

М.М.КОШПАЕВА, Н.В.ГЛОТОВ

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ОПЫТОВ
НА ПРИШКОЛЬНОМ УЧАСТКЕ**

Йошкар-Ола, 1998

Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации

МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

М.М.КОШПАЕВА, Н.В.ГЛОТОВ

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ОПЫТОВ
НА ПРИШКОЛЬНОМ УЧАСТКЕ

Йошкар-Ола, 1998

Составители: **М.М.Кошпаева, Н.В.Глотов**

Ведущая роль в раскрытии сущности современной биологии принадлежит учителю биологии. Эффективность решения этой задачи зависит от уровня теоретической и практической подготовки учителя.

Важнейшее место занимает подготовка будущего учителя к работе на учебно-опытном участке школы.

Данные рекомендации предназначены для студентов биолого-химического факультета и учителей биологии.

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Рецензенты: **Л.А.Жукова**, доктор биологических наук, профессор;
Н.П.Грошева, кандидат биологических наук, доцент.

Работа выполнена при частичной поддержке НП "Университеты России - фундаментальные исследования" (7-1645).

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ НА ПРИШКОЛЬНОМ УЧАСТКЕ

ЗНАЧЕНИЕ ОПЫТНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Основным видом труда учащихся на пришкольном участке является учебно-опытная работа. Полевой опыт - основной метод исследования, осуществляемый в полевой обстановке, способ изучения причинно-следственных связей в природе, познания законов жизни растений, их роста, развития.

При постановке опытов с растениями учащиеся применяют весь комплекс знаний, приобретенных на уроках биологии и сельскохозяйственного труда. Более того, эти знания уточняются, проверяются, получают соответствующую эмоциональную окраску, закрепляются в форме убеждений.

В процессе опытной работы достигается интенсивное развитие логического мышления школьников. Они учатся последовательно рассматривать различные стороны незнакомых им явлений (аналитическая деятельность) и делать соответствующие обобщения (синтетическая деятельность). Все это приучает их к самостоятельному поиску правильных решений.

Участие в планировании, проведении и анализе результатов количественных экспериментов дает учащимся представление о закономерностях изменчивости живого, создает основы для формирования вероятностно-статистического мышления.

Правильно поставленное опытничество вырабатывает у учащихся наблюдательность, воображение, память и другие психологические качества.

Экспериментальная работа - это не только творчество, но и довольно сложный кропотливый физический труд. Здесь от учащихся требуются и пунктуальность, и терпение, и настойчивость, добросовестное отношение к оценке фактов и многое другое, что вырабатывается лишь при наличии большого интереса к данной работе.

Педагогическое значение сельскохозяйственного опытничества огромно. Оно способствует развитию интереса и творческих способностей учащихся в природоведческо-экологическом направлении, является одной из наиболее важных составных частей единой системы учебно-воспитательной работы в школе.

Успех опытной работы школьников зависит от уровня подготовки учителя, его эрудиции, знания важнейших достижений науки и методики опытного дела, способности увлечь учащихся, направить их внимание на изучение причин явлений.

ТЕМАТИКА ОПЫТНОЙ РАБОТЫ

Программа по биологии и трудовому обучению предусматривает проведение опытнической работы на пришкольном учебно-опытном участке.

Нельзя признать правильной точку зрения учителей, которые считают, что учащиеся должны проводить опыты, имеющие только чисто учебное значение. Одновременно неправы и те, кто отклоняет любые учебные опыты, не имеющие хозяйственной ценности. Планируя тематику опытнической работы, необходимо сочетать выяснение вопросов как учебного, так и производственного характера. Некоторые учителя причисляют к опытничеству обычную работу по выращиванию цветов, рассады, получению урожая семян и т.п. Эта работа нужная и важная, но относить ее к опытнической неправильно.

В практике работы школ широкое распространение получили определенные направления тематики опытов, отвечающие учебно-воспитательным задачам школы и сельского хозяйства.

1. Агрохимические опыты

Влияние различных форм (доз, соотношений) минеральных и органических удобрений на урожай. Использование регуляторов роста в растениеводстве.

2. Агротехнические опыты

Подготовка семенного, посадочного материала (калибровка, намачивание, обработка микроэлементами, барботирование воздухом), сроки и способы сева (посадки), размещение посадок, глубина заделки семян и т.п.

3. Сортоизучение

Изучение различных видов и сортов растений в конкретных условиях. Способы улучшения семенного материала. Отбор лучших растений при изучении сортов по устойчивости к болезням, вредителям. Способы ускоренного размножения растений в различных условиях.

4. Экологические опыты

Защита растений от вредных веществ. Защита почвы от эрозии, изучение зависимости растений от абиотических, биотических, антропогенных факторов и т.п. Биологические методы защиты растений.

5. Изучение биологических особенностей новых перспективных для данного района культур (одноростковая сахарная свекла, амарант, многолетняя рожь, топинамбур, салатный цикорий, лебеда садовая, огуречная трава и др.)

По месту проведения полевые опыты разделяют на *стационарные и производственные*. Стационарные опыты проводятся на постоянных специально приспособленных участках, опытных полях. Производственные полевые опыты осуществляются в производственных условиях: на полях коллективно-долевых хозяйств, колхозов, на участках ученических производственных бригад.

В зависимости от количества изучаемых вопросов (приемов) опыты разделяют на однофакторные, когда выясняют влияние одного фактора (срока сева, способа сева или действия удобрения) при одном агротехническом фоне, и многофакторные, когда исследуют действие и взаимодействие двух или более факторов (влияние удобрений на разные сорта при разных сроках посева). В опытах на пришкольном участке, особенно в 5-7-м классах, мы считаем целесообразным ограничиться постановкой однофакторных опытов.

В зависимости от продолжительности исследования опыты делятся на кратковременные (их проводят в течение двух-трех лет) и многолетние (их продолжительность более трех лет).

ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЫТА

1. Выбор направления и темы опыта.
2. Определение объекта опыта, изучение его биологии, агротехники.
3. Составление плана опыта:
выбор уровней (градаций) изучаемого фактора;
выбор схемы опыта: полная рандомизация или случайные блоки (см. ниже), число повторностей;
выбор участка, определение расположения и размера делянок.
4. Выбор учитываемых показателей и методики измерений (время учета, техника измерений и т.п.).

5. Оформление дневника опыта.
6. Распределение обязанностей в звене в течение всего времени проведения опыта.
7. Подготовка посевного (посадо ного) материала.
8. Закладка опыта, маркировка опытного поля и делянок.
9. Уход за растениями, проведение наблюдений и учетов.
10. Уборка и учет урожая, приведение участка в порядок после завершения опыта.
11. Составление сводных таблиц для статистической обработки.
12. Статистическая обработка результатов.
13. Итоговый анализ результатов.
14. Выводы.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

При выборе тем, определении количества опытов, их объема необходимо исходить из реальных возможностей качественного выполнения работы. Поэтому нельзя признать целесообразным закладку на школьном участке большого числа опытов. Лучше заложить их меньше, но провести на высоком методическом уровне.

Практика показывает, что наиболее целесообразно проведение опытов звеньями из 5-10 учащихся одного класса. За каждым звеном закрепляется весь опыт целиком или одна его повторность. Неправильно закреплять за звеном один из вариантов опыта, так как при этом нарушается основное требование опыта - равенство всех условий, кроме изучаемого. Если несложный опыт проводится одним звеном, то все опыты класса целесообразно объединить одной общей темой. Например, изучая новое удобрение, одно звено проводит опыт по испытанию дозы, другое - опыт по влиянию сроков внесения удобрения, третье - опыт по способам его применения.

Особенно важно правильно организовать работу учащихся в летний период, чтобы своевременно провести на опытных участках необходимые агротехнические мероприятия и наблюдения за растениями.

На практике оправдали себя две формы организации работы учащихся по проведению опытов в летний период:

1. Составление графиков на несколько потоков. В каждом из потоков работают представители всех звеньев, что обеспечивает уход и наблюдение за растениями на всей площади опытного участка.

2. Составление графиков на весь летний период для каждого звена, согласно которым все члены звена приходят на опытный участок примерно раз в неделю, выполняют все работы на своих делянках и на всем опытном участке.

Каждая форма имеет свои достоинства и недостатки. При первом варианте звено работает разобщенно. Каждый член звена знакомится с типами работ и наблюдений, характерными только для данного периода, но зато на опытных делянках работы проводятся более систематично и учащиеся имеют возможность отдыхать в летние каникулы без перерывов. При втором варианте звено проводит всю работу в течение опыта совместно. Каждый член звена принимает участие в работах и наблюдениях за растениями во все периоды, но летние каникулы прерываются еженедельными выходами на работу. Каждая школа с учетом конкретных условий может выбрать тот или иной вариант организации летних работ учащихся.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ОПЫТА

Теория полевого опыта в настоящее время хорошо разработана и широко апробирована для различных культур и для решения разнообразных задач. Ценность результатов опыта, обоснованность выводов, возможность применения эффективных методов статистического анализа полностью определяются выполнением ряда методических требований к организации и проведению опыта.

