

УДК 633.3 : 631.675.6

ПОТРЕБНОСТЬ ВО ВЛАГЕ РАСТЕНИЙ СТЕВИИ *STEVIA REBAUDIANA BERTONI* ВО ВРЕМЯ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗВИТИЯ

*Инга КУЗНЕЦОВА**Национальная академия аграрных наук Украины*

Abstract. The paper presents research results on the water absorption capacity of stevia plants. It was established that, before the first flowering phase, the plants absorb about 2790-2850 ml of moisture. The half of moisture is absorbed by the plants in the first 14 days after seedling planting on ground. At this stage, the thickness of the leaf apparatus increases by 50% of the total thickness. The influence of planting density (45x18 cm; 45x16 cm; 45x12 cm) on biometric indices and water absorption capacity of plants was studied. Closer spacing (45x12 cm) causes the reduction of plant height to 42 cm and leaf surface area to 4,5 cm². In addition, the concentrated spacing also causes the increase of the transpiration rates and transpiration coefficient. Therewith, the intensity of moisture evaporation from the surface of leaf apparatus remains unchanged at different planting densities. Increasing planting density from 45x18 cm to 45x12 cm reduces water absorption capacity of plants by 37-40%.

Key words: Stevia; Watering; Planting density; Water absorption.

Реферат. В работе представлены результаты исследований по способности поглощения влаги растениями стевии. Установлено, что до фазы I цветения растения поглощают 2790-2850 мл влаги. Половину влаги растения поглощают в первые 14 дней после посадки рассады в грунт. В данное время увеличивается толщина листового аппарата на 50% от общей толщины. Исследовано влияние густоты посадки (45x18 см; 45x16 см; 45x12 см) на биометрические показатели растений и способность поглощения влаги. Увеличение концентрации посадки по схеме 45x12 см приводит к снижению высоты растений до 42 см и площади листовой поверхности до 4,5 см². Кроме того, концентрированная посадка растений способствует увеличению интенсивности транспирации влаги по растениям и коэффициенту транспирации. При этом интенсивность испарения влаги с поверхности листового аппарата остаётся неизменной при разной густоте посадки. Увеличение густоты посадки с 45x18 см до 45x12 см снижает способность водопоглощения влаги растениями на 37-40%.

Ключевые слова: Стевия; Полив; Густота посадки; Водопоглощение.

ВВЕДЕНИЕ

Содержание влаги в листьях характеризует эколого-физиологические особенности растений и устанавливает механизмы их адаптации к окружающей среде. Проникая во все органы растения, вода создает непрерывную фазу, обеспечивая связь между органами и движение питательных веществ в растениях (Опарин, А.И. 1976). Водный баланс растения определяется соотношением между поглощением влаги корневой системой и выпариванием из поверхности слоеного аппарата воды. F.J. Veihmeyer и A.H. Hendrickson (1955) установили, что «даже при содержании влаги в почве близкого к значению, которое обеспечит подвяливание растения, необходимо потратить для исключения 1 грамма влаги из почвы 0,4 кал. В то же время для выпаривания 1 грамма влаги из поверхности листового аппарата необходимо потратить 590 кал. Следовательно, корневая система растений пронизывает почву не равномерно, образуя разреженную систему». При этом устьица листьев открываются независимо от уровня сухости почвы и для южных растений даже до время их подвяливания (Пенман, Х.Л. 1968).

При выращивании сельскохозяйственных культур большое значение имеет эффективность использования воды растениями, показателем которой служит транспирационный коэффициент. Определение продуктивного использования воды растением используется в дальнейшем при разработке рациональных агротехнических приемов.

Целью работы было изучить потребность во влаге растений стевии во время вегетативного развития.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования были проведены на опытных участках расположенных в Винницкой области (с. Марьяновка) и Киевской области (Государственное предприятие «Агрофирма «Веселиновка»») на общей площади 0,3 и 0,25 га, соответственно.

Определение биометрических показателей проводили согласно общепринятым методикам: Б.А. Доспехов (1979) и Н.В. Роик и др. (2014). Лабораторно-полевым методом анализа было определено влияние водопоглощения на биометрические показатели стевии: высота и ширина куста, общая масса наземной части (в расчётах использовано количество сухих веществ в общей литевой массе), плотность зеленых листьев.

