

ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ
РОСТА РАССАДЫ КАТАРАНТУСА РОЗОВОГО «РОУЗ» (CATHARANTUS ROSEUS
«ROSE»)

Ведёхин Сергей Сергеевич

специалист АО «Зеленстрой» г. Анапа, РФ

E-mail: vedehin.ss@yandex.ru

Попова Анна Александровна

д. с.-х. наук, профессор кафедры лесной генетики, биотехнологии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

E-mail: logachevaaaa@rambler.ru

SINGLE-FACTOR ANALYSIS OF VARIANCE OF THE RESULTS OF MEASURING
THE GROWTH OF SEEDLINGS OF CATHARANTHUS ROSEUS (CATHARANTHUS
ROSEUS "ROSE")

Vedyokhin Sergey Sergeevich

Specialist of JSC "Zelenstroy" Anapa, Russia

E-mail: vedehin.ss@yandex.ru

Popova Anna Alexandrovna

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Forest Genetics, Biotechnology and Plant Physiology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

E-mail: logachevaaaa@rambler.ru

Аннотация. Статья описывает применение однофакторного дисперсионного анализа для оценки влияния состава почвенной смеси на рост цветочной рассады катарантуса розового «Rose» (*Catharantus roseus* «Rose»). Данные о росте рассады собирались через определенные интервалы времени в течении всего периода вегетации. Перед проведением анализа была дана оценка однородности дисперсии и нормальности распределения. В конце исследования был проведен пост-хок анализ для определения различий между группами рассады.

Данное исследование вносит вклад в нахождение оптимальных условий для роста растений и имеет практическое значение для сельского, лесного и городского хозяйства. Особенно в условиях изменения климата и при работе в условиях агрессивной городской среды.

Abstract. The article describes the use of single-factor analysis of variance to assess the effect of the composition of the soil mixture on the growth of flower seedlings of *Catharantus roseus* (*Catharantus roseus* "Rose"). Data on the growth of seedlings were collected at regular intervals throughout the growing season. Before the analysis, the uniformity of the variance and the normality of the distribution were evaluated. Post-hoc analysis was performed to determine the differences between the seedling groups. This research contributes to finding optimal conditions for plant growth and is of practical importance for agriculture, forestry and urban management. Especially in the face of climate change and when working in an aggressive urban environment.

Ключевые слова: катарантус, почвенный субстрат, рассада, ANOVA, анализ, климат.

Keywords: Catharantus, soil substrate, seedlings, ANOVA, analysis, climate.

Цель исследования. Понимание того, как растения реагируют на состав почвенной смеси крайне важно в условиях изменения климата или при выращивании растений в агрессивной городской среде.

Во время исследования динамики роста и развития однолетних культур на различных почвенных субстратах, визуально было выявлено, что наиболее жизнеспособная рассада катарантуса была выращена на торфяном питательном субстрате и его смеси с вермикулитом. Эта смесь оказала наиболее положительное влияние на рост, развитие и цветение рассады. Улучшенные вермикулитом физические свойства почвенного субстрата наряду с наличием в торфяном питательном субстрате органических удобрений и микро, и макроэлементов оказали положительное влияние на растения, стимулируя рост и обильное цветение. Но, для объективности интерпретации результатов исследования необходимо выявить наличие статистически значимых различий между полученными образцами цветочной рассады.

Материал и методы исследования

Анализ полученного массива данных о росте рассады, для выявления статистически значимых отличий между образцами, проводился с использованием алгоритма ANOVA [1]. Вычисления проводились с использованием функционала пакета анализа для программы Microsoft Excel 2019 [2].

Определяем гипотезы. Гипотеза H_0 – почвенная смесь не оказывает влияния на рост рассады. Гипотеза A – почвенная смесь оказывает влияние на рост рассады.

Результаты приведены на рис. 1.

Однофакторный дисперсионный анализ

ИТОГИ					
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия	
Столбец 1	74	9104	123,027027	361,7800815	
Столбец 2	100	14227	142,27	422,0172727	
Столбец 3	165	31457	190,6484848	251,4366593	
Столбец 4	172	33903	197,1104651	245,8415273	

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	430449,5137	3	143483,1712	480,28	0,00	2,62
Внутри групп	151464,1692	507	298,7458959			
Итого	581913,683	510				

Рисунок 1. Результаты вычислений

Критическая точка равна 2,62 (f-крит.). Найденная точка F (480,28) больше значение f-крит., следовательно, гипотеза H_0 отвергается (рис. 2).

