

Научная статья

УДК: 635.925

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ ОБРАЗЦАМИ ЦВЕТОЧНОЙ РАССАДЫ, ВЫРАЩЕННОЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВЕННЫХ СУБСТРАТОВ

Сергей Сергеевич Ведехин¹, Виталий Александрович Новиков²,
Елена Николаевна Тихонова³

^{1, 2, 3} Воронежский государственный лесотехнический университет
им. Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия

¹ vedehin_ss@mail.ru

² kaban_89@mail.ru

³ tikhonova-9@mail.ru

Аннотация. В статье описывается исследование по определению наличия статистической значимости различий между образцами цветочной рассады бегонии вечноцветущей зеленолистной (*Begonia semperflorens*), выращенной на различных типах почвенных субстратов.

Ключевые слова: бегония, сеянцы, почвенный, субстрат, рассада, дисперсионный, ANOVA, анализ

Благодарности: работа выполнена на производственных мощностях предприятия АО «Зеленстрой» в городе-курорте Анапа.

Original article

DETERMINATION OF THE STATISTICAL SIGNIFICANCE OF DIFFERENCES BETWEEN SAMPLES OF FLOWER SEEDLINGS GROWN ON DIFFERENT TYPES OF SOIL SUBSTRATES

Sergey S. Vedekhin¹, Vitaly A. Novikov², Elena N. Tikhonova³

^{1, 2, 3} Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov,
Voronezh, Russia

¹ vedehin_ss@mail.ru

² kaban_89@mail.ru

³ tikhonova-9@mail.ru

Abstract. The article describes a study to determine the presence of statistical significance of differences between samples of flower seedlings of Begonia ever-flowering greenleaf (*Begonia semperflorens*) grown on various types of soil substrates.

Keywords: begonia, seedlings, soil, substrate, seedlings, dispersion, ANOVA, analysis

Acknowledgments: the work was carried out at the production facilities of the joint-stock company “Zelenstroy” in the resort city of Anapa.

Цель исследования – провести анализ наличия статистической значимости различий роста между образцами цветочной рассады, выращенной на различных типах почвенных субстратов.

В ходе анализа динамики развития сеянцев рассады бегонии вечноцветущей зеленолистной Бада Бинг СКАРЛЕТ (*Begonia semperflorens Bada Bing Scarlet*) в образце № 1 было получено после пикировки 203 растения, в образце № 2 – 235 растений, в образце № 3 – 207 растений, в образце № 4 – 181 растение [1]. У каждого растения измерили рост [2].

Анализ наличия статистической значимости различий между образцами цветочной рассады проводился с помощью алгоритма ANOVA (анализ дисперсии). Это статистический метод, используемый для сравнения средних значений двух или нескольких групп. Для выполнения расчетов использовался пакет анализа для *Microsoft Excel*. В пакете анализа необходимый для расчетов инструмент находится в разделе «Однофакторный дисперсионный анализ».

В начале исследования мы определяем две гипотезы. Гипотеза H_0 – состав почвенной смеси не оказывает влияния на рост цветочной рассады. Гипотеза A – состав почвенной смеси оказывает влияние на рост цветочной рассады.

После указания диапазона входных параметров (в нашем случае это таблица, содержащая данные о росте каждого растения, разделенные по образцам почвенных субстратов) и указания выходного интервала, получаем расчет (рис. 1).

Однофакторный дисперсионный анализ						
ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
Земля	203	14550	71,67487685	130,7650588		
Земля + вермикулит	235	17155	73	112,9316239		
Торф	207	12145	58,67149758	124,9303973		
Торф + вермикулит	181	9709	53,64088398	197,6314303		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	55708,3628	3	18569,45427	133,7197545	1,49818E-70	2,615734473
Внутри групп	114149,8612	822	138,8684442			
Итого	169858,224	825				

Рис. 1. Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Судя по результатам анализа, в нашем случае критическая точка равна 2,62 (f критическое). Так как значение F (133,72) больше значения f крити-