Общее количество поглощённой влаги растением при вегетативном росте определяли с использованием «потометра». Площадь листовой поверхности определяли методом Н.К. Полякова по эллипсной модели листовой пластинки (Николенко, В.В., Котов, С.Ф. 2010; Потапов, В.А. и др. 1998; Gibson, J.P. et al. 2006; Schulze, E.D. et al. 2005) с переводным коэффициентом 0,65 (Дзюба, О.О. 1999). Транспирационный коэффициент рассчитывали по отношению сухих веществ растений, выращенных на опытных участках при разной густоте посадки к общему количеству влаги, расходуемой растением при вегетативном росте. Интенсивность транспирации (I_t , г/м² × час) рассчитывали по формуле:

$$I_t = \frac{10000 \times C}{S \times t}$$

где: С - убыль в весе основного листка после срезания наземной части стевии и её высушивания, г;

S - площадь листа, см²;

t - продолжительность опыта, час.

Интенсивность испарения (I_E , г/м² × час) рассчитывали по такой же формуле как интенсивность транспирации, только С рассчитывали как разницу между массой листка при срезе вегетативной части и массой листка рассады стевии. Величину относительной транспирации (Т) рассчитывали как отношение интенсивности транспирации к интенсивности испарения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Растение рассады стевии имеет высоту от 6 до 15 см (рис. 1) наземной части и реагирует на количество влаги, поступающей в процессе вегетативного развития: при обильном поливе сверху появляются бурые пятна на краях листового аппарата, что приводит к быстрой гибели растения.

(фото И.В. Кузнецовой)

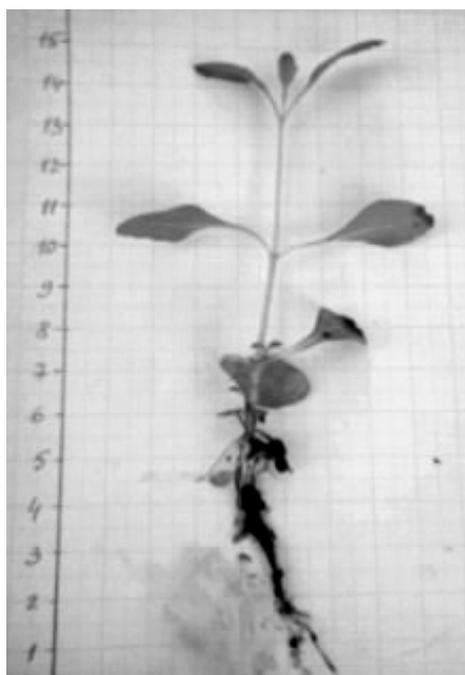


Рисунок 1. Растение рассады стевии перед посадкой в открытую почву

Растение с 4-8 парными листками наиболее уязвимо к внешним факторам и высокая интенсивность поступления влаги приводит к ее гибели. В данный период растения нуждаются в значительном увлажнении для обеспечения процесса фотосинтеза. Следовательно, внесение влаги в почву должно осуществляться в зону прикорневого питания, которое обеспечит поступление необходимого количества воды для роста растения.

Посадка рассады в почву является наиболее ответственным периодом при выращивании стевии. В этот период обычно рассада находится под действием высоких температур, которые в данном случае являются составляющей стрессовых действий на формирование биологически активного потенциала растения. В растительных тканях растет концентрация свободных ингибиторов роста, и в первую очередь абсцизовой кислоты. В тоже время происходят реакции образования этилена и формирования белков теплового шока. Согласно одной из схем стрессовых действий на растение исследователями Р.К. Салаяевым и В.И. Кефели отмечено, что в процессе адаптации к стрессу сладкие вещества проявляют способность стрессовых