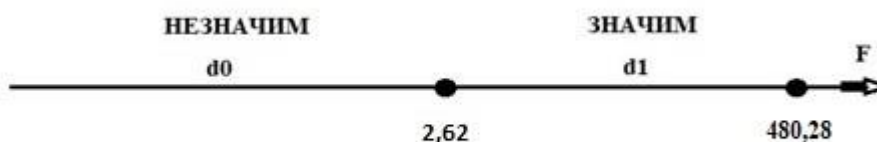


Рисунок 2. Визуализация результата вычислений

Доля влияния состава почвенной смеси на рост рассады R_2 находится по формуле (1).

$$R_2 = \frac{SS(\text{между группами})}{SS(\text{итого})} = \frac{430449,51}{581913,68} = 74\% \quad (1)$$

Так как гипотеза H_0 отвергается, необходимо проведение пост-хок анализа. Используем для его проведения алгоритм Тьюки [3]. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты пост-хок анализа

Образцы	$ cp.x - cp.y $	MS (вн.групп)	$\sqrt{\frac{MSR}{n}}$	$\frac{ cp.x - cp.y }{\sqrt{\frac{MSR}{n}}}$	Крит. точка	Отличия да/нет
почва / почва + верм.	19,24	298,75	1,32	14,60	3,30	Да
почва / торф	67,62			51,30		Да
почва / торф + верм.	74,08			56,21		Да
почва + верм. / торф	48,38			36,71		Да
почва + верм. / торф + верм.	54,84			41,61		Да
торф / торф + верм.	6,46			4,90		Да

Рассчитываем значения точек степеней свободы. Значение первой (1) рассчитывается по формуле (2).

$$l = \text{кол} - \text{во_уровней_фактора} - 1 = 4 - 1 = 3 \quad (2)$$

Значение второй (v) рассчитывается по формуле (3).

$$v = \text{кол-во уровней фактора} * (\text{кол-во наблюдений} - 1) = 4 * 171 = 684 \quad (3)$$

Коэффициент Q вычисляется путем подстановки значений точек степеней свободы в таблицу (рис. 3). Исходя из полученных нами данных, $Q=3,30$.

При значении критерия Тьюки (формула (4)) больше f-крит. наблюдается наличие статистически значимых различий.

$$Крит_Тьюки = \frac{|cp.x - cp.y|}{\sqrt{\frac{MSR}{n}}} \quad (4)$$

Стандартные значения коэффициента Q (при уровне вероятности $P = 0,95$ для определения критерия Тьюки $D = Qm$)																				
Число степеней свободы для ошибки v	Число вариантов опыта I																			
	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	5,7	5,8	5,9	5,9	6,0	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	5,7	5,8	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	5,5	5,6	5,7	5,8	5,8	5,9	6,0	6,0	
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	5,7	5,7	5,8	5,9	5,9	
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	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,9	5,9	
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	5,6	5,6	5,7	5,8	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	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	5,8	
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	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6	5,7	5,7	
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	5,3	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6	
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	5,4	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	5,2	
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	

Рисунок 3. Таблица для определения степеней свободы

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования проводились и на других культурах. Среди них бегония вечноцветущая Бада Бинг СКАРЛЕТ (*Begonia Bada Bing Scarlet*), петуния крупноцветковая Дуве Блю (*Petunia grandiflora Duvet Blue*), тагетес отклоненный «Бонанза Йеллоу» (*tagetespatula «BonanzaYellow»*). Результаты оценки степени влияния состава почвенной смеси на рост и развитие вышеуказанных культур представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Степень влияния состава почвенной смеси на рост рассады

Цветочная культура	Доля влияния, %	Доля неучтенных факторов, %
Бегония	33	67
Петуния	79	21
Катарантус	74	26
Тагетес	83	17

Во всех случаях на всех четырёх культурах, кроме бегонии, найдено наличие статистически значимых различий.

Заключение

Понимание того, как растения реагируют на состав почвенной смеси крайне важно. Особенно в условиях изменения климатических условий, или при выращивании растений в агрессивной городской среде.

Результаты исследования однозначно подтверждают, что рост разных образцов рассады, выращенных в выбранных нами почвенных смесях, имеет статистически значимые отличия от образца к образцу.

В условиях изменения климата и в условиях агрессивной городской среды подобрать оптимальные почвенные смеси для выращивания различных видов растений важно по следующим причинам: адаптация растений к изменениям среды, ведение устойчивого сельского и лесного хозяйства, обеспечение устойчивости экосистем, обеспечение продовольственной безопасности.

Мы продолжаем начатые нами исследования, составляя почвенные смеси с другими составами и включая в работу не только однолетние растения, но и декоративные кустарники и лиственные деревья. Работа в этом направлении будет нами продолжена.

Список литературы

1. Наблюдения за рассадой однолетников АО Зеленстрой. URL: <https://www.zelenstroy-anapa.com/researches> (дата обращения 22.10.2024).
2. Использование инструментов пакета анализа. Справка Microsoft Excel. URL: <https://support.microsoft.com/ru-ru/office/использование-пакета-анализа-6c67ccf0-f4a9-487c-8dec-bdb5a2cefab6>. (дата обращения: 23.10.2024).
3. Post-Hoc анализ. URL: <https://mindthegraph.com/blog/ru/post-hoc-тест> (дата обращения 23.10.2024).

References

1. Observations on seedlings of annuals AO Zelenstroy. URL: <https://www.zelenstroy-anapa.com/researches> (accessed 22.10.2024).
2. Using the tools of the analysis package. Microsoft Excel Reference. URL: <https://support.microsoft.com/ru-ru/office/использование-пакета-анализа-6c67ccf0-f4a9-487c-8dec-bdb5a2cefab6>. (date of reference: 23.10.2024).
3. Post-Hoc analysis. URL: <https://mindthegraph.com/blog/ru/post-hoc-тест> (accessed 23.10.2024).