

Научная статья
УДК 31:331

В.О. Юринова

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

А.В. Суслова

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

О.А. Рогачева

*Байкальский государственный университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Выращивание рассады: статистическое исследование

Аннотация. В статье приводятся результаты оригинального исследования всхожести и роста рассады баклажанов. В течение месяца проводилось наблюдение за ростом рассады разных сортов. В результате анализа результатов наблюдения обнаружена значимая статистическая зависимость измеряемых показателей от сорта баклажан.

Ключевые слова. Статистическое наблюдение, статистические гипотезы, дисперсионный анализ.

Информация о статье. Дата поступления: 6 июня 2022 г.

Original article

V.O. Yurina

*Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation*

A.V. Syslova

*Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation*

O.A. Rogacheva

*Baikal State University,
Irkutsk, Russian Federation*

Growing Seedlings: a Statistical Study

Abstract. The article presents the results of an original study of germination and growth of eggplant seedlings. During the month, the growth of seedlings of different varieties was monitored. As a result of the analysis of the observation results, we found significant statistical dependence of the measured indicators on the eggplant variety.

Keywords. Statistical observation, statistical hypotheses, analysis of variance.

Article info. Received 6 June, 2022.

Баклажан — это многолетнее травянистое растение рода паслен, семейства пасленовых. Возделывается как однолетняя овощная культура. Съедобным является только плод. Плоды баклажан богаты клетчаткой, содержат сахара, белок, витамины С, В, РР. Родиной баклажанов считается Южная Азия, Средний Восток и Индия. Впервые окультурировать баклажаны начали уже более 1 500 лет на-

зад. В Европу баклажаны попали в середине XV в., однако возделывать широко эту культуру стали несколько позже — в XIX в. [1–3]

В Сибирь баклажаны (или синенькие, как их называют в южной части России) стали массово завозиться только в 90-х гг. прошлого века и сразу же полюбились местными жителями. Хозяйки стали активно осваивать рецепты икры, зимних салатов, овощных рагу и других блюд из баклажанов, а огородники начали разводить баклажаны на своих дачных участках. Специально для условий Сибири стали культивироваться сорта и в настоящее время редко на каком участке не увидишь кустики баклажан. При должном уходе они дают хорошие урожаи.

В этом году один из авторов статьи — Виктория Юринова, решила самостоятельно вырастить рассаду баклажан и не просто вырастить, а провести статистическое наблюдение за ростом рассады разных сортов, а ее соавторы активно поддержали эту идею. Анализ результатов месячного наблюдения представлен в данной статье.

30 марта были посажены три сорта баклажан с примерно одинаковыми аграрными характеристиками и ценой (от 27 до 31 р. за пакетик с 20 семенами). В табл. 1 приведены основные характеристики каждого сорта.

Таблица 1

Описание выбранных сортов

	Сорт		
	Мария	Японский карлик	Черный красавец
Описание сорта	Раннеспелая культура. Кусты вырастают в меру высокими, полураскидистыми, со слабоопушенными стеблями. Мощный ствол и ветви, листья с ровными краями, зеленые, среднего размера. Плоды баклажана цилиндрической формы, слабоглянцевый темно-фиолетовый окрас, мякоть беловатого цвета и не имеет горечи	Растения с ранним сроком созревания. Кусты довольно компактные, стебли мощные, выдерживают вес урожая без труда. Листовые пластины крупные, насыщенного зеленого цвета. Плоды цилиндрической формы, цвет кожицы — темно-фиолетовый или почти черный ближе к концу созревания. У овоща довольно светлая мякоть	Куст средней высоты, немного раскидистый. Стебли слегка опушенные, фиолетового цвета. Плоды достаточно крупные, грушевидные, удлиненные. Окраска в стадии технической спелости — коричнево-фиолетовая. Кожица гладкая, с виниловым глянцем
Характеристика сорта	Срок прорастания семян — 7–10 дней; вес плодов — 200–250 г; длина — 25–30 см; диаметр — до 7 см; высота кустов до 75 см	Срок прорастания семян — 8–10 дней; вес плодов — 160–170 г; длина — до 18 см; высота куста до 70 см	Срок прорастания семян — 7–10 дней; вес плодов — 200–250 г; длина до 20 см, чаще — 14–15 см; диаметр — 5–6 см; высота куста — 60–75 см

Семена баклажан были посеяны в одинаковые торфяные стаканчики с одинаковой землей. На наш взгляд, ухаживать за баклажанами несложно, достаточно создать для них необходимые условия. На разных этапах выращивания нужно поддерживать определенный температурный режим, режим полива. После посадки растений стаканчики находились в тени, до первого взошедшего росточка (с 30 марта по 5 апреля). После того как рассада взошла, 7–12 дней поддерживалась температура на уровне 15–17 °С, чтобы укрепилась корневая система. Далее стаканчики с росточками стояли на балконе с солнечной стороны. Рассаде обеспечивался одинаковый полив сначала при посадке, далее обильно 1 раз в неделю отстоявшейся водой комнатной температуры. Растения получали 100 % внимания и любви.