При постановке полевого опыта необходимо соблюдать требование *типичности* полевого опыта. Под типичностью понимают соответствие условий его проведения почвенно-климатическим и агротехническим условиям данного района или зоны. Соблюдение этого требования означает, что любой опыт должен проводиться на почвах и в климатических условиях, типичных для данного района при высоком уровне агротехники с использованием районированных сортов.

Опыт закладывают на *опытном поле*, специально выделенном участке. При выборе участка необходимо изучить его историю, выяснить, какие культуры выращивались в течение трех-четырех последних лет, какая применялась система удобрений, обработка почвы, провести почвенное обследование. Для выравнивания плодородия опытного поля, снижения его пестроты используют уравнительные посевы яровыми культурами (овес, ячмень, яровая пшеница) и вносят удобрения на протяжении двух-трех лет. В особых случаях рожок котлован глубиной

25-35 см, шириной и длиной, необходимой для опыта. Вырытую почву тщательно перемешивают, пропускают через грохот и заполняют котлован.

Во избежание повреждения опытов опытное поле следует располагать на расстоянии 40-50 м от жилых домов, построек, леса, в 25 м от отдельных деревьев. Плотные изгороди и проезжие дороги не должны быть ближе 50 м. Для большинства полевых опытов рельеф опытного поля предпочтителен ровный или с небольшим однообразным уклоном (1-2 м на 100 м).

Опыт проводится с целью сравнения результатов разных вариантов (воздействий). Например, Вы хотите сравнить величину урожая пшеницы при выращивании растений на фоне удобрений А и В, применяемых в определенной дозе как раздельно, так и совместно. Тогда вариантами опыта будут посевы: 1) без удобрений (контроль, К); 2) при внесении удобрения А; 3) при внесении удобрения В; 4) при одновременном внесении удобрений А и В (вариант АВ). Подчеркнем, что контроль (К) является равноправным вариантом опыта (доза обоих удобрений здесь равна нулю), а все сравнения (К и А, К и В, К и АВ, А и В) должны планироваться заранее до начала опыта, в процессе его организации.

Число вариантов опыта целесообразно ограничить четырьмя-пятью. При большем числе вариантов трудно обеспечить однородность участка (он становится слишком обширным), трудно обеспечить качественное выполнение трудоемких работ в ограниченный промежуток времени.

Важнейшей особенностью любых биологических признаков (показателей) является их изменчивость. Даже если в качестве материала опыта взят безусловно однородный материал (черенки или отводки одного растения, элитные семена одного сорта и т.п.), даже если Вы предельно скрупулезно выровняли опытный участок и тщательно однообразно проводили уход за посевами, Вы никогда не получите идентичных, совпадающих результатов при повторном проведении любого варианта опыта. Всегда будет наблюдаться та или иная изменчивость результатов, это - принципиально неконтролируемая экспериментатором изменчивость, или *ошибка опыта*.

Неконтролируемая изменчивость не может быть устранена полностью, она может быть сведена до некоторого минимума за счет подбора однородного полевого материала, выравнивания опытного поля, стандартизации во всех вариантах агротехнических мероприятий на всем протяжении опыта и т.д.

Неконтролируемую изменчивость нельзя полностью устранить, но ее необходимо *оценить*. Это дает возможность ответить на вопрос, различаются варианты опыта случайно или закономерно, т.е. за счет задаваемых экспериментатором воздействий, например, за счет внесения удобрений. Оценивают неконтролируемую изменчивость путем постановки каждого варианта в нескольких повторностях.

Единицей наблюдения в опыте является *делянка* - площадь, на которой проводится повторность определенного варианта опыта или в некоторых схемах всех вариантов. Делянки могут быть квадратными, прямоугольными (отношение ширины к длине менее 10) и вытянутыми (отношение ширины к длине более 10). Размеры и формы делянки определяются конкретными задачами опыта. Во многих опытах при учете результатов нужно исключить на делянке *краевой эффект*, т.е. влияние измененных условий произрастания растений, расположенных по краям делянки; здесь может быть большая площадь питания, иная влажность почвы и т.п.

Как правильно разместить варианты опыта и разные повторности по делянкам опытного поля?

Теория математической статистики и вся мировая практика опытного отдела показывают, что неперенным условием правильной постановки опыта является *случайное* размещение вариантов по опытным делянкам, или *рандомизация* (от английского *random* - случайно). Рандомизация может быть полной или ограниченной определенной схемой опыта, однако в том или ином виде рандомизация обязательна в любой схеме.

Общим методом планирования и обработки результатов полевого опыта является *дисперсионный анализ*.

Простейшая схема полевого опыта - *полная рандомизация*. Рассмотрим пример. Пусть опыт заключается в сравнении урожаев 4 сортов пшеницы А, Б, В и Г. Каждый сорт выращивается на 5 делянках (в пяти повторностях). Таким образом, общее число делянок в опыте - $4 \times 5 = 20$. Эти 20 делянок расположены последовательно (рис. 1). Полная рандомизация заключается в случайном размещении всех пяти повторностей четырех сортов по 20 делянкам.

Как реализовать практически случайное размещение? Простейший способ - по жребию: на 20 бумажках пишут номера 1, 2, ..., 20; бумажки хорошо перемешивают, извлекая подряд первую попавшуюся в руки. Нужно, однако, очень тщательно перемешивать!

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
В	Г	Б	А	А	Б	Г	Г	Б	Г	В	А	Г	В	В	А	В	Б	А	Б

Рис.1. Схема полной рандомизации. Размещение 4 сортов в 5 повторностях на 20 делянках

Чтобы упростить и стандартизировать процедуру рандомизации, в настоящее время используют (а) датчики случайных чисел, имеющиеся в компьютерах и некоторых калькуляторах, и (б) таблицы случайных чисел. Такая таблица приведена в Приложении (табл. 1). Она содержит 2500 чисел 0, 1, 2,,9 (каждое в равном количестве), располагаемых в таблице случайным образом, что достигается специальными методами. Вы двигаетесь с любого наугад выбранного места в таблице в произвольно заданном направлении. Например, начинаем с начала таблицы с левого верхнего угла и идем вниз по столбцу. Размещаем сначала 5 повторностей сорта А. Последовательные двузначные числа: 48, 76, 70, 59 (они не могут быть использованы: у нас всего 20 делянок); 04 - первую повторность сорта А помещаем на делянку 4; 77, 59, 91, 12 - вторую повторность сорта А помещаем на делянку 12; 69, 50, 78, 05 - третья повторность сорта А - на делянку 5; 22, 61, 66, 86, 62, 68, 52, 84, 63, 31, 30, 52, 16 - четвертая повторность сорта А - на делянку 16; 81, 43, 19 - пятая повторность сорта А - на делянку 19.

Итак, делянки 4, 12, 5, 16 и 19 занимаем сортом А.

Переходим к размещению 5 повторностей сорта Б, продолжаем движение по таблице: 79, 48, 32, 18 - первая повторность сорта Б; 03 - вторая повторность сорта Б; 94, 34, 43, 56, 32, 52, 22, 18 - эта делянка уже занята; 53, 34, 33, 70, 19 (занята!), 91, 97, 95, переходим на следующие два столбца сверху - 46, 53 и т.д.

В итоге сорт Б будет размещен на делянках 18, 3, 6, 9 и 20.

Продолжая процедуру, сорт В будет размещен на делянках 1, 15, 11, 14 и 17. Проверьте это.

Оставшиеся свободными 5 делянок занимаем сортом Г: 2, 7, 8, 10 и 13.

Можно возразить: какое же это случайное размещение, если на соседних делянках оказались две повторности сорта В (14 и 15), на соседних - две повторности сорта Г (7 и 8), а через одну делянку (10) - и третья повторность Г?! Ответ очень

прост: случайное размещение есть случайное размещение, так решил случай! Если бы вы пошли по таблице по строкам, было бы еще «хуже»: три повторности сорта В попали бы на соседние делянки (16, 17, 18) - проверьте это. Но: случайность есть случайность!

И теория, и огромный практический опыт показывают, что только случайное размещение позволяет избежать систематических ошибок, искажающих результаты опыта. Ни в коем случае нельзя пытаться самому выдумывать ряд «случайных чисел» или просить назвать такой ряд кого-то другого. Опять же огромный опыт показал, что Человек - крайне плохой «датчик случайных чисел», у каждого из нас есть никому (в том числе и самому себе) неизвестные предпочтения, реализация которых может привести к непредсказуемым последствиям!

