

## **ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАССАДЫ ТАБАКА**

Попов Г.В., – кандидат технических наук  
*Всероссийский НИИ табака, махорки и табачных изделий*

В статье рассматриваются свойства рассады табака позволяющие производить ее выборку из почвогрунта терблением и дальнейшую высадку. Представлены уравнения и зависимости физико-механических свойств, существенно влияющие на качество рассматриваемых процессов.

Механизация выборки из парников и посадки рассады табака потребовала знаний ее некоторых физико-механических свойств. Из-за неравномерности созревания рассады табака ее выбирают поэтапно, в несколько приемов. Если при ручной выборке пригодность рассады к посадке определяют визуально в основном по качественным признакам, то для механизированной выборки необходим один, ясно выраженный количественный признак, по которому рабочие органы могли бы отличать годную к посадке рассаду от негодной.

По существующим агроправилам годной к посадке считается рассада, у которой длина от корневой шейки до концов вытянутых листьев 12— 14 см, от корневой шейки до точки роста 6—7 см и 5—6 развитых листьев [1].

Наиболее ясно количественно выражены первые два признака, которые и были изучены, как наиболее подходящие для разделения рассады по пригодности к посадке. Обозначим их соответственно через  $X$  и  $Y$  [2].

Исследования проводили на рассаде табака сорта Трапезонд и Юбилейный. Было установлено, что между признаками  $X$  и  $Y$  существует тесная положительная корреляционная связь, которая выражается уравнениями линейной регрессии:

$$X = 1,43y + 2,62, \quad (1)$$

$$Y = 0,431x + 1,05$$

где  $X$  и  $Y$  — средние значения признаков;

$x$  и  $y$  — частные значения признаков.

В связи с этим для разделения рассады можно воспользоваться одним из признаков, так как в среднем при выдерживании определенной величины одного выдерживается соответствующая величина другого.

Чтобы определить оптимальный признак, по которому можно проводить механизированную выборку растений, рассмотрим кривые их распределения (см. рисунок 1, а).

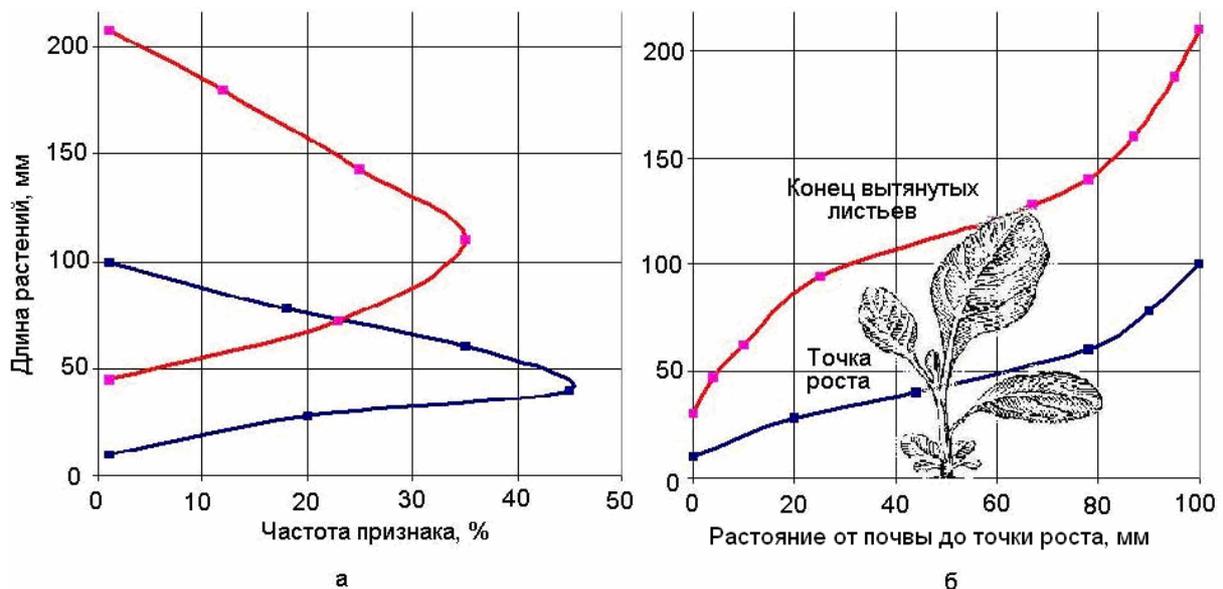


Рисунок 1—Кривые распределения рассады табака по признакам  $X$  и  $Y$ :