Первые замеры проводились по мере появления ростков, далее с периодичностью в 3–5 дней измерялась высота самого высокого растения. Контрольный замер высоты каждого ростка всех сортов был проведен 30 апреля.

В табл. 2 приведены данные о всхожести семян разных сортов баклажан.

Таблица 2

Показатели всхожести семян

Показатели	Сорта		
	Мария	Японский карлик	Черный красавец
Всхожесть (количество взошедших семян из посаженных)	10 из 20 (50 %)	8 из 20 (40 %)	14 из 20 (70 %)
Количество дней до первого всхода	7	8	5

Результаты, представленные в табл. 1 позволяют высказать предположение (гипотезу) о различии доли всхожести семян разных сортов, а именно предположить, что всхожесть семян сорта «Черный красавец» значительно отличается от всхожести семян других сортов.

Выскажем статистические гипотезы в формализованном виде:

Нулевая гипотеза: доля взошедших семян сорта «Черный красавец» не больше чем сорта «Мария» и «Японский карлик».

Альтернативная гипотеза: доля взошедших семян сорта «Черный красавец» значительно больше чем сорта «Мария» и «Японский карлик».

Для проверки гипотез о равенстве долей в двух выборках используется критерий φ^* - угловое преобразование Фишера. Эмпирическое значение критерия исчисляется по формуле

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \times \sqrt{\frac{n_1 \times n_2}{n_1 + n_2}},$$

где $\varphi = 2 \arcsin (\sqrt{p})$; p — доля единиц, выраженная в процентах (суть углового преобразования Фишера состоит в переводе процентных долей в величины центрального угла, который измеряется в радианах); φ_1 — угол, соответствующий большей доле; φ_2 — угол, соответствующий меньшей доле; n_1 — количество единиц (семян) первого сорта; n_2 — количество единиц (семян) второго сорта.

По готовым таблицам [4, с. 330] можно исчислить величины φ соответствующие каждой доле: $\varphi (40 \%) = 1,369$; $\varphi (50 \%) = 1,571$; $\varphi (70 \%) = 1,982$.

Таким образом можно исчислить эмпирические значения критерия для проверки нашей гипотезы.

Для сравнения всхожести по сортам «Мария» и «Японский карлик» $\varphi_{\text{эмп}}^* = 0,639$. Для сравнения по сортам «Мария» и «Черный красавец» $\varphi_{\text{эмп}}^* = 1,3$; по сортам «Черный красавец» и «Японский карлик» $\varphi_{\text{эмп}}^* = 1,938$.

Критическое значение критерия φ^* -угловое преобразование Фишера $\varphi_{\text{кр}}^* = 1,64$ (при уровне значимости $\leq 0,05$) и $\varphi_{\text{кр}}^* = 2,31$ (при уровне значимости $\leq 0,01$).

Сравнивая эмпирические и фактические значения критерия можно сделать вывод о принятии гипотезы. В нашем случае только 1,938 превышает 1,64. Поэтому можно сделать следующие выводы:

1. Процент всхожести семян сортов «Мария» и «Черный красавец» значимо не отличается.
2. Процент всхожести семян сортов «Мария» и «Черный красавец» значимо не отличается.
3. Процент всхожести семян сортов «Черный красавец» и «Японский карлик» значимо отличается с вероятностью более 95 %.

Статистические таблица критических значений критерия φ^* — угловое преобразование Фишера [4, с. 332] позволяет указать какому уровню значимости соответствуют конкретные эмпирические значения. Так можно уточнить, что отличие процента всхожести семян сортов «Черный красавец» и «Японский карлик» значимо отличается с вероятностью 97,4 %, а процент всхожести семян сортов «Мария» и «Черный красавец» значимо отличается только с вероятностью 90,3 %.

На рис. 1 представлена динамика роста самого высокого представителя своего сорта.