Нельзя, однако, не согласиться с тем, что полная рандомизация будет давать большую неконтролируемую изменчивость. Ведь известно, что различия в плодородии почвы увеличиваются с расстоянием, а на нашем вытянутом участке оказалось, что в правой его трети нет ни одной делянки с сортом Г!

Может быть, сорта располагать последовательно по повторностям? Например, делянки 1-4: А, Б, В, Г, делянки 5-8: А, Б, В, Г и т.д. Нет! Специальные исследования показали, что это приводит к искажению оценок величин урожаев.

Можно, однако, усовершенствовать подход, наложив *ограничения на рандомизацию*. Для этого служит *метод случайных блоков*. Последовательные 4 делянки образуют блок, так что опыт будет представлен 5 блоками, и рандомизация проводится в пределах каждого блока. Она более эффективна и теоретически обоснована. Очевидно, что следует ожидать большего сходства почвенных условий в пределах каждого блока, чем, скажем, между блоками I и V. Подчеркнем: здесь нет отказа от рандомизации, на рандомизацию наложено ограничение!

Проведем рандомизацию в пределах блоков. Блок I включает делянки 1-4, блок II - 5-8, блок III - 9-12, блок IV - 13-16 и блок V - 17-20. Каждый сорт должен присутствовать в каждом блоке и только на одной делянке каждого блока. По таблице 1 Приложения пойдем теперь вверх из ее правого нижнего угла, берем двузначные числа <21. Начнем с сорта А, он будет размещен на делянках (проследите по таблице!): 03 (блок I); 09 (блок III); 20 (блок V); 15 (блок IV); дальше идет число 11, но в блоке III сорт А уже есть, им занята делянка 9; 5 (блок II).

Сорт Б: делянка 08 (блок II); 03 - занята сортом А; 20 - занята сортом А; 14 (блок IV); переходим от конца таблицы на следующую пару столбцов влево: 12 (блок III); 07 - сорт в блоке II уже есть; переходим на следующую пару столбцов: 02 (блок I); 19 (блок V). Продолжая, размещаем сорт В: 07, 16, 04, 10, 17. Оставшиеся в каждом блоке делянки заполняем сортом Г: 1, 6, 11, 13, 18. Полученная схема размещения сортов по блокам показана на рисунке 2.

I				II				III				IV				V			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Г	Б	А	В	А	Г	В	Б	А	В	Г	Б	Г	Б	А	В	В	Г	Б	А

Рис. 2. Метод случайных блоков. План полевого опыта с 4 сортами пшеницы А, Б, В и Г в 5 повторностях

Для разных задач полевого опыта сейчас известно множество эффективных схем планирования. Метод случайных блоков, с одной стороны, достаточно прост и с точки зрения реализации в поле, и с точки зрения последующей обработки данных, а с другой, - достаточно эффективен. Поэтому мы рекомендуем именно его для опытов на пришкольном участке. Ниже будут показаны методы анализа результатов при закладке опыта методом случайных блоков.

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ РАБОТЫ В ПОЛЕ

Прежде чем приступить к обработке результатов опыта, руководитель проверяет записи наблюдений по опыту, сделанные учениками в дневнике, уточняет неаккуратно сделанные записи, выявляет ошибки, нарушения методики и техники проведения опыта.

Что можно, следует уточнить и исправить. Если опыт готовился и проводился небрежно, может оказаться даже, что количественная обработка результатов невозможна и бессмысленна. Например, в описанном выше опыте с 4 сортами пшеницы:

1. Участок был плохо выровнен и на делянках 2 (блок I) и 6 (блок II) образовались «вымочки». Какой смысл учитывать урожай с этих делянок?

2. В блоке V забыли промаркировать снопы с 19-й и 20-й делянок. Как их теперь различить?

3. Сорт Г созревает раньше, с уборкой затянули, проводили ее, когда зерно сорта Г начало осыпаться. Имеет ли смысл учитывать урожай сорта Г?

4. Какие-то небрежности можно попытаться исправить. Если, например, делавший записи знает дефекты своего почерка и может однозначно прочесть непонятно написанное. Но где гарантия, что он прочел правильно?

5. Урожай одного из сортов взвешивали (как потом выяснилось) на неисправных весах. Чем тут поможет статистический анализ?

Надежда на то, что точные статистические методы позволят исправить дефекты опыта, глубоко ошибочна. Давно известно, что *статистика подобна мельнице: каково качество зерна, таково качество муки.*

Подведение итогов работы в поле заканчивается составлением полного описания опыта и сводных таблиц для статистической обработки.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ (МЕТОД СЛУЧАЙНЫХ БЛОКОВ)

Рассмотрим применение избранной нами схемы дисперсионного анализа на примере описанного выше опыта с сортами пшеницы А, Б, В и Г. Результаты опыта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Урожай (фунты на делянку) 4 сортов пшеницы, выращенных в 5 повторностях (по: Снедекор. 1961. С. 284-286)

Сорта	Блоки					Сумма по сортам	Среднее по сортам
	1	2	3	4	5		
А	32,3	34,0	35,0	36,5	34,3	172,1	34,4
Б	33,3	33,0	36,8	34,5	36,3	173,9	34,8
В	30,8	34,3	32,3	35,8	35,3	168,5	33,7
Г	29,3	26,0	28,0	28,8	29,8	141,9	28,4
Сумма (среднее) по блокам	125,7 (31,4)	127,3 (31,8)	132,1 (33,0)	135,6 (33,9)	135,7 (33,9)	656,4	32,8

В двух последних столбцах таблицы 1 - суммы и средние по сортам. Можно видеть, что наибольший урожай дал сорт Б - 34,8 фунта, далее идет сорт А - 34,4; сорт В - 33,7 и, наконец,

наименьший урожай у сорта Г - 28,4. Однако мы видим, что урожаи одного сорта варьируют на разных делянках.

Поэтому возникает вопрос: различия между средними урожаями сортов статистически значимы или могут быть объяснены случайными флуктуациями?

Кроме того, намечается тенденция различий между урожаями в разных блоках (в среднем для всех 4 сортов) - см. последнюю строку таблицы 1.

Хотя блоки в этом опыте служат лишь способом уменьшения неконтролируемой изменчивости, все-таки интересно ответить на вопрос: различия в урожаях разных блоков действительно имеют место (статистически значимы) или они могут быть объяснены случайными флуктуациями?

Порядок вычислений в данной схеме дисперсионного анализа:

1. Число вариантов $a=4$.

Число блоков $b=5$.

Общее число наблюдений $N - ab = 4 \cdot 5 = 20$.

2. Общая сумма наблюдаемых значений урожая (на всех делянках) - см. таблицу 1:

$$G=32,3+34,0+\dots+28,8+29,8=656,4.$$

3. Корректирующий член:

$$C = \frac{G^2}{N} = \frac{656,4^2}{20} = 21543,05.$$

4. Общая сумма квадратов (обозначается двумя заглавными буквами «SS» с индексом «общ») равна сумме квадратов всех наблюдаемых значений минус корректирующий член C:

$$SS_{\text{общ}} = 32,3^2 + 34,0^2 + \dots + 28,8^2 + 29,8^2 - 21543,05 = 182,17.$$

5. Сумма квадратов между сортами (обозначается «SS» с индексом «сорт») - сумма значений для каждого сорта возводится в квадрат, эти результаты суммируются по всем сортам, полученная сумма делится на число блоков (!), вычитаем C:

$$SS_{\text{сорт}} = \frac{1}{5} (172,1^2 + 173,9^2 + 168,5^2 + 141,9^2) - 21543,05 = 134,45.$$

6. Сумма квадратов между блоками (обозначается «SS» с индексом «блок») - сумма по каждому блоку возводится

в квадрат, результаты суммируются по всем блокам, полученная сумма делится на число сортов (!), вычитается С:

$$SS_{\text{блок}} = \frac{1}{4} (125,7^2 + 127,3^2 + \dots + 135,7^2) - 21543,05 = 21,46.$$

7. Сумма квадратов ошибки:

$$SS_{\text{ош}} = S_{\text{общ}} - SS_{\text{сорт}} - SS_{\text{блок}} = 182,17 - 134,45 - 21,46 = 26,26.$$

8. Число степеней свободы общее (обозначается греческой буквой «ню»):

$$\nu_{\text{общ}} = N - 1 = 20 - 1 = 19.$$

Число степеней свободы между сортами:

$$\nu_{\text{сорт}} = a - 1 = 4 - 1 = 3.$$

Число степеней свободы между блоками:

$$\nu_{\text{блок}} = b - 1 = 5 - 1 = 4.$$

Число степеней свободы ошибки:

$$\nu_{\text{ош}} = \nu_{\text{общ}} - \nu_{\text{сорт}} - \nu_{\text{блок}} = 19 - 3 - 4 = 12.$$

9. Средний квадрат между сортами:

$$MS_{\text{сорт}} = \frac{SS_{\text{сорт}}}{\nu_{\text{сорт}}} = \frac{134,45}{3} = 44,82.$$

Средний квадрат между блоками:

$$MS_{\text{блок}} = \frac{SS_{\text{блок}}}{\nu_{\text{блок}}} = \frac{21,46}{4} = 5,36.$$

Средний квадрат ошибки:

$$MS_{\text{ош}} = \frac{SS_{\text{ош}}}{\nu_{\text{ош}}} = \frac{26,26}{12} = 2,19.$$

Предварительные вычисления закончены.