ческое, гипотезу H_0 мы отвергаем (рис. 2). Расчеты мы производили с вероятностью ошибки в 5 %, следовательно, гипотеза A принимается с вероятностью 95 %. Степень влияния состава почвенной смеси R_2 рассчитывается по формуле

$$R_2 = \frac{SS(\text{между}_- \text{группами})}{SS(\text{итого})} = \frac{55708,36}{169858,22} = 32,80\% . \quad (1)$$

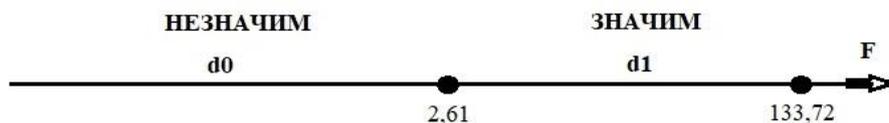


Рис. 2. Схематическое изображение результатов однофакторного дисперсионного анализа:
d0 – область незначимости, d1 – область значимости

Отсюда следует, что доля неучтенных в расчете факторов составляет 67,20 %. Неучтенными в расчете факторами могут служить: влияние освещенности теплицы, температурный режим, режим полива рассады и другие.

Так как гипотеза H_0 нами отвергается, необходимо провести пост-хок анализ. Мы выбрали для этого алгоритм Тьюки [3]. Этот алгоритм сравнивает все образцы между собой и вычисляет интервалы доверия для разности средних значений. В результате пост-хок анализа мы узнаем о наличии или отсутствии статистически значимых различий между всеми образцами цветочной рассады, выращенной с использованием различных почвенных смесей (табл. 1).

Таблица 1

Результаты пост-хок анализа (алгоритм Тьюки)

Пары почвенных смесей	$ cp.x - cp.y $	MS (внутри групп)	$\sqrt{\frac{MSR}{n}}$	$\frac{ cp.x - cp.y }{\sqrt{\frac{MSR}{n}}}$	Критическая точка	Наличие отличий
Земля / Земля + вермикулит	1,33	138,87	0,77	1,72	3,3	Нет отличий
Земля / Торф	13,00			16,92		Есть отличия
Земля / Торф + вермикулит	18,03			23,46		Есть отличия
Земля + вермикулит / Торф	14,33			18,64		Есть отличия
Земля + вермикулит / Торф + вермикулит	19,36			25,18		Есть отличия
Торф / Торф + вермикулит	5,03			6,54		Есть отличия

Далее для анализа нам необходимо найти значения точек степеней свободы. Значение первой точки степеней свободы (l) рассчитывается по формуле

$$l = \text{кол} - \text{во} _ \text{уровней} _ \text{фактора} - 1 = 4 - 1 = 3. \quad (2)$$

Значение второй точки степеней свободы (v) рассчитывается по формуле

$$v = \text{количество уровней фактора} \cdot (\text{количество наблюдений} - 1) = 4 \cdot 234 = 936. \quad (3)$$

Подставляя значение точек степеней свободы в таблицу для определения значения критической точки, получаем значение 3,3 (рис. 2).