По графику видно, что на финише наблюдений самым «высоким» и быстрорастущим стал сорт «Черный Красавец», который на протяжении всего наблюдения показывал самые высокие результаты, а «аутсайдером» стал сорт «Мария», хотя в самом начале, первые два измерения, он уверенно держалась на втором

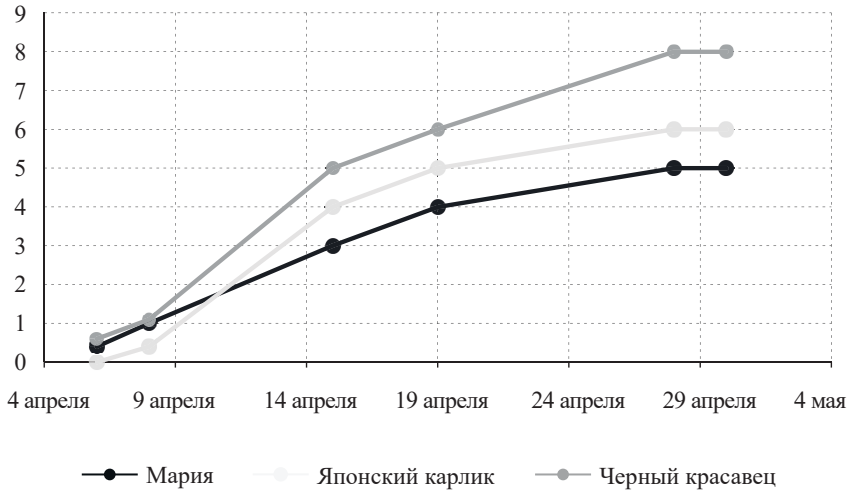


Рис. 1. Динамика роста рассады

месте. Среднедневной прирост рассады сорта «Мария» составил 0,19 см, сорта «Японский карлик» 0,25 см, а сорта «Черный Красавец» 0,31 см.

На рис.2 представлены результаты измерения высоты каждого ростка на 30 апреля (через месяц после посадки).

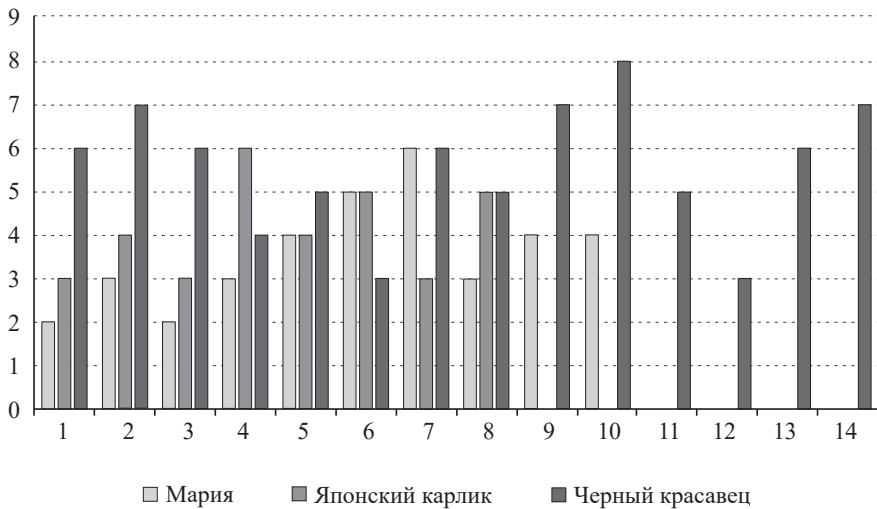


Рис. 2. Контрольное измерение роста побегов

На данном графике наглядно видна разница в количестве и высоте побегов трех сортов баклажанов. У сорта «Черный Красавец» вышло 14 побегов, максимальная высота побега составила 8 см, минимальная — 3 см. У сорта «Японский карлик» одни из самых скромных показателей: количество побегов 8, максималь-

ная высота побега — 6 см, минимальная — 3 см. Сорт «Мария» тоже отстает от «Черного принца»: количество побегов всего 10, максимальная высота (как и у «Японского карлика») = 6 см, минимальная высота у побегов сорта «Мария» самая маленькая среди 3-х сортов = 2 см.

Средняя высота побегов у сорта «Мария» равна 3,6 см, у сорта «Японский карлик» — 4,1 см, а у сорта «Черный красавец» — 5,6 см.

Дисперсионный анализ позволит установить значимы ли различия средних значений высоты побега у разных сортов и насколько тесно высота побегов зависит от сорта растения. В табл. 3 приведены итоги дисперсионного анализа высоты побегов, проведенного с помощью ППП Excel.