Проверка гипотез производится с помощью критерия F Фишера.

1. Проверяемая (нулевая) гипотеза: различия между средними урожаями всех сортов равны 0 (т.е. различий нет). Вычисляют

$$F_{\text{сорт}} = \frac{MS_{\text{сорт}}}{MS_{\text{ош}}} = \frac{44,82}{2,19} = 20,47$$

Число степеней свободы числителя $\nu_{\text{сорт}}=3$, знаменателя - $\nu_{\text{ош}}=12$. Вероятность того, что проверяемая гипотеза верна,

находят, пользуясь таблицей 2 Приложения. В этой таблице приведены критические значения F для соответствующего числа степеней свободы числителя и знаменателя. В качестве критического уровня (уровня значимости) в полевых опытах обычно берут вероятность $P=0,05$.

Если значение F , полученное в опыте, меньше $F_{\text{табл}}$, это означает, что $P>0,05$. Таким образом, эта вероятность достаточно велика, чтобы полученный результат мог появиться в опыте чисто случайно. Поэтому мы принимаем *нулевую гипотезу* и делаем вывод: различия между средними урожаями всех сортов статистически не значимы (другими словами, наблюдаемая разница - суть случайные колебания).

Если значение F , полученное в опыте, больше $F_{\text{табл}}$, это означает, что мы получили $P<0,05$. Таким образом, эта вероятность слишком мала, чтобы наблюдаемые в опыте различия объяснялись случайными колебаниями урожая. Поэтому мы отклоняем нулевую гипотезу и принимаем *альтернативную* (противоположную) *гипотезу*: различия между средними урожаями сортов *статистически значимы*.

В нашем примере $F_{\text{сорт}}=20,47$. Число в таблице 2 Приложения на пересечении столбца $\nu_{\text{сорт}}=3$ и строки $\nu_{\text{ош}}=12$ равно 3,49, т.е. $F_{\text{сорт}}>F_{\text{табл}}$. Таким образом, вероятность получить наблюдаемый в опыте результат случайна, меньше критической: $P<0,05$. Поэтому мы отклоняем нулевую гипотезу и принимаем альтернативную: различия между средними урожаями сортов статистически значимы.

2. Проверяемая (нулевая гипотеза): различия между средними урожаями всех блоков равны 0 (т.е. различий нет).

Вычисляем

$$F_{\text{блок}} = \frac{MS_{\text{блок}}}{MS_{\text{ош}}} = \frac{5,36}{2,19} = 2,45; \quad \nu_{\text{блок}}=4; \quad \nu_{\text{ош}}=12.$$

Вновь обращаемся к таблице 2 Приложения: $F_{\text{блок}} < F_{\text{табл}} = 3,26$.

Таким образом, $P>0,05$ и различия между блоками статистически не значимы.

Обратите, однако, внимание, что средние урожаи систематически возрастают по порядку расположения блоков: от блока I к блоку V. Эта тенденция указывает на то, что может быть в действительности различия между блоками есть, но их не удалось выявить в данном опыте.

Можно показать, что относительная эффективность метода случайных блоков по сравнению с методом полной рандомизации (случайное размещение сортов по 20 делянкам без разбиения их на блоки) составляет в нашем опыте 126 %. Другими словами, чтобы сделать такой же вывод о разном урожае испытываемых сортов, опыт при полной рандомизации нужно было бы проводить не в 5 повторностях, а в $1,26 \cdot 5 = 6,3$ повторностях.

Полученные результаты дисперсионного анализа заносят в таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа урожая 4 сортов пшеницы

Источник изменчивости	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	F	P
Сорт	134,45	3	44,82	20,47	<0,05
Блок	21,46	4	5,36	2,45	>0,05
Ошибка	26,26	12	2,19	-	-
Общая	182,17	19	-	-	-

Итак, сравнивая сорта в совокупности, мы доказали, что урожаи сортов А, Б, В и Г различны. Однако, какие именно различия отличаются значимо от нуля? $A-B > 0$? $A-V > 0$? $A-G > 0$? и т.д. Чтобы ответить на этот вопрос, нужно сравнить средние урожаи сортов попарно. Для этого проводятся так называемые *множественные сравнения* (сравнения множества пар).

Составим таблицу 3. В ней одинаковые строки и столбцы: одна и та же последовательность сортов с указанием их средних урожаев. Сравнение сорта с самим собой бессмысленно, поэтому клетки по главной диагонали в таблице заштрихованы. Сравним попарно средние урожаи, выписав в таблице ниже главной диагонали разности А-Б, А-В и т.д. Какие именно из этих разниц статистически значимо отличаются от нуля?

Таблица 3

Множественные сравнения средних урожаев сортов пшеницы А, Б, В и Г.

Числа ниже диагонали - разности средних урожаев (А-Б, А-В и т.д.),

числа выше диагонали - значение множественного критерия t

для соответствующих пар сортов

Сорт, средний урожай	А 34,4	Б 34,8	В 33,7	Г 28,4
А 34,4		0,43	0,75	6,41*
Б 34,8	-0,4		1,18	6,84*
В 33,7	+0,7	+1,1		5,66*
Г 28,4	+6,0	+6,4	+5,3	

* $P < 0,05$

Для ответа на этот вопрос используется критерий t Стьюдента:

$$t = \frac{|\Delta|}{\sqrt{MS_{\text{ош}} \cdot \frac{2}{b}}},$$

число степеней свободы $\nu_{\text{ош}}=12$; $|\Delta|$ - абсолютная (без учета знака) величина разности между средними урожаями, $MS_{\text{ош}}$ - уже вычисленный ранее средний квадрат ошибки и b - число повторностей для каждого сорта, в нашем случае для всех сортов $b=5$. Таким образом, величина знаменателя для всех сравниваемых пар одна и та же:

$$\sqrt{2,19 \cdot \frac{2}{5}} = 0,936.$$

$$\text{Для пары А-Б } t = \frac{0,4}{0,936} = 0,43.$$

$$\text{Для пары А-В } t = \frac{0,7}{0,936} = 0,75 \text{ и т.д.}$$

Вычисленные значения t для соответствующих пар сортов приведены в таблице 3 выше главной диагонали.

Критические значения t для $P=0,05$ приведены в таблице 3 Приложения. Число степеней свободы в нашем случае $\nu_{\text{ош}}=12$. Сравнивая вычисленные значения t с $t_{\text{табл}}=2,18$, можно видеть, что для всех разностей сортов А, Б, В с сортом Г превосходят уровень значимости $P=0,05$.

Таким образом, средние урожаи первых трех сортов статистически значимо превосходят (обратите внимание на знак разности) средний урожай сорта Г. Сорта А, Б и В между собой статистически значимо не различаются.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ ОПЫТОВ

Для демонстрации многих биологических явлений на учебно-опытном участке можно использовать цветочно-декоративные растения. Одни из них отличаются красотой форм и яркостью цветков и соцветий, другие - декоративностью листьев и стеблей, что очень важно для эстетического воспитания учащихся в условиях школы.

Среди цветочно-декоративных растений немало неприхотливых к почве, холодостойких, теневыносливых. Многие декоративные растения легко размножаются семенами, черенками, простым делением куста, подземными побегами. Все это имеет определенное значение в использовании цветочно-декоративных растений в условиях учебно-опытного участка школы.

Видов и сортов цветочно-декоративных растений много, и надо изучать их не только по книгам, а практически, в условиях своего района. Для этого в коллекционной части цветочно-декоративного отдела на микроделянках площадью 1-2 м² проводят коллекционно-разведочные посевы. Для этого надо иметь не менее, чем 5-10 растений каждого вида, сорта. В течение лета за ними проводят тщательный уход и систематические наблюдения за ростом и развитием.