а— плотность распределения; б— функция распределения

Из интегральных кривых (см. рисунок 1, б) видно, что если ориентироваться на признак  $Y$ , т. е. захватывать растения на высоте 60—70 мм от почвы, то в зону тербления попадет 90 % рассады, из них с длиной стебля более 60 мм — 22 % и растений с длиной от корневой шейки до конца вытянутых листьев меньше 120 мм — 57 %. Если ориентироваться на признак  $X$ , т. е. захватывать растения на высоте 120—140 мм, то в зону тербления попадет только 10% рассады, у которой  $Y$  меньше 60—70 мм. Таким образом, во втором случае агротребования выполняются почти

полностью, поэтому выбирать рассаду табака по пригодности к посадке можно только по признаку  $X$ .

Выборка рассады тереблением за верхние листья возможна, если прочность надземной части растения превышает силу связи его с почвой. Для выяснения этой зависимости сравним усилия теребления рассады из почвы с прочностью листьев и стебля на разрыв [3]. В таблице представлены результаты исследований механических свойств рассады табака сорта Юбилейный и Трапезонд в период массового созревания, из которых видно, что прочность стебля значительно превышает прочность листьев и силу связи растения с почвой.

Таблица 1— Свойства рассады табака сортов Юбилейный и Трапезонд

Сорт табака	Дата проведения опыта	Усилие разрыва, $H$		Относительная влажность почвы	Усилие теребления рассады из почвы, $H$
		одного развитого листа	стебля		
Юбилейный	13.05.2004г.	0,069	0,130	32,6	0,075
				42,6	0,068
				46,0	0,054
	15.05.2005г.	0,066	0,122	35,0	0,056
				40,7	0,044
				48,1	0,038
	20.05.2006г.	0,068	0,125	31,9	0,074
				38,4	0,047
				47,5	0,037
Трапезонд	13.05.2004г.	0,060	0,114	32,6	0,073
				42,6	0,067
				46,0	0,049
	15.05.2005г.	0,063	0,116	35,0	0,054
				40,7	0,040
				48,1	0,035
	20.05.2006г.	0,061	0,120	31,9	0,073
				38,4	0,045
				47,5	0,032

Она достаточно постоянна и для обоих сортов колеблется от 0,060 до 0,069  $H$ . Усилие же сопротивления тереблению сильно колеблется в зависимости от влажности почвы и может быть как больше, так и меньше

прочности листьев на разрыв (см. рисунок 2). Связь между силой тербления и относительной влажностью почвогрунта характеризуется положительной корреляционной связью, которая выражается уравнением линейной регрессии, коэффициент детерминации 0,94:

$$Y = -0,003x + 0,164, \quad (2)$$

где  $y$  — сила тербления рассады табака, Н;

$x$ —относительная влажность почвогрунта при выборке рассады, %.

Допустимая величина влажности почвогрунта не должна быть ниже 34,7—36,5 % от ПВ. Следовательно, перед выборкой влажность почвы необходимо доводить до значений, при которых усилие сопротивления терблению растений меньше прочности листьев на разрыв. Из данных таблицы видно, что это условие выполняется при относительной влажности почвы 42—46% от ПВ.

