

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF CHOSEN MULCHING SUBSTANCES USED IN HORTICULTURAL AND ORCHARDING PRODUCTION

Summary

Entering mulching materials in trunk strips of fruiters is one of the most perspective technologies of a garden care. In the article classification of mulching materials is brought, and the basic physicomachanical properties of sawdust and peat are considered. Influence of chosen mulching substances (sawdust, peat) on the quality of their sowing were analyzed.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МУЛЬЧИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Резюме

Внесение мульчирующих материалов в приствольные полосы плодовых деревьев является одной из наиболее перспективных технологий ухода за садом. В статье приведена классификация мульчирующих материалов и приведены основные физико-механические свойства опилок и торфа. Проанализировано их влияние на качество внесения некоторых мульчирующих материалов.

Мульчирующие материалы (мульча) — слой материала, органического или неорганического происхождения, разложенного на земле около деревьев или в проходах.

Мульчирование — процесс покрытия мульчей свободной поверхности вокруг деревьев.

Мульчирующие материалы, в зависимости от их происхождения, делятся на *органические* и *неорганические*.

К органическим материалам относятся торф, опилки, свежескошенная трава, солома, сено, сидераты, ветви и кора деревьев и т.д. Данные материалы имеют *растительное* происхождение, некоторые из них малоизучены сельскохозяйственной наукой. Опилки, ветви и кора деревьев не рассматривались ранее как *сельскохозяйственные материалы* [1с.8].

Мульчирующие материалы *неорганического* происхождения — чёрные плёнки, рубероид, агроволокно и др. [2].

Органическая мульча сильно различается по физико-механическим и технологическим свойствам, что накладывает определённые ограничения на создание универсальной машины для их внесения.

Физико-механические свойства характеризуют состояние и строение мульчирующих материалов, а *технологические свойства* проявляются при силовом взаимодействии мульчи с рабочими органами машин для их внесения и влияют на протекание процесса.

К физико-механическим свойствам мульчи относятся размерные показатели, плотность, влажность, форма и кривизна, однородность, распределение по крупности. К технологическим — сыпучесть, рассеиваемость, слёживаемость, фрикционные свойства, сводообразование, сопротивление деформациям различных видов. Свойства и особенности всех мульчирующих материалов следует учитывать при проектировании машин для их внесения.

Очевидно, что из совокупности вышеназванных мульчирующих материалов можно выделить группы,

по критериям некоторых физико-механических свойств, таких как форма и размерные показатели, относительная влажность и др.

Например, частицы торфяной крошки и опилок близки по размерным показателям и форме. Длина частиц древесной стружки согласно классификации [3, с.16], зависит от типа и технологических параметров режущего инструмента, в результате которого она образована и не превышает 50мм, размеры частиц торфяной крошки, образованной фрезерованием торфяников составляют до 30мм. Относительная естественно-воздушная влажность данных материалов тоже близка, и не превышает 15% [4]. Аналогично, по тем же признакам можно объединить сено и солому; сидераты и свежескошенную траву (рисунок 1) Данный подход позволяет классифицировать мульчирующие материалы по способу их внесения в приствольные полосы.

Таким образом, опилки и торф представляют группу мульчирующих материалов, вносимых посредством их разбрасывания в приствольные полосы деревьев. Солому и сено распределяют по поверхности специальными пневматическими установками, как и кору деревьев; травы — скашивают и смещают в приствольные полосы специальными косилками для мульчирования садов.

Основные показатели физико-механических и технологических свойств мульчирующих материалов, заимствованные из источников [1], [3, с.16], [4] сведены в таблицу 1.

Из таблицы 1 видно, что древесные опилки и торфяная крошка имеют наименьшие характерные размеры частиц, при этом воздушно-сухая (естественная) влажность данных материалов имеет наименьшие значения из рассмотренных материалов. Это говорит о том, что данные материалы наиболее качественно выполняют функции мульчи в приствольной полосе.