Кроме записи фенологических фаз, надо обязательно сделать описание и оценку растений, а также зарисовки, фотографии и гербарий.

В результате наблюдений учащиеся узнают, когда зацветают и отцветают различные виды и сорта растений, оценивают обильность и продолжительность цветения, величину и окраску цветков, соцветий, высоту растения, кустистость и т.п.

Все эти сведения, полученные на основе собственных наблюдений, необходимы как для использования в оформлении цветников, так и для проведения опытнической работы с ними.

Ниже приводим рекомендации к проведению некоторых опытов с декоративными растениями. Тема 1 разработана подробно с детальным описанием схемы опыта и статистического анализа на конкретном примере, остальные темы излагаются кратко.

ТЕМА 1

ЗАВИСИМОСТЬ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (*CALENDULA OFFICINALIS* L.) ОТ ФОРМЫ СЕМЯН

Форма семян календулы лекарственной очень изменчива: от ладьевидных через множество промежуточных форм к серповидным. В опыт отбираются две крайние, четко различающиеся формы: ладьевидная и серповидная.

В качестве показателя плодovitости календулы берется число корзинок на растении.

Схема опыта: метод случайных блоков. Опыт ставится в 5-и повторностях. Повторность (блок) - это отдельная деланка

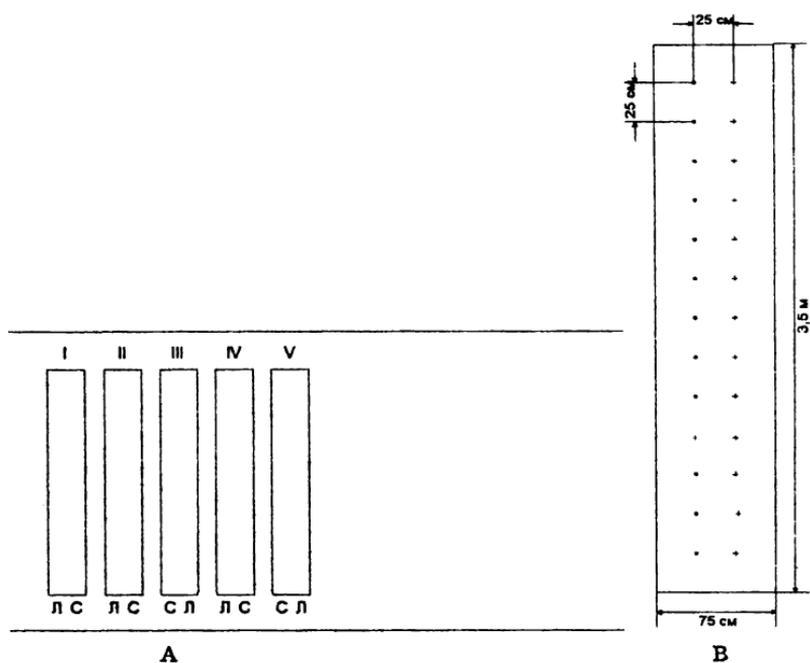


Рис. 3. Опыт с календулой лекарственной (тема 1). Расположение делянок (блоков) на опытном поле (А) расположение растений на делянке (Б):
 ● - ладьевидные, + - серповидные семена

размером $0,75 \cdot 3,5$ м. Расположение делянок на опытном поле показано на рисунке 3А, размещение растений на делянке - на рисунке 3Б. На каждой делянке высаживаются два рядка, один - ладьевидные, другой - серповидные семена. В рядке 13 растений, мы планируем оценивать плодовитость у 10 растений, 3 растения - на всякий случай, чтобы гарантировать равномерность комплекса (везде по 10 растений). Рандомизация заключается в случайном выборе на каждой делянке (в каждом блоке), какой (левый или правый) рядок будет представлен ладьевидными \wedge , а какой - серповидными С семенами. (При рассмотрении результатов мы сопоставим схему этого опыта со схемой опыта, в котором сравнивались урожаи четырех сортов пшеницы).

Подготовка почвы. Отведенный для закладки опыта участок осенью перекапывают на глубину 25-30 см. В почву вносят перегной из расчета 5-6 кг и суперфосфат из расчета 60 г на m^2 .

Подготовка посадочного материала. Используют сортовые или семена, собранные в природе. Семена сортируют, отбирая ладьевидные и серповидные.

Посев. Семена высевают в первой декаде мая в хорошо увлажненную почву. Глубина заделки семян 1,5 см. Чтобы гарантировать получение нужного числа растений календулы, в каждом месте посадки (см. рис. 3Б) можно на расстоянии 2-3 см заделывать два семени, убрав лишние растения после появления качественных всходов.

Первые всходы появляются на 5-6-й день, массовые - на 8-9-й. На второй неделе после появления всходов производится подкормка растений полным удобрением, при необходимости - легкое рыхление. За ростом и развитием растений ведут наблюдения и заполняют дневник.

Форма дневника приведена в таблице 4. Первый раздел дневника включает результаты фенологических наблюдений (даты). До полного появления всходов наблюдения целесообразно проводить ежедневно, далее - как минимум дважды в неделю, осуществляя уход за растениями. Результаты фенологических наблюдений могут быть использованы при планировании последующих опытов с календулой. Кроме того, накопление такого рода данных за ряд лет может представлять интерес для характеристики особенностей биологии вида и их связей с погодными условиями данного года.

Второй раздел дневника включает данные по учету урожая. Приступая к учету урожая, прежде всего необходимо установить номера растений, с которых будут учитываться результаты опыта (растения в этот момент нумеруют!). Растения берут все подряд от начала делянки. Исключение из учета должно быть аргументировано! Причины исключения растений из учета не должны иметь прямого отношения к величине урожая, например, на растении № 3 было мало цветков, растение № 14 низкорослое и т.п. Возможные причины исключения растений из учета: растения №№ 1, 14 на краю делянки были случайно повреждены, растение № 8 не перешло в генеративное состояние, листья растения № 16 в июле пожелтели, оно явно задержалось в развитии, хотя позже все-таки дало корзинки и т.п. В примере протокола в таблице 4 растение № 12 (вариант серповидные семена) завяло по непонятным причинам.

Особенность биологии календулы лекарственной заключается в растянутом во времени созревании корзинок: с начала августа до конца вегетации. Необходимо учесть все зрелые

корзинки на данном растении, не допустив утраты подсыхающих, поэтому сбор зрелых корзинок проводят раз в неделю. Корзинки с каждого растения помещают в отдельный пакет.

Таблица 4

Форма дневника опыта по теме 1 (отдельный лист для каждого блока)

Дата посева Даты фенологического развития:

Наблюдения	Блок I		Примечания
	левый рядок (ладьевидные семена)	правый рядок (серповидные семена)	
Появление всходов а) первые б) массовые (больше половины растений)			
Цветение а) единичное б) массовое			
Отцветание а) начало б) полное			
Появление первых зрелых корзинок			
Засыхание растений а) первых б) всех			

Учет урожая: число корзинок

Вариант	№№ растений от начала делянки	Дата сбора			Всего
				
Л	1				
	2				
	...				
	10				
	Всего				
С	11				
	13				
	14				
	...				
	21				
	Всего				

Число корзинок на растении календулы лекарственной
(материалы Н.П.Грошевой). В сумма, _____ среднее число корзинок
в ячейке (форма, блок). Справа внизу таблицы в жирных рамках - общая
сумма и общее среднее по всему опыту.

Блок	Форма семян. (вариант)				Суммы по блокам	Средние по блокам
	ладьевидная		серповидная			
I	36	37	27	29	641	32,1
	34	32	28	30		
	35	33	31	28		
	36	37	29	26		
	36	38	30	29		
II	32	36	28	29	614	30,7
	30	34	26	27		
	37	35	28	26		
	34	33	27	28		
	36	33	27	28		
III	35	33	26	27	621	31,1
	34	36	30	27		
	32	31	28	25		
	35	36	28	29		
	37	35	29	28		
IV	35	32	27	29	611	30,6
	31	33	26	28		
	34	34	26	26		
	34	36	27	29		
	35	33	27	29		
V	31	33	25	24	571	28,6
	34	30	27	25		
	33	31	27	24		
	32	29	26	24		
	32	32	25	27		
Суммы по вариантам	1692		1366		3058	
Средние по вариантам	33,8		27,3			30,6

Результаты опыта (общее число корзинок на растении, 10 растений в каждом варианте, в каждом блоке) приведены в таблице 5. Теперь можно сравнить структуру этого опыта с опытом по оценке урожайности четырех сортов пшеницы. В обоих случаях опыт однофакторный: там фактор (вариант) - сорт, здесь - форма семян. В случае пшеницы фактор представлен четырьмя градациями (4 сорта), в случае календулы - двумя (2 формы семян). В обоих случаях повторности были представлены 5 блоками. В схеме этих двух опытов есть очень важная разница. В опыте с пшеницей результат в каждой ячейке (данный вариант, данный блок) представлен одним числом - урожаем с делянки (см. табл. 1). В опыте с календулой результат в каждой ячейке представлен десятью числами, числами корзинок у каждого из 10 растений. Это несколько изменяет процедуру анализа данных. Чтобы, с одной стороны, не усложнять изложение введением новых обозначений, а с другой, чтобы читатель проследил за существом вычислительных операций, мы не вводим новых формул, а излагаем последовательность расчетов непосредственно по таблице 5. Освоив методику расчетов данных в таблице 1, читатель легко разберется в смысле последующих операций. Рекомендуем полностью провести все вычисления!