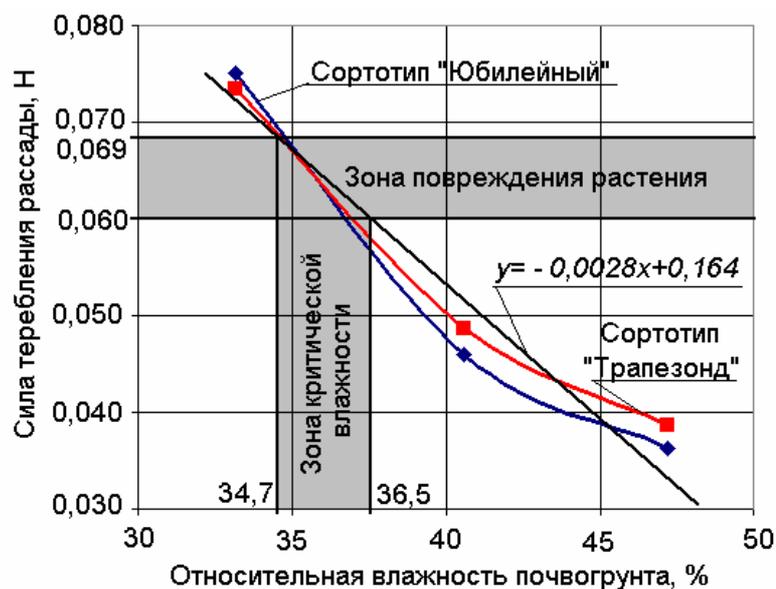


Рисунок 2 — Зависимость величины силы тербления рассады табака от относительной влажности почвогрунта

Таким образом, механические свойства рассады позволяют производить выборку терблением за верхние листья. Для разделения рассады по пригодности к посадке следует учитывать длину растения от

корневой шейки до конца вытянутых листьев. В связи с этим процесс выборки должен осуществляться в два этапа: вытягивание верхних листьев рассады вверх и переборка рассады из почвы.

В процессе посадки рассадопосадочная машина взаимодействует с почвой. Связующим элементом между ними является растение. От расположения растения в момент посадки и его биологических свойств во многом зависит качество его высадки. Например, при посадке растений с твердым стеблем, скольжение приводных колес чаще приводит к наклону растений в сторону скольжения. Растение с мягким стеблем изгибается по направлению скольжения, корень растения высаживается в почву с искривлением, а наземная часть располагается вертикально.

Шаг посадки и положение растений относительно поверхности поля изменяется с возрастанием скорости движения машины и при неизменном положении рабочих органов. При автоматизации процесса посадки скорость подачи рассады автоматическими устройствами может быть увеличена в 2 раза по сравнению с ручной подачей. Поэтому, с увеличением скорости посадки взаимное расположение рабочих органов необходимо изменять с учетом конкретных условий, т. е. предусмотреть несколько точек крепления рабочих органов.

Длина растений, высаживаемых машиной, может варьироваться. Поэтому для высаживания рассады различной длины необходимо, чтобы расстояние между концом захвата и поверхностью почвы регулировалось. Следует помнить, что, высаживая одной и той же машиной длинную и короткую рассаду, захват должен всегда удерживать рассаду в центре ее тяжести. В противном случае при вращении захвата рассада будет отклоняться от плоскости движения, а искривленная рассада будет задевать за стенки сошника и раму машины и обламываться, или изменять свое положение в захвате. В этом случае изменяется шаг и качество посадки.

Задача определения координаты центра масс рассады табака решается методом расщечения, при координатной привязки за начало отсчета принимается корневая часть растения.