Рис. 1. Классификация мульчирующих материалов и способы их внесения
 Fig. 1. Classification of mulching substances and method of their storage

Таблица 1. Основные показатели физико-механических свойств некоторых мульчирующих материалов
 Tab. 1. Elementary physical and mechanical properties and their size for chosen mulching substances

Материал		Насыпная плотность, кг/м ³	Влажность, %	Характерные размеры, мм
Торфяная крошка		280	12	до 30
Опилки (стружка) древесные	сухие	220-420	8-15	до 50
	влажные	320-580	более 15	
сено	прессованное	290	20-22	50-80*
	непрессованное	110		
солома	прессованная	300	20-22	50-80*
	непрессованная	140		
Трава (клевер) свежескошенная		350	50	до 80

*после измельчения

Коэффициенты (углы) трения опилок и торфа. Для определения коэффициентов трения скольжения опилок использовалась наклонная плоскость, угол наклона которой можно было изменять и измерять. Коэффициент трения скольжения определялся как тангенс угла наклона плоскости к горизонту. На наклонную (деревянную) плоскость укреплялись листы стали и полосы резины. Результаты определённых коэффициентов, для различных фракций частиц опилок представлены на графике (рисунок 2).

Из графика, приведенного на рисунке 2 видно, что с увеличением размерных показателей частиц происходит резкое уменьшение коэффициента трения опилок, которое стабилизируется для крупных частиц, размером более 5мм. Данное явление объясняется тем, что мелкие фракции частиц имеют большую площадь контакта на единицу поверхности, а масса их невелика. Ввиду значительного коэффициента трения, угол схода мелких фракций частиц с роторного метателя, как показывают расчёты, может достигать 200–400° в зависимости от конструктивных параметров ротора и способа подачи материала в метатель.

Среднее значение коэффициентов трения торфа воздушной сушки, согласно [5 с.7] по стали, резине и дереву соответственно $f_{ст}=0,27, f_{рез}=0,30, f_{дер}=0,32$.

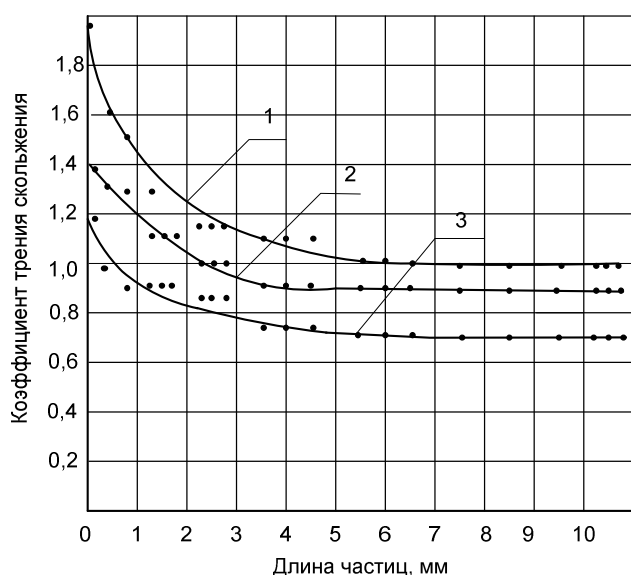


Рис. 2. Зависимость коэффициентов трения скольжения опилок от размерных показателей частиц при влажности материала 8%; 1-по дереву; 2-по резине; 3-по стали

Fig. 2. Dependence of coefficients of kinetic friction on dimension characteristic at moisture 8%; 1-wood, 2- rubber, 3 - steel

Угол естественного откоса опилок и торфа зависит от внутреннего трения, сцепления между частицами, влажности, удельного веса и характеризует степень подвижности частиц.

Среднее значение угла естественного откоса опилок, как показали многократные измерения, составило $\varphi_0=58^\circ$. Значение аналогичного показателя для торфа воздушной сушки $\varphi_0=45^\circ$ [5].

Критическая скорость и коэффициент парусности опилок.