Порядок вычислений:

1. Число вариантов $a=2$.

Число блоков $b=5$.

Число наблюдений в ячейке $n=10$.

Общее число наблюдений $N=abn=2 \cdot 5 \cdot 10=100$.

2. Общая сумма наблюдаемых значений:

$$G=36+34+\dots+24+27=30,58.$$

3. Корректирующий член:

$$C=\frac{G^2}{N}=\frac{3058^2}{100}=93513,64.$$

4. Общая сумма квадратов:

$$SS_{\text{общ}}=36^2+34^2+\dots+24^2+27^2-C=94930-93513,64=1416,36.$$

5. Сумма квадратов между формами семян:

$$SS_{\text{форма}}=\frac{1}{50}(1692^2+1366^2)-C=94576,40-93513,64=1062,76.$$

6. Сумма квадратов между блоками:

$$SS_{\text{блок}} = \frac{1}{20} (641^2 + \dots + 571^2) - C = 93644,00 - 93513,64 = 130,36.$$

7. Новая величина - ее не было в схеме опыта с пшеницей.

Сумма квадратов взаимодействия форма \times блок - сумма в каждой ячейке возводится в квадрат (число  в табл. 5), результаты суммируются по всем ячейкам, полученная сумма делится на число наблюдений в ячейке (n), далее - см. вычисления в следующей строке:

$$SS_{\text{взаим}} = \frac{1}{10} (354^2 + 340^2 + \dots + 274^2 + 254^2) - 94576,40 - 93644,00 + 93513,64 = 0,84.$$

8. Сумма квадратов ошибки:

$$SS_{\text{ош}} = SS_{\text{общ}} - SS_{\text{форма}} - SS_{\text{блок}} - SS_{\text{взаим}} = 1416,36 - 1062,76 - 130,36 - 0,84 = 222,40.$$

9. Число степеней свободы общее:

$$v_{\text{общ}} = N - 1 = 100 - 1 = 99.$$

Число степеней свободы между формами:

$$v_{\text{форма}} = a - 1 = 2 - 1 = 1.$$

Число степеней свободы между блоками:

$$v_{\text{блок}} = b - 1 = 5 - 1 = 4.$$

Число степеней свободы взаимодействия:

$$v_{\text{взаим}} = v_{\text{форма}} \cdot v_{\text{блок}} = 1 \cdot 4 = 4.$$

Число степеней свободы ошибки:

$$v_{\text{ош}} = v_{\text{общ}} - v_{\text{форма}} - v_{\text{блок}} - v_{\text{взаим}} = 99 - 1 - 4 - 4 = 90.$$

10. Средний квадрат между формами:

$$MS_{\text{форма}} = \frac{SS_{\text{форма}}}{v_{\text{форма}}} = \frac{1062,76}{1} = 1062,76.$$

Средний квадрат между блоками:

$$MS_{\text{блок}} = \frac{SS_{\text{блок}}}{v_{\text{блок}}} = \frac{130,36}{4} = 32,59.$$

Средний квадрат взаимодействия:

$$MS_{\text{взаим}} = \frac{SS_{\text{взаим}}}{\nu_{\text{взаим}}} = \frac{0,84}{4} = 0,21.$$

Средний квадрат ошибки:

$$MS_{\text{ош}} = \frac{SS_{\text{ош}}}{\nu_{\text{ош}}} = \frac{222,40}{90} = 2,471.$$

Предварительные вычисления закончены. Заполняем таблицу 6.

Таблица 6

Результаты дисперсионного анализа числа корзинок у календулы лекарственной

Источник изменчивости	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	F
Форма семян	1062,76	1	1062,76	430,09 *
Блок	130,36	4	32,59	13,19 *
Взаимодействие форма семян × блок	0,84	4	0,21	< 1
Ошибка	222,40	90	2,47	-
Общая	1416,36	99	-	-

* $P < 0,05$

Проверка гипотез:

1. Разница между числом корзинок у растений, выращенных из ладьевидных и серповидных семян, равна 0:

$$F_{\text{форма}} = \frac{MS_{\text{форма}}}{MS_{\text{ош}}} = 430,09.$$

Обращаемся к таблице 2 Приложения. В ней нет значения F для $\nu_1=1$, $\nu_2=90$; ближайшее $\nu_2=60$: $F_{0,05}(1,60)=4,00$. Имеем $F_{\text{форма}} \gg F_{0,05}$, следовательно, $P \ll 0,05$, нулевая гипотеза отклоняется.

Таким образом, плодовитость растений календулы лекарственной, выращенных из ладьевидных семян, больше, чем плодовитость растений, выращенных из серповидных семян. (У нас всего два варианта в опыте, поэтому нет задачи множественных сравнений, вывод однозначен.)

2. Разницы между числом корзинок у растений из разных блоков равны 0:

$$F_{\text{блок}} = \frac{MS_{\text{блок}}}{MS_{\text{ош}}} = 13,19.$$

Обращаемся к таблице 2 Приложения: $F_{0,05}(4,60) < 2,53$, т.е. $F_{\text{блок}} > F_{0,05}$, следовательно, $P < 0,05$, нулевая гипотеза отклоняется.

Таким образом, плодovitость растений календулы лекарственной в разных блоках разная, причем в таблице 5 видна тенденция уменьшения плодovitости в последовательности блоков от I-го к V-му. По-видимому, какая-то характеристика почвы меняется в этом направлении довольно систематично. Формально можно было бы провести множественное сравнение блоков (по образцу опыта с сортами пшеницы), однако для целей нашего опыта это значения не имеет.

3. Взаимодействие форма семян \times блок равно 0. Сначала покажем, как проверяется эта гипотеза, а затем объясним, в чем смысл взаимодействия:

$$F_{\text{взаим}} = \frac{MS_{\text{взаим}}}{MS_{\text{ош}}} = \frac{0,21}{2,47} < 1.$$

В структуре дисперсионного комплекса величина F может принимать значение < 1 только случайно, поэтому к таблице обращаться не нужно, заключение следует непосредственно из $F < 1$: гипотеза принимается, т.е. взаимодействие форма семян \times блок отсутствует.

Смысл взаимодействия (в данном случае - его отсутствие) виден на рисунке 4. Две линии показывают среднее число корзинок в разных блоках отдельно для каждой из градаций фактора - ладьевидных и серповидных семян. Если все отрезки этих двух линий параллельны (с точностью до случайных флуктуаций), то взаимодействие равно 0; это и видно на рисунке 4. Если эти отрезки не параллельны, то взаимодействие имеет место (статистически значимо отличается от 0). Это показано на вымышленном примере на рисунке 5.

Итак, можно сделать заключительный вывод: плодovitость растений календулы лекарственной зависит от формы семян; растения, полученные из ладьевидных семян, дают большее число корзинок при тех же условиях выращивания, чем растения, полученные из серповидных семян.

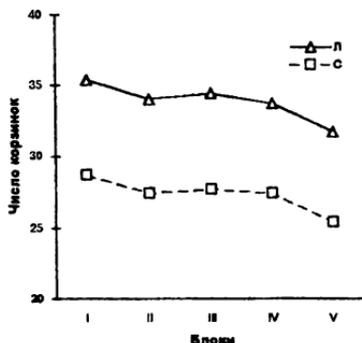


Рис. 4. Среднее число корзинок на растении в последовательных блоках

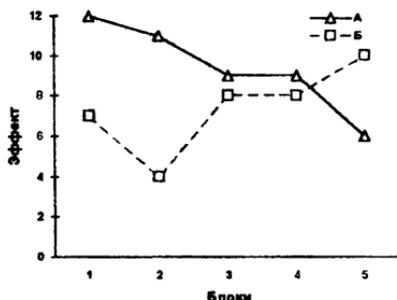


Рис. 5. Вымышленный пример. Взаимодействие эффект \times блоки имеет место, потому что отрезки кривых А и Б не параллельны: разности (А-Б) одинаковы лишь в точках 3 и 4, они больше в точках 1 и особенно 2, а в точке 5 меняется даже знак разности

ТЕМА 2

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ДНЯ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЯ КОРОТКОГО ДНЯ - АСТРЫ КИТАЙСКОЙ (*ASTER CHINENSIS* L.)