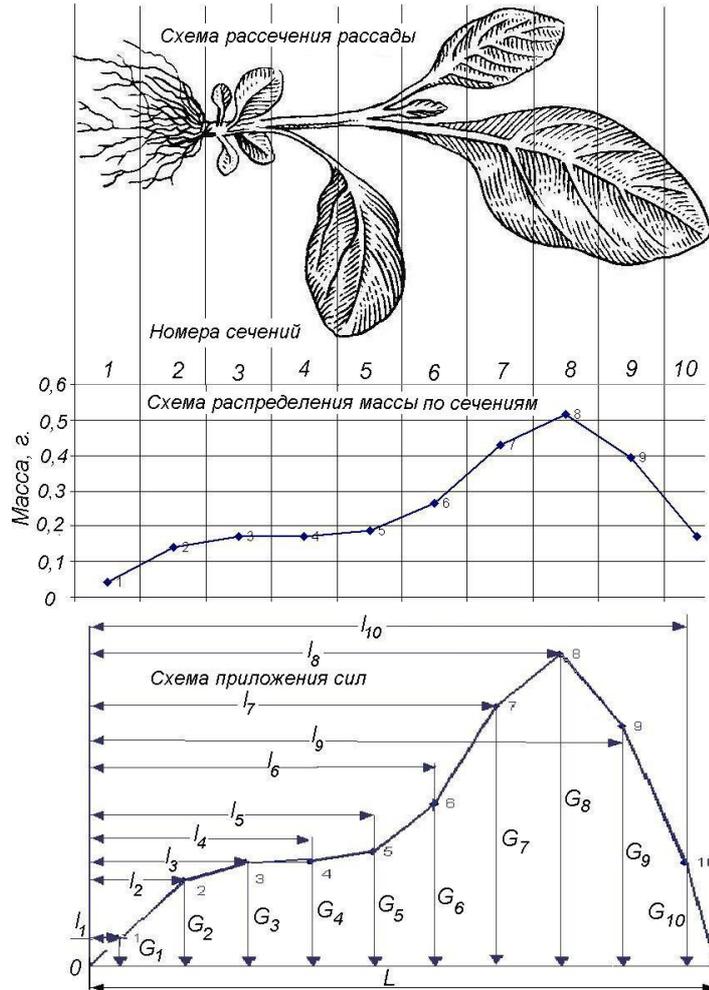


Рисунок 3 — Схема определения координаты центра масс рассады табака

Как видно из приведенной схемы (см. рисунок 3) Мы имеем частный случай определения центра тяжести.

$$x_c = \frac{l \sum_{n=1}^{i=1} \left( \frac{1}{2} (n-1) m_n \right)}{M}, \quad (3)$$

где,  $x_c$  — координата центра масс рассады табака, мм;

$l$  — длина рассады, мм;

$M$  — масса рассады, гр;

$n$ — число сечений;

$m_n$ — масса сечения, гр.

Выражение (3) приведено в общем виде, и является уравнением для расчета координаты центра масс табачного растения рассадного периода. Отношение положения центра масс рассады к ее общей длине составляет в среднем  $0,61 \pm 0,02$ , с колебаниями от 0,59 до 0,63, что соответствует принципу золотого сечения *Леонардо да Винчи* [4; 5].

При выборке рассады терблением и высадке ее в грунт, происходит захват рабочими поверхностями облиственной части рассады, вызывая ее повреждение. Можно выявить участки характерные для деформации растительного материала (см. рисунок 4):

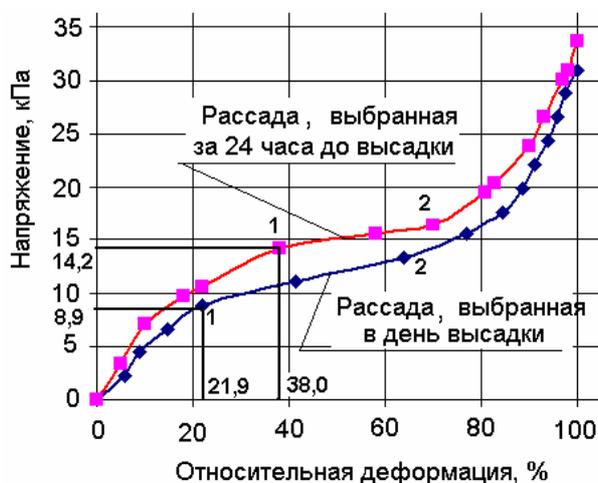


Рисунок 4 — Эмпирические зависимости между напряжением и относительной деформацией

1—упругая деформация (участок от 0 до 1), исчезающая после снятия нагрузки; в этой фазе происходит сжатие опорного остова, состоящего из склеренхимных (механических) тканей; зависимость усилий и деформации выражается почти прямой линией; на сжатие работает главным образом остов стебля; 2— пластическая деформация (участок от 1 до 2), остающийся после удаления нагрузки; 3— прессование материала (участок от 2); замедление возрастания деформации при больших нагрузках; происходит сжатие тканей с выходом остатков влаги и воздуха,

и уплотнением клеток. Поэтому напряжение деформации ткани растения не должны превышать критической величины участка упругой деформации.