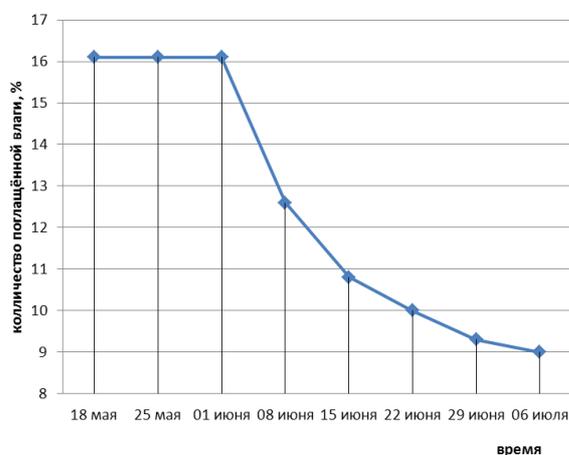


Рисунок 2. Потребление влаги во время роста растения стевии

потребляет в течение III декады мая после посадки в грунт. В начале I декады июня расходы потребления влаги растения снижаются на 12,6% и в I декаде июля её расходы составляют 9% от общего количества употребленной влаги. Следовательно, во время выращивания стевии для обеспечения нормального развития, растение поглощает 2790-2850 мл влаги. Увеличение части воды при поливе в I декаде июня приводит к развитию гипоксии и нарушению транспорта веществ в корневую систему. При избыточном количестве влаги, которая поступает на поверхность почвы во время полива, происходит частичное затопление корневой системы. В данной зоне корневой системы накапливается этилен и аминокислота, которая транспортируется по ксилеме и преобразуется в листках в этилен и индуцирует образование абсцизовой кислоты (Пенман, Х.Л. 1968). При этом нарушается газообмен, ингибируется фотосинтез, и сладкие вещества почти не образуются. После определения скорости поглощения воды растением в определенных условиях срезают надземную часть растения. Погодные условия июля способствуют росту растений с оставшегося стебля наземной части. В данный период поглощение воды корневой системой будет продолжаться, но с меньшей скоростью.

На опытных участках маточника (рис. 3а) отмечено, что при недостаточном обеспечении влагой маточник имеет хорошо сформированные, но разреженно расположенные кусты. Более слабые растения при недостаточном поступлении влаги, которые при посадке имели не больше 4-пар листков, погибли.



а



б

Рисунок 3. Маточник стевии (Винницкая обл.):

а – опытный участок, б – куст. (фото И.В. Кузнецовой)

протекторов, а полиамины и этилен – адаптогенов. В результате снижается интенсивность физиологических процессов, ингибируются процессы роста и фотосинтеза (Пенман, Х. Л. 1968).

Учитывая чувствительность растений во время адаптации в открытой почве, устанавливали оптимальное количество поглощенной влаги растением во время выращивания до I фазы цветения. Полив рассады проводят утром или вечером, с расходами воды 400-450 мл на одно растение. Характеристика данного процесса описана зависимостью количества потребления влаги в период вегетативного развития (рис. 2).

Основную часть влаги (48,3%) растение

С одной стороны высокая температура воздуха способствует прохождению процесса фотосинтеза и ускоряет процесс физиологической спелости (хорошо сформированы кусты, I фаза цветения), однако не достаточное количество влаги приводит к пожелтению значительного количества листков на отдельных кустах (рис. 3б). тщательный досмотр за маточником и обеспечение постоянного равномерного полива при выращивании (рис. 4) способствует получению хорошо сформированных кустов.



Рисунок 4. Маточник стевии на опытном участке Государственного предприятия «Агрофирма «Веселиновка»» (Киевская обл.)
(фото И.В. Кузнецовой)

От содержания влаги зависят концентрация клеточного сока и водный потенциал отдельных органов растения. Листок – это основной ассимилирующий орган растения, в котором образуются органические вещества - структурно-энергетический материал для всего растительного организма (Николенко, В.В., Котов, С.Ф. 2010). Молекулы воды имеют больший дипольный момент на единицу поверхности, чем молекулы других веществ, что увеличивает уровень её абсорбции полярными веществами (Опарин, А.И. 1967). Взаимодействие молекул