В рассадные ящики, наполненные питательной почвой, 20-25 марта высеять семена астры.

С появлением первых двух настоящих листьев всходы распикировать в ящик на расстоянии 4 см между рядами и 2 см в ряду. После укоренения рассады растения одного ящика (опытного варианта) выращивать при укороченном дневном освещении, прикрывая растения ящиками, пропускающими света, с 4-х часов вечера до 8 часов утра в течение 20 дней. Растения второго ящика выращивать при нормальной естест-

венной длине дня (контроль). После этого рассада высаживается в открытый грунт, плотность посадки 5x5 см.

У каждого растения учитываются признаки: дата бутонизации, дата цветения, продолжительность цветения, число цветков, масса зрелых семян.

ТЕМА 3

ВЛИЯНИЕ ПРОГРЕВАНИЯ СЕМЯН НА РАЗВИТИЕ КОСМЕИ ДВОЯКОПЕРИСТОЙ (*COSMOS BIPINNATUS* SAV.)

Варианты опыта: 1) контроль, посев в грунт непрогретыми семенами; 2) опыт, посев прогретыми семенами.

Методика прогрева семян. Семена можно прогревать в термостате при температуре 55° С в течение 3-4 часов или при температуре 40° С в течение 11-12 часов. Можно просто выложить семена на подоконник и прогревать на солнце в течение 10-14 дней.

У каждого растения учитываются: высота, диаметр растения, число распутившихся соцветий, размер соцветия, продолжительность цветения.

ТЕМА 4

ВЛИЯНИЕ МУЛЬЧИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЦВЕТЕНИЯ САЛЬВИИ БЛЕСТЯЩЕЙ (*SALVIA SPLENDENS* KER. GAWL.)

Мульчирование (покрытие почвы между растениями различными материалами, в нашем случае торфом) проводят на взрыхленную, чистую от сорняков почву. Слой мульчирующего материала должен быть не менее 3-5 см. При хорошем мульчировании почва под мульчей остается в рыхлом состоянии в течение длительного времени, в ней лучше сохраняется влага, создается более постоянный температурный режим, так как более активно идет поглощение тепловых лучей, без корки почва меньше охлаждается, улучшается газообмен, подавляется рост сорняков. Мульчирование создает благоприятные условия для роста придаточных корней и развития почек возобновления.

Варианты опыта: 1) контроль, выращивание без мульчирования; 2) мульчирование почвы торфом сразу после посадки; 3) мульчирование в начале роста побегов; 4) мульчирование в начале цветения.

Учитываемые у каждого растения признаки: высота растения во время цветения, длина цветоноса, число цветков, продолжительность цветения.

**ВЛИЯНИЕ КВАРЦЕВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ
ВИОЛЫ ВИТРОККА (АНЮТИНЫ ГЛАЗКИ) (*VIOLA VITROSCAE L.*)**

Варианты опыта: 1) контроль, семена не подвергаются облучению; 2) облучение в течение 5 минут; 3) облучение в течение 10 минут; 4) облучение в течение 20 минут.

Подготовка посадочного материала: семена перед посевом подвергаются кварцевому облучению согласно схеме опыта. Для облучения семена распределяются тонким слоем на дне тарелки, которую устанавливают на расстоянии 10-15 см от источника облучения.

Посев семян: обработанные семена высеваются в марте-апреле в рассадные ящики. Если виола выращивается как однолетник, семена высеваются рядами и присыпаются сверху землей через мелкое решето слоем 2-3 мм. По мере появления всходов ведется прореживание и пикировка. Один грамм семян дает около 400 сеянцев.

Посев семян в грунт производится в первой декаде мая. По мере появления всходов ведется прореживание и рыхление. Сеянцы следует подкормить минеральными удобрениями из расчета 10 г смеси удобрения на ведро воды.

Готовая рассада высаживается в цветники в мае. Полное цветение наступает в июне и продолжается в течение всего лета. При выращивании виолы как двулетника, т.е. при посеве в грунт, в конце августа с появлением 5-6-го листа растения пересаживают на запасные делянки. Ранней весной растения помещают на постоянное место. Виола лучше развивается на затененных участках. Она нуждается в рыхлой, хорошо удобренной почве. На один м² участка вносят ведро перегноя, 20 г суперфосфата и 10 г калийной соли. Хорошо влияет на развитие виолы мульчирование почвы торфом. В ходе наблюдений отмечают особенности развития растений, описывают изменчивость окраски лепестков венчика цветка.

Во время цветения растения следует собрать и высушить, сопоставить окраску лепестков венчика цветка опытных и контрольных вариантов.

Опытно-практическая работа, проводимая на учебно-опытном участке, обеспечивает уроки биологии наглядными материалами. Монтируются дидактические карточки.

Дидактическая карточка - это вид наглядного пособия, сочетающего в себе натуральные объекты, рисунок, фотографию, схему и текст-задание.

Для изготовления дидактической карточки нужно взять лист чертежной бумаги 21x29 (формат А4), перегнуть его пополам. Левая внутренняя часть листа отводится для текста-задания, а на правой монтируется засушенное растение опытного и контрольного вариантов (по одному растению средних размеров). Лепестки цветков лучше клеить резиновым клеем, так как он надолго сохраняет естественную окраску. На титульной стороне листа дидактической карточки указать тему, цель опыта.

ТЕМА 6

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ НА ОКРАСКУ ЛИСТЬЕВ БЕГОНИИ ВЕЧНОЦВЕТУЩЕЙ (*BEGONIA SEMPERFLORES* LINK. ET OTTO)

Варианты опыта: 1) контроль, растения находятся при нормальном освещении; 2) растения находятся под тентом, освещение рассеянное.

Для опыта используется рассада, выращенная в теплице.

Посев семян на рассаду производится в ноябре-декабре в ящики с легкой почвой, покрытой слоем снега. На ящик размером 30x50 см достаточно 0,5 г семян. До появления всходов ящики содержат при температуре 18° С, а затем при более низкой 12-14° С, так как при низкой температуре получают более устойчивые и низкорослые сеянцы. При появлении третьего настоящего листа (январь) производят первую пикировку. Вторую пикировку - в марте.

Подготовка почвы: опытный участок перекапывают на глубину 20-25 см. В почву вносится перегной в смеси с песком в расчете 5-6 кг перегноя и 3 кг песка на один м².

Бегонию высаживают на расстоянии 10x10 см, контрольные растения не затеняются, во втором варианте, согласно схеме, производится затенение в виде тента из двух слоев марли. У бегонии на затененных участках листья бывают зелеными, а на участках с обычным освещением - красными. На контрольной деланке растения зацветают раньше и цветут обильнее затененных.

В качестве наглядных пособий готовятся цветные диапозитивы, так как это растение плохо гербаризируется. Результаты опыта используются при изучении темы «Организм и среда», на уроке «Абиотические факторы среды». Осенью растение можно пересадить в горшки и опыт продолжить в условиях кабинета биологии. Живые растения используются в качестве примера модификационной изменчивости.

ТЕМА 7

ВЛИЯНИЕ ЦВЕТНЫХ ТЕНТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОЧИТКА ПУРПУРОВОГО (*SEDUN PURPUREUM* LINK.)

Варианты опыта: 1) без затенения (контроль); 2) белый тент; 3) красный тент; 4) синий тент.

Для опыта необходимо приготовить 4 делянки (1,5x0,7 м), на них высадить очиток. Над тремя делянками надо натянуть тенты (в виде палаток высотой 70-80 см); один - из белой ткани, другой - из красной и третий - из синей или зеленой.

Учитывается длина стебля, число листьев, начало и конец цветения.

Опыт показывает, что у растений под красными тентами происходит задержка развития, они позже переходят к цветению; растения под синим тентом очень сильно угнетены, вытягиваются и почти не достигают цветения, под белым - цветут, часто их состояние лучше, чем в контрольном варианте.

ТЕМА 8

ВЛИЯНИЕ МЕРТВЫХ ОСТАТКОВ СОРНЯКОВ (ПЫРЕЯ ПОЛЗУЧЕГО) НА ВСХОЖЕСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭШШОЛЬЦИИ КАЛИФОРНИЙСКОЙ (*ESCHSCHOLZIA CALIFORNICA* CHAM.)

