падения. В этом случае рассада дезориентирована в пространстве (совершает полет) и, как следствие, происходит удар корневой системы о дно бороздки. При таком виде движения рассада получает дополнительные повреждения, связанные с ударом о дно бороздки. В результате удара повреждаются периферийные корни, происходит осыпание питательного субстрата с торфяно-почвенного кубика, возможны надломы стебля.

Дальнейшее движение рассады будет аналогично движению, рассмотренного выше.

Возникновение подобных случаев связаны с рассогласованностью работы посадочного аппарата с другими механизмами рассадопосадочных машин, а также неправильно выбранной скоростью агрегата.

3. Растение еще не освободилось от захвата, а уже начало засыпаться почвой. Данный вариант является самым неблагоприятным, так как ведет к искривлению растения и большим отклонениям угла посадки от агротехнических требований. Движение рассады на третьем этапе перемещения зависит от характера перемещения частиц почвы при заделке. Этот процесс не является предметом изучения в рамках данного исследования.

Еще один параметр, оказывающий существенное влияние на повреждаемость, высота свободного падения рассады. Основные типы посадочных аппаратов предполагают доставку рассады непосредственно в бороздку, исключая свободное падение, при согласованной работе посадочного аппарата с другими частями машины и верно выбранной скорости агрегата. Исключение составляют посадочные аппараты револьверного и распределительно-высаживающего типа. Револьверный механизм располагается относительно высоко от поверхности почвы (выше уровня сидения сажальщика, на высоте примерно 0,8-1,5 м). Следовательно, рассада, двигаясь по рассадопроводу, теряет часть полезного грунта на корнях почвенно-торфяного кубика и повреждает периферийные корни растения[2]. На сегодняшний день отсутствуют исследования о повреждениях рассады при движении по рассадопроводу от револьверного посадочного аппарата до бороздки, а также об ударе рассады о дно борозды. Для ограничения скорости свободного падения рассады по рассадопроводу многие производители рассадопосадочных машин предусматривают различные дополнительные механизмы (доводочные устройства, заслонки, упоры и т.п.), которые усложняют конструкцию машин.

В работе Константинова В.И. приведен анализ повреждаемости рассады при высадке рассадопосадочной машиной с распределительно-высаживающим типом посадочного аппарата[1]. Указывается, что минимальная повреждаемость рассады достигается при высоте свободного падения $h = 0,09$ м при обоснованной скорости агрегата $V_m = 0,55$ м/с и агротехнической глубине посадки $l = 0,08$ м. Однако не учтены и требуют уточнения следующие основные параметры: влажность почвы, плотность дна борозды, геометрические параметры почвенно-торфяного кубика с рассадой и др.

Результаты и их обсуждение. На механическую повреждаемость рассады влияют следующие основные параметры: скорость рассады относительно почвы в момент ее перемещения в бороздку, высота свободного падения рассады, согласованность работы посадочного аппарата с другими частями машины, обоснованно выбранная скорость агрегата.

Механические повреждения рассады возникают в результате перемещения и взаимодействия рассады с механизмами рассадопосадочной машины. Перемещение рассады в посадочных механизмах может быть представлено совокупностью отрезков, на которых происходит перенос растения к бороздке,

полет растения, удар корневой системы о дно бороздки, вращение относительно корневой системы на дне бороздки.

Заключение. Минимизировать повреждения рассады капусты при ее высадке различными типами посадочных аппаратов возможно при соблюдении следующих условий:

1. посадочный аппарат должен обеспечить нулевую скорость рассады относительно почвы в момент ее перемещения в борозду;
2. растение при выходе из посадочного механизма должно сразу достигать дна борозды и фиксироваться почвой (свободное падение рассады недопустимо);
3. дальнейшие исследования будут направлены на изучение согласованной работы посадочного аппарата с другими частями рассадопосадочной машины и обоснование выбора рабочей скорости агрегата.

Библиографический список

1. Константинов, В.И. Обоснование параметров рабочих органов и режимов функционирования машины для посадки рассады капусты : спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : дис. ... канд. техн. наук / В. И. Константинов. – Ижевск, 2019. 156 с.
2. Патент 2606792 Российская Федерация, МПК А01С 11/02. Рассадопосадочная машина: № 2014149532/14: заявл. 08.12.2014: опубл. 10.01.2017 / Касимов Н.Г., Константинов В.И., Ботин А.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. 5 с.: ил.
3. Посевные и посадочные машины (теория рабочих процессов): учебное пособие для обучающихся по инженерным направлениям подготовки / сост.: Е. В. Денисов [и др.]. Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2018. 65 с.
4. Разработка функционально-морфологической модели машины для посадки рассады капусты / Н.Г. Касимов, В.И. Константинов, Р.Р. Шакиров [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2019. № 8 (99). С. 5-17.
5. Разработка функционально-морфологической модели сошника для высадки рассады овощных культур / В.Л. Фадеев, Н.Г. Касимов, П.В. Дородов [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. №3(35). С. 97 – 108.