Из анализа видеосъёмки, сделанной при исследованиях адаптеров различных типов, следует, что поведение частиц опилок, выброшенных метательным рабочим органом имеет стохастический характер. Для изучения поведения частиц в целом, необходимо детально рассмотреть поведение в воздушном потоке изолированной частицы.

На дальность полёта частицы влияют: высота, с которой выбрасывается отдельная частица, величина абсолютной скорости и угол схода частицы с метателя. Вышеперечисленные факторы можно условно назвать субъективными, поскольку их можно варьировать в широких пределах путём выбора того или иного метательного рабочего органа и его регулированием. К объективным факторам можно отнести форму частицы, шероховатость её поверхности, которые принято характеризовать коэффициентом парусности [6, с.54]:

$$k_n = \frac{g}{v_s^2}, \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с;
 v_s – критическая скорость (скорость витания) частицы, м/с.

Изучением скоростей витания частиц древесной стружки занимались В. Блесс, И. Гастерштадт, Г. Карг, В. Успенский и др. авторы. Наиболее близкими к экспериментальным данным являются скорости витания, вычисленные по формуле, предложенной С. Святковым и Т.Ивлевым, которую рекомендуется применять при расчётах сыпучих древесных материалов [7,с.50]:

$$v_s = 0,14 \sqrt{\frac{\gamma_m}{(0,02 + \frac{a}{h})\gamma_a}}, \quad (2)$$

где γ_m – плотность древесины, кг/м³;

γ_a – плотность воздуха, кг/м³;

h – толщина частицы, мм;

a – коэффициент, зависящий от формы частиц ($a=1, 1$ для частиц с квадратным или округленным поперечным сечением, $a=0, 9$ – для частиц с прямоугольным сечением).

Подставив (2) в выражение (1), учитывая постоянные величины, получим следующее выражение:

$$k_n = \frac{500,5 \times (0,02 + \frac{a}{h})\gamma_a}{\gamma_m}, \quad (3)$$

Вышеприведенная формула позволяет определить коэффициент парусности частиц, толщиной 0,4мм и более.

Из графика приведенного на рисунке 3 видно, что коэффициент парусности изменяется от 0,13 до 0,8 м⁻¹ в зависимости от толщины отдельных частиц, что может существенно влиять на рассев материала в ленте при внесении опилок метательными рабочими органами.

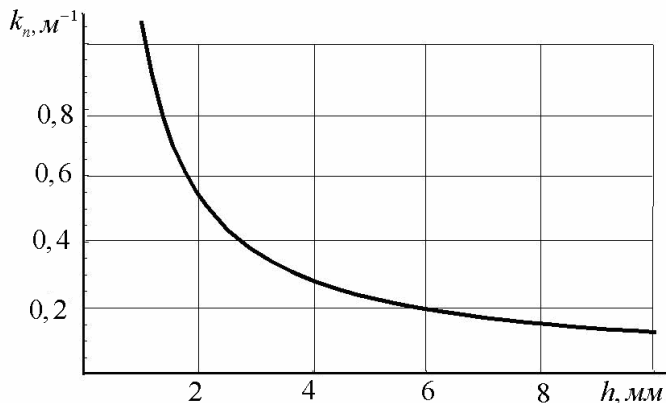


Рис. 3. Теоретическая кривая изменения коэффициента парусности частиц древесной стружки k_n , в зависимости от толщины частиц h , при $\gamma_B=1,2 \text{ кг/м}^3$; $\gamma_M=520 \text{ кг/м}^3$
 Fig. 3. Theoretical curve of change of aerodynamic coefficient of particles wood chips in dependence on their thickness at $\gamma_B = 1,2 \text{ kg/m}^3$ i $\gamma_M = 520 \text{ kg/m}^3$

Зная коэффициент парусности, можно определить теоретическую дальность полёта частиц в воздушной среде. Для настильных траекторий $0 \leq \alpha \leq 15^\circ$, теоретическую дальность полёта частиц древесных опилок можно определить из уравнения траектории

движения частицы, по формуле, полученным Л.Г. Лойцяньским и А.И Лурье [8, с.45]:

$$y = h_q + x \operatorname{tg} \alpha_q - \frac{g}{4k_n^2 V_{u,n}^2} \left(e^{\frac{2k_n x}{\cos \alpha_q}} - 2 \frac{k_n x}{\cos \alpha_q} - 1 \right) \quad (4)$$

Уравнение (4) учитывает основные факторы, влияющие на дальность полета частиц в воздушной среде. Для его анализа, удобно воспользоваться последовательным рассмотрением всех составляющих.