Таблица 3

Итоговые результаты дисперсионного анализа

Сорта	Кол-во побегов	Общая длина, см	Средняя длина, см	Дисперсия	Коэффициент вариации, %
Мария	10	36	3,6	1,6	35,14
Японский Карлик	8	33	4,125	1,267857	27,3
Черный красавец	14	78	5,57142857	2,263736	27

По данным табл. 3 можно отметить, что самая большая вариации высоты побегов наблюдается у сорта «Мария», побеги этого сорта нельзя считать однородными (на основе значения коэффициента вариации), вариация высоты саженцев двух других сортов примерно одинакова, и характеризует совокупность побегов однородной по высоте.

В табл. 4 представлены значения для расчета F-критерия Фишера и его эмпирическое (фактическое) и критическое значения.

Таблица 4

Показатели значимости различий

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	25,015179	2	12,5075893	6,8822677	0,00358143	3,327654499
Внутри групп	52,703571	29	1,81736453			
Итого	77,71875	31				

По данным табл. 4 можно сделать вывод, что различие высоты побегов баклажанов разных сортов значимо с вероятностью более 95 % ($F_{\text{факт}} = 6,882268 > F_{\text{крит}} = 3,327654499$).

Индекс детерминации равен 0,32, т.е. вариация высоты побегов на 32 % объясняется сортом баклажан. Корреляционное отношение в нашем случае равно 0,57, что свидетельствует об умеренной зависимости высоты саженцев от их сорта (значение показателя от 0 до 1) [5].

В заключение можно отметить, что по данным статистического анализа всхожесть и высота ростков баклажан значимо зависит от сорта растения. В нашем исследовании сорт «Черный принц» оказался наиболее выгодным среди посаженных сортов баклажан.

Список использованной литературы

1. Советский энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. - 2-е изд. — Москва : Сов. энцикл., 1983. — 1600 с.
2. Антипина Н.В. Построение математической модели уровня безработицы в Российской Федерации / Н.В. Антипина, М.Е. Селиверстова. — DOI 10.17150/2713-1734.2021.3(4).243-249 // System Analysis & Mathematical Modeling. — 2021. — Т. 3, № 4. — С. 243–249.
3. Орлова Ж.И. Всё об овощах / Ж.И. Орлова. — Москва : Агропромиздат, 1987. — 222 с.
4. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. — Санкт-Петербург : Речь, 2001. — 349 с.
5. Эконометрика : учебник / под ред. И.И. Елисеевой. — Москва : Юрайт, 2014. — 449 с.

References

1. Prokhorov A. M. (ed.). *Soviet Encyclopedic Dictionary*. 2nd ed. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1983. 1600 p.
2. Antipina N.V., Seliverstova M.E. Formation a mathematical modeling of unemployment rate in Russian Federation. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2021, vol. 3, no. 4, pp. 243–249. (In Russian).
3. Orlova Zh. I. *All about vegetables*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987. 222 p.
4. Sidorenko E.V. *Methods of mathematical processing in psychology*. Saint-Petersburg, Rech' Publ., 2001. 349 p.
5. Eliseeva I.I. (ed.). *Econometrics*. Moscow, Yurait Publ., 2014. 449 p.

Информация об авторах

Юринова Виктория Олеговна — студент, Международный факультет, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: yurinova2002@gmail.com.

Суслова Анастасия Вячеславовна — студент, Международный факультет, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: Anastasia.s.2002@mail.ru.

Рогачева Ольга Александровна — кандидат экономических наук, доцент, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: oar30@mail.ru.

Information about the Authors

Victoriya O. Yurinova — Student, International Faculty, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: yurinova2002@gmail.com.

Anastasiya V. Syslova — Student, International Faculty, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: Anastasia.s.2002@mail.ru.

Olga A. Rogacheva — PhD in Economics, Associate Professor, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: oar30@mail.ru.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the Authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Для цитирования

Юринова В.О. Выращивание рассады: статистическое исследование / В.О. Юринова, А.В. Суслова, О.А. Рогачева. — DOI 10.17150/2713-1734.2022.4(2).161-168 // *System Analysis & Mathematical Modeling*. — 2022. — Т. 4, № 2. — С. 161–168.

For Citation

Yurinova V.O., Syslova A.V., Rogacheva O.A. Growing Seedlings: A Statistical Study. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2022, vol. 4, no. 2, pp. 161–168. (In Russian). DOI: 10.17150/2713-1734.2022.4(2).161-168.