Критическая величина участка упругой деформации рассады, выбранной в день высадки — напряжение 8,9 кПа при относительной деформации 21,9 %, и рассады, выбранной за 24 часа до высадки — 14,2 кПа и 38,0% соответственно (рисунок 4). Разница по величине критических значений объясняется уменьшением значения тургора, вследствие потери влаги [3; 6; 7].

Коэффициент корреляции участков упругой деформации, в обоих случаях, близок к единице, что свидетельствует о сильной существенной корреляционной связи. Т. е. в обоих случаях участки упругой деформации можно принять за прямолинейные с уравнениями теоретической линейной регрессии  $Y = 0,05x + 0,02$  и  $Y = 0,03x + 0,15$ . Полученные зависимости позволяют определить возможные напряжения при заданной деформации.

Статический коэффициент трения рассады табака по различным конструкционным материалам рабочих поверхностей составляет 0,885—0,984. Обработка данных проводилась методами математической статистики, а разность между средними значениями выходных параметров оценивались по критерию НСР [8].

### **Выводы:**

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. В процессе теребления рассады из почвогрунта, захват растения табака рассадного периода вегетации должен осуществляться на высоте 120—140 мм от почвы. При этом влажность почвогрунта должна находиться в пределе от 36,5% до 47%, что, в свою очередь обеспечивает усилие теребления 0,030—0,060 *H*. При данных условиях, выборка рассады тереблением осуществляется технически зрелой рассады, без ее механического повреждения.

2. При высадке рассады табака в поле необходимо, чтобы захват ее осуществлялся выше центра масс растения, отношение положения центра масс рассады к ее общей длине составляет в среднем  $0,61 \pm 0,02$ , что соответствует принципу золотого сечения *Леонардо да Винчи*.

3. При фиксации рассады захватами, деформация рассады должна соответствовать участку упругой деформации, для рассады выбранной в день высадки должна находиться в пределе от 0 до 21,9%, а для рассады выбранной за 24 часа до высадки от 0 до 38,0%, при этом величина напряжения составит 8,9 кПа и 14,2 кПа соответственно.

4. Кроме условий силового воздействия материала рабочей поверхности захвата на растение необходима надежная фиксация рассады, поэтому коэффициент трения между рассадой и материалом должен принимать максимальное значение 0,885—0,984.

Использованные источники:

1. ОСТ 10-113-88. Рассада табака, технические условия. – М.: Госагропром СССР, 1988. – 8с.
2. Демченко, В.И. Физико-механические свойства рассады табака/ В.И. Демченко// Табак. — 1971 — №4. — С. 13—14.
3. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений./ — М.: Машиностроение, 1970. – 112 с.
4. Попов, Г. В. Методика определения координаты центра тяжести табачного растения рассадного периода / Г. В. Попов, Е. И. Винецкий // Производство пищевых продуктов в соответствии с требованиями концепции здорового питания и другие вопросы: матер. Всерос. науч.-практ. конференции. — Волгоград, 2004. — С. 349—351.
5. Политехнический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1980. — 1450с.
6. Кравченко, В.С. Упругопластические свойства кукурузного стебля/ В.С. Кравченко, Е.В. Труфляк// Техника в сельском хозяйстве.-2004 - №4. – С.23—26.
7. Anazodo, U.G.N. Corn physical and mechanical properties as related to combine cylinder performance/ U.G.N. Anazodo, G.L. Wall, E.R. Norris// Canadian agricultural engineering. – 1981. — №23. – P. 23—30. (англ.).
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. — 450с.