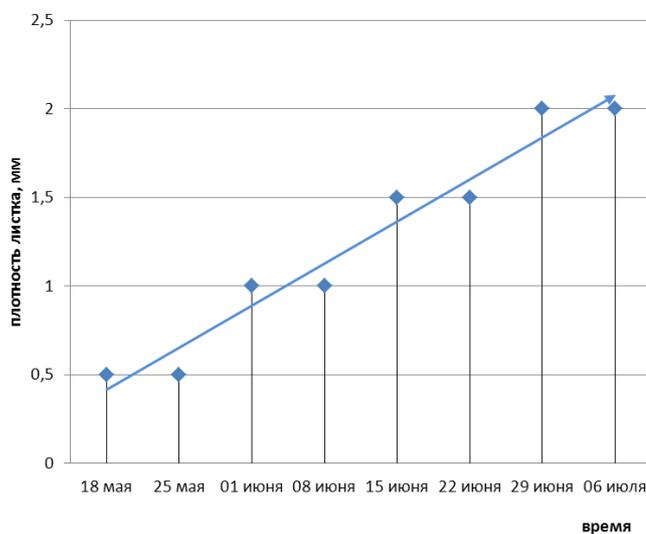


Рисунок 5. Водопоглощение листовым аппаратом

воды в системе биологически ценных веществ листового аппарата обеспечивает определённые свойства растению, одним из которых является формирование (в процессе выращивания) и поддержка (в процессе хранения) «тургора» листового аппарата. Исследовано влияние водопоглощения растения на тургор листового аппарата (рис. 5).

В процессе роста при поглощении 50% от общей нормы влаги плотность листового аппарата увеличивается до 1 мм, что составляет половину от общей толщины. В дальнейшем, не смотря на уменьшение поступающего количества влаги, плотность листьев увеличивается, образуя крепкий тургор листового аппарата.

В общем, после посадки рассады в открытую почву толщина листового аппарата возрастает в

4 раза. Регулирование технологического режима выращивания путем установления водного и подпитывающего баланса способствует образованию сладких веществ и улучшает развитие структуры куста.

В полевых условиях проводили исследования по влиянию густоты посадки растений на биометрические показатели при водопоглощении 2790-2850 мл. В полевых условиях была определена зависимость водопоглощающей способности растений от густоты посадки в подзонах достаточного (Винницкая обл.) и недостаточного (Киевская обл.) увлажнения (табл. 1).

Таблица 1. Биологическая характеристика стевии

Схема посадки см	год	Высота растения, см	Масса листка, г		ПЛП ср., см ³	Коэффициент транспирации	Интенсивность транспирации (I _т), г/ м ² ×час	Интенсивность испарения (I _е), г/ м ² ×час	Относительная транспирация (Т)
			сырой	сухой					
Винницкая область									
45x18	2011	57±0,35	0,120	0,042	8,02	650	0,92	5,34	0,17
	2012	57±0,36	0,117	0,047	8,27	660	0,80	5,34	0,15
	2013	55±0,37	0,119	0,039	8,18	630	0,93	5,70	0,16
	2014	54±0,36	0,121	0,041	8,19	610	0,77	5,72	0,14
	2015	51±0,37	0,125	0,037	7,55	600	1,11	6,10	0,18
45x16	2011	53±0,4	0,118	0,037	6,68	820	1,14	5,70	0,20
	2012	56±0,33	0,116	0,040	6,81	820	1,05	5,50	0,19
	2013	55±0,36	0,122	0,038	6,79	820	1,17	5,89	0,20
	2014	49±0,36	0,117	0,035	4,88	790	1,59	5,70	0,28
	2015	48±0,33	0,116	0,033	6,75	830	1,16	5,69	0,21
45x12	2011	53±0,34	0,121	0,035	5,13	900	1,58	5,89	0,27
	2012	54±0,37	0,125	0,037	5,09	870	1,63	6,12	0,27
	2013	52±0,32	0,119	0,036	4,93	870	1,59	5,77	0,28
	2014	53±0,34	0,115	0,036	6,81	880	1,09	5,55	0,20
	2015	42,5±0,35	0,118	0,028	4,62	890	1,78	5,81	0,31
Киевская область									
45x18	2011	53±0,355	0,123	0,041	7,92	620	0,98	5,96	0,16
	2012	55±0,35	0,126	0,039	8,24	640	1,00	6,10	0,16
	2013	53±0,36	0,121	0,038	8,11	620	0,97	5,87	0,17
	2014	53±0,36	0,124	0,039	8,10	650	0,99	5,95	0,17
	2015	52±0,36	0,120	0,036	7,57	630	1,05	5,83	0,18
45x16	2011	51±0,39	0,125	0,035	6,54	790	1,08	5,83	0,19
	2012	54±0,33	0,122	0,036	6,75	830	1,21	5,95	0,20
	2013	53±0,35	0,126	0,032	6,69	800	1,33	6,29	0,22
	2014	51±0,33	0,124	0,032	6,73	820	1,29	6,18	0,21
	2015	48±0,35	0,122	0,035	6,51	790	1,26	6,00	0,21
45x12	2011	49±0,34	0,119	0,031	5,08	820	1,64	5,95	0,28
	2012	52±0,33	0,121	0,031	5,01	890	1,70	6,10	0,28
	2013	48±0,34	0,117	0,026	4,85	850	1,77	5,95	0,30
	2014	45±0,34	0,123	0,029	4,7	830	1,89	6,21	0,31
	2015	45,5±0,35	0,120	0,028	4,45	850	1,95	6,10	0,32