Число степеней свободы для ошибки v		Стандартные значения коэффициента Q (при уровне вероятности P = 0,95 для определения критерия Тьюки D = Qm)																		
		Число вариантов опыта l																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		18,0	26,7	32,8	37,2	40,5	43,1	45,4	47,3	49,1	50,6	51,9	53,2	54,3	55,4	56,3	57,2	58,0	58,8	59,9
2		6,1	8,3	9,8	10,9	11,7	12,4	13,0	13,5	14,0	14,4	14,8	15,1	15,4	15,6	15,9	16,1	16,4	16,6	16,8
3		4,5	5,9	6,8	7,5	8,0	8,5	8,9	9,2	9,5	9,7	9,9	10,2	10,4	10,5	10,7	10,8	11,0	11,1	11,2
4		3,9	5,0	5,8	6,3	6,7	7,1	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,5	8,7	8,8	8,9	9,0	9,1	9,2
5		3,6	4,5	5,2	5,6	6,0	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,4	7,5	7,6	7,8	7,9	8,0	8,0	8,1
6		3,5	4,3	4,9	5,3	5,6	5,9	6,1	6,3	6,5	6,6	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6
7		3,3	4,2	4,7	5,1	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,3	6,4	6,5	6,7	6,8	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2
8		3,3	4,0	4,5	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,0	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,6	6,7	6,8	6,9
9		3,2	4,0	4,4	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,7	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,4	6,5	6,6	6,6
10		3,2	3,9	4,3	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5
11		3,1	3,8	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,1	6,2	6,3	6,3
12		3,1	3,8	4,2	4,5	4,8	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1	6,2	6,2
13		3,1	3,7	4,2	4,5	4,7	4,9	5,0	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9	6,0	6,1	6,1
14		3,0	3,7	4,1	4,4	4,6	4,8	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9	6,0	6,0
15		3,0	3,7	4,1	4,4	4,6	4,8	4,9	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,0
16		3,0	3,6	4,0	4,3	4,6	4,7	4,9	5,0	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	5,9
17		3,0	3,6	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8
18		3,0	3,6	4,0	4,3	4,5	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7	5,8
19		3,0	3,6	4,0	4,3	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8
20		3,0	3,6	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7
24		2,9	3,5	3,9	4,2	4,4	4,5	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6
30		2,9	3,5	3,8	4,1	4,3	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,3	5,4	5,4	5,5
40		2,9	3,4	3,8	4,0	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,3	5,4
60		2,8	3,4	3,7	4,0	4,2	4,3	4,4	4,6	4,6	4,7	4,8	4,9	4,9	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	5,3
120		2,8	3,4	3,7	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,1
∞		2,8	3,3	3,6	3,9	4,0	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	5,0	5,0

Рис. 3. Таблица для определения степеней свободы

Далее устанавливаем наличие статистически значимых отличий между значениями роста цветочной рассады, выращенной в разных образцах почвенных смесей. Если наблюдаемое значение критерия Тьюки, рассчитанное по формуле (4), будет больше значения критической точки, то наблюдается наличие статистически значимых различий:

$$\text{Критерий Тьюки} = \frac{|\text{ср.}x - \text{ср.}y|}{\sqrt{\frac{MSR}{n}}}. \quad (4)$$

В результате анализа мы установили, что наличие статистически значимой разницы между ростом цветочной рассады наблюдается на всех парах образцов кроме пары «земля и земля + вермикулит».

Данное исследование не берет во внимание другие важные факторы, такие как освещенность, температурный режим при выращивании, качество полива рассады, которые имеют долю влияния 67,20 %, судя по результатам однофакторного дисперсионного анализа. Но исследуемые образцы рассады выращивались вместе в абсолютно идентичных условиях. Внимание акцентируется только на составе почвенной смеси. В ходе исследования получены данные, которые позволяют исключить в процессе дальнейших исследований сравнение между парой «земля и земля + вермикулит» в контексте влияния состава выбранных нами почвенных смесей на рост рассады виолы и обратить внимание на другие факторы, влияющие на рост рассады.

Данное исследование проводится в настоящее время на рассаде бегонии, петунии, тагетеса, катарантуса и виолы. Проводимое исследование имеет большой потенциал для дальнейших изучений с целью определения оптимального состава почвенной смеси для выращивания цветочной рассады в тепличных комплексах предприятий, специализирующихся на выращивании и реализации цветочной рассады.

Список источников

1. Лучшая научно-исследовательская работа 2023 : сборник статей IV Международного научно-исследовательского конкурса / Под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2023. С. 14–19.

2. Результаты замеров роста рассады бегонии вечноцветущей зеленолистной [Электронный ресурс]. URL: https://www.zelenstroyanapa.com/zamer_begonia_rost (дата обращения: 02.10.2023).

3. Post Hoc анализ: Процесс и типы тестов [Электронный ресурс]. URL: <https://mindthegraph.com/blog/ru/post-hoc-тест> (дата обращения: 02.10.2023).