Если выделить для рассмотрения частицы, имеющие близкие коэффициенты парусности и выброшенные метателем под углами $\alpha = -15 \dots 15^\circ$, можно определить ширину формируемой ленты, в зависимости от высоты, с которой выбрасываются частицы рисунок 4а. Влияние коэффициента парусности на рассев отдельных частиц изображен на рисунке 4б.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать следующие выводы:

- 1) большинство мульчирующих материалов существенно различаются по характерным размерам, что затрудняет разработку универсальной машины для их внесения;
- 2) торф и древесные опилки принадлежат одной группе сыпучих мульчирующих материалов и могут использоваться для формирования ленты требуемых геометрических параметров в приствольной полосе путем их внесения метательными рабочими органами.

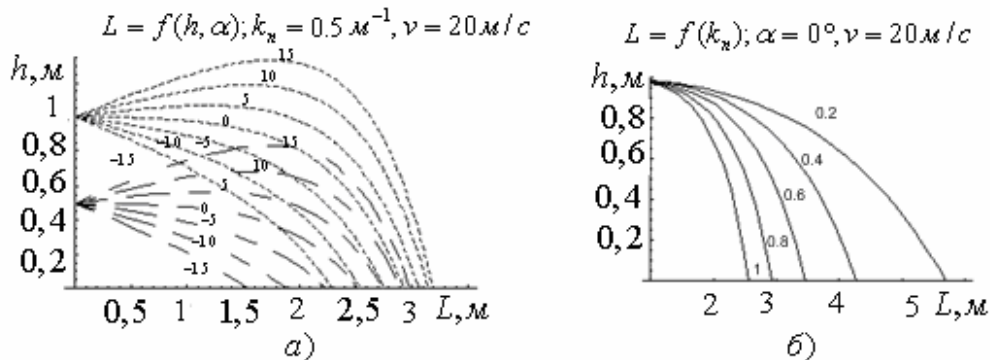


Рис. 4. Траектории движения частиц древесной стружки в воздушной среде
 Fig. 4. Trajectory of movement of the particle (wood chips) in the air

Библиография

- [1] Ковалёв Н. Г., Хайлис Г. А., Ковалёв М.М. Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства). - М.:ИК "Родик", журнал "аграрная наука", 1998. - 208 с, ил. 113-(Учебники и учебн. пособия для высш. учеб. заведений).
- [2] С.Карпук "Про мульчу" Газета "Живая земля" №001 11.07.2005г Славутич, Киевская обл.
- [3] Купчинов Б.И., Немогай Н.В., Мельников С.Ф. Технология конструкционных материалов и изделий на основе измельчённых отходов древесины
- [4] Приложение 9. «Методических рекомендаций по оценке объемов образования отходов производства и потребления», Москва, 2003. (ГУ НИЦПУРО)
- [5] Г.В Корнеев Транспортёры и элеваторы сельскохозяйственного назначения. Машгиз, М.:1961
- [6] Догановский М.Г. Козловский Е.В. Машины для внесения удобрений. М., «Машиностроение», 1972,
- [7] Пневматический транспорт деревообрабатывающих предприятий. Козориз Г.Ф. М., из-во «Машиностроение», 1968. 122 стр.
- [8] С.И. Назаров, И.В.Румянцев О дальности полета частиц удобрений в сопротивляющейся среде. Труды ЦНИИМСХ, т.7, Мн.:1969.