Как было отмечено, с увеличением густоты посадки снижаются биометрические показатели растений по высоте до 42 см и площади листовой поверхности (ПЛП), при редкой посадке – 7,5-8,3 см³, уплотнённой - 4,45-5,15 см³. Необходимо также отметить, что при более концентрированной посадке растений увеличивается коэффициент и интенсивность транспирации влаги в растениях. Если при схеме посадки 45x18 коэффициент транспирации (K_т) составляет 600-650 и I_т=0,92-1,14 г/(м²Ччас), то при 45x16 – K_т=790-830 и 900 и I_т=1,0-1,33 г/(м²Ччас), 45x12 – K_т=830-900 и I_т=1,58-1,98 г/(м²Ччас). При этом интенсивность испарения с поверхности листового аппарата при всех схемах посадки почти не изменяется и составляет I_е = 5,3-6,2 г/ м²Ччас. При более концентрированной посадке растений способность поглощения влаги растениями снижается на 37-40%.

ВЫВОДЫ

Определенно, что вода является основой в формировании технологических показателей растений стевии, особенно при посадке рассады в грунт. При этом наибольшее количество влаги (48,3%) растения поглощают в III декаде мая. Установлено, что во время вегетативного развития

растения поглощают 2790-2850 мл влаги, при этом толщина слоеного аппарата увеличивается в 4 раза. Сформированный водный баланс позволяет получить маточник с хорошо развитой структурой куста, ветвистой формы и крепким тургором листового аппарата. Отмечено, что на интенсивность водопоглощения растений влияет густота посадки – с увеличением концентрации растений снижается их высота до 42 см и ПЛП до 4,4 см³. Показано, что с увеличением концентрации растений на опытном участке увеличивается интенсивность транспирации влаги в растениях, однако интенсивность испарения влаги с поверхности листового аппарата остается неизменной при всех вариантах посадки. В ходе эксперимента было доказано, что с увеличением густоты посадки снижается способность водопоглощения влаги растениями на 37-40%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДЗЮБА, О.О. (1999). Стевия - *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsley, интродукция, морфология, биология, возделывание: Автореферат. Санкт-Петербург. 15 с.
2. ДОСПЕХОВ, Б. А. (1979). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Колос. 416 с.
3. НИКОЛЕНКО, В.В., КОТОВ, С.Ф. (2010). Метод определения площади листовой поверхности декоративных сортов земляники. В: Экосистемы, их оптимизация и охрана, вып. 2, с. 99–105.
4. ОПАРИН, А.И., ред. (1967). Физиология сельскохозяйственных растений. Том 1: Физиология растительной клетки. Фотосинтез. Дыхание. Москва: Изд-во Московского ун-та. 496 с.
5. ПЕНМАН, Х. Л. (1968). Растения и влага [пер. с англ.]. Ленинград: Гидрометеиздат. 162 с.
6. ПОТАПОВ, В.А., БОБРОВИЧ, Л.В., ПОЛЯНСКИЙ, Н.А., АНДРЕЕВА, Н.В. (1998). Периметр и площадь листа. В: Сб. докладов междунар. науч.-методической конф., 25-26 марта, Мичуринск, с. 28–31.
7. РОЇК, М.В. та ін. (2014). Методики проведення досліджень у буряківництві. К.: ФОП Корзун Д.Ю. 374 с.
8. GIBSON, J.P., GIBSON, T.R. (2006). Plant ecology. New York: Chelsea House Publishers. 189 p.
9. SCHULZE, E.D., BECK, E., MULLER-HOHENSTEIN, K. (2005). Plant ecology. Berlin: Springer. 702 p. ISBN 3-540-20833-X.

Data prezentării articolului: 14.12.2016

Data acceptării articolului: 16.01.2017