Варианты опыта: 1) контроль, выращивание без остатков сорняков; 2) выращивание на грунте с мертвыми остатками пырея ползучего, заделанными в почву.

Наибольшей токсичностью обладают листья, затем стебли, наименьшей - корневище с придаточными корнями.

Для опыта выбрана эшшольция, так как она не переносит пересадки, свежееудобренных почв, отличается продолжительностью цветения (июнь-сентябрь).

Опыт мелкоделяночный, для него выделяют делянки по одному м² каждая. На контрольных делянках почву перекапывают как обычно. На опытных делянках снимают верхний слой почвы 35-40 см и заполняют котлован остатками сорняков (пырея ползучего), сверху насыпают небольшой слой почвы (10 см). На все делянки высевают семена эшшольции.

Учитывают высоту стебля и количества листьев эшшольции, начало и конец цветения, плодоношение.

ТЕМЫ ДРУГИХ ОПЫТОВ

На учебно-опытном участке школы для изучения тем «Эволюционное учение», «Организм и среда» в курсе общей

биологии (10-11 классы) рекомендуется постановка следующих опытов и наблюдений с декоративными растениями:

1. Изучение разных сортов георгин, гладиолусов, лилий, нарциссов, флоксов и других декоративных растений с целью демонстрации результатов искусственного отбора.

2. Влияние укороченного дня на задержку зацветания колеуса и образование мощных красивых листьев.

3. Влияние длины дня на сроки зацветания георгин, гладиолусов, канн.

4. Удлинение периода цветения у отдельных цветков гладиолусов путем удаления пестика.

5. Влияние прищипки главного побега на рост и развитие разных сортов астры китайской (*Aster chinensis* L.).

6. Влияние кварцевого облучения на рост и развитие разных видов лилий.

7. Влияние замачивания семян рудбекии шершавой (*Rudbeckia hirta* L.) в растворе марганцево-кислого калия на рост и развитие сеянцев.

8. Влияние подкормки на сроки зацветания и продолжительность цветения циннии изящной (*Zinnia elegans* Jacq.).

9. Влияние степени махровости цветка гвоздики гренадин (*Dianthus caryophyllus* L. var. *grenadin*) на семенную продуктивность.

10. Методы окультуривания дикорастущих декоративных растений: вероника колосистая (*Veronica spicata* L.), девясил железистый (*Inula glandulosa* Willd.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), купальница европейская (*Trollius europaeus* L.), колокольчик сборный (*Campanula glomerata* L.), лилия саранка (*Lilium martagon* L.), ландыш майский (*Convallaria majalis* L.) и др.

11. Влияние отбора на махровость соцветий у календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.).

12. Влияние микроэлементов на рост и развитие календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.).

13. Влияние удаления увядших соцветий на продолжительность цветения календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.).

14. Влияние субстрата (садовая почва, песок, глина) на укоренение черенков флокса метельчатого (*Phlox paniculata* L.).

15. Влияние экспозиции склона каменистой горки на рост и развитие цветочно-декоративных растений.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Губченко А.А., Перова Ж.З.** Методика преподавания сельскохозяйственного труда: Учеб. Пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 1985.- 319 с.
2. **Доспехов Б.А., Гордиенко В.И.** Методика опытной работы в школе: Пособие для учителей сельской школы. Изд. 2-е перераб. и доп.-М.: Просвещение, 1975.- 127 с.
3. **Карабанов И.А. и др.** Справочник по трудовому обучению: С-х работы: Пособие для учащихся сред. общеобразоват. учреждений.- М.: Просвещение: Владос, 1994.- 271 с.
4. **Калеганов А.А.** Школьный сад - Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1986.- 92 с.
5. **Кошпаева М.М.** Отдел экологии учебно-опытного участка // Марий Эл учитель, 1992, № 2, С.14.
6. **Мельник Д.Г.** Сельскохозяйственный труд и опытничество в школе: Пособие для учителя. - Йошкар-Ола: Марийское кн. изд-во, 1982.- 94 с.
7. Методика постановки опытов с плодовыми, ягодными и цветочно-декоративными растениями: Пособие для учителей/ С.П.Потапов, А.А.Чувикова и др. - М.: Просвещение, 1982.- 239 с.
8. **Панова З.Н. Панов В.И.** Опыты по полеводству.- М.: Росагропромиздат, 1988.- 62 с.
9. **Папурков М.А. и др.** Учебно-опытная работа на пришкольном участке: Пособие для учителей. - М.: Просвещение, 1980.- 255 с.
10. Рекомендации по проведению производственных опытов в ученических бригадах. Для учителей сельской школы / Г.П. Косорогова, В.С. Мартынова.- Йошкар-Ола: Марийское кн. изд-во, 1975.- 126 с.
11. **Родина В.А.** Цветоводство в школе. Пособие для учителей. - М., Просвещение, 1974.- 254 с.
12. **Снедекор Дж.У.** Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии.- М.: Сельхозгиз, 1961.- 503 с.
13. Техническое творчество и сельскохозяйственное опытничество во внеклассной работе с учащимися / В.А. Горский, Д.М. Комский, Г.В. Муравьева и др.- М.: Просвещение, 1989.- 207 с.
14. **Тетюров В.** Спросим мнение самого растения: Научно-популярная литература.- М.: Дет. лит., 1980.- 94 с.

Авторы выражают сердечную признательность Людмиле Алексеевне Жуковой и Наталье Прокопьевне Грошевой за ряд весьма ценных замечаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Равномерно распределенные случайные числа

48461	14952	72619	73689	52059	37086	60050	86192	67049	64739
76534	38149	49692	31366	52093	15422	20498	33901	10319	43397
70437	25861	38504	14752	23757	59660	67844	78815	23758	86814
59584	03370	42808	11393	71722	93804	09095	07856	55589	46020
04285	58554	16085	51555	27501	73883	33427	33343	45507	50063
77340	10412	69189	85171	29082	44785	83638	02583	96483	78553
59183	62687	91778	80354	23512	97219	65921	02035	59847	91403
91800	04281	39979	03927	82564	28777	59049	97532	54540	79472
12066	24817	81099	48940	69554	55925	48379	12666	51232	21580
69907	91751	53512	23748	65906	91385	84983	27915	48491	91068
50467	04873	54053	25955	48518	13815	37707	66867	15570	08890
78057	67835	28302	45048	56761	97725	58438	91528	24645	18544
05648	39387	78191	88415	60269	94850	58812	42931	71898	61534
22304	39246	01350	99451	61862	78688	30339	60222	74052	25740
61346	50269	67005	40442	33100	16742	61640	21046	31909	72641
66793	37696	27965	30459	91011	51426	31006	77468	61029	57108
86411	48809	36698	42453	83061	43769	39948	87031	30767	13953
62098	12525	81744	26852	27369	88183	65846	92545	09065	22655
68775	06261	54265	16203	23340	84750	16317	86686	86842	00879
52679	19595	13687	74872	89151	01939	18447	10787	76246	80072
84096	87152	20719	25215	04349	54434	72344	93008	83282	31670
63964	55937	21417	49944	38356	98404	14850	17994	17161	68981
31191	75131	72386	11689	95727	05414	88727	45583	22568	77700
30545	68523	29850	67833	05622	89975	79042	27142	99257	32349
52573	91001	52315	26430	54175	30122	31796	98842	37600	26025
16586	81842	01076	99414	31574	94719	34656	80018	86988	79234
81841	88481	61191	25013	30272	23388	22463	65774	10029	56376
43563	66829	72838	08074	57080	15446	11034	98143	74989	26885
19945	84193	57581	77252	85604	45412	43556	27518	90572	00563
79374	23796	16919	96691	80276	32818	62953	78831	54395	30705
48503	26615	43980	09610	38289	66679	73799	48418	12647	40044
32049	65541	37937	41105	70106	89706	40829	40789	59547	00783
18547	71562	95493	34112	76895	46766	96395	31718	48302	45893
03180	96742	61486	43305	34183	99605	67803	13491	09243	29557
94822	24738	67749	83748	59799	25210	31093	62925	72061	69991
34330	60599	85828	19152	68499	27977	35611	96240	62747	89529
43770	81537	59527	95674	76692	86420	69930	10020	72881	12532
56908	77192	50623	41215	14311	42634	80651	93750	59957	31211
32787	07189	80539	75927	75475	73965	11796	72140	48944	74156
52441	78392	11733	57703	29133	71164	55355	31006	25526	55790
22377	54723	18227	28449	04570	18882	00023	67101	06895	08915
18376	73480	88841	39602	34049	20589	05701	08249	74213	25220
53201	28610	57957	21497	64729	64983	71551	99016	87903	63875
34919	78901	59710	27396	02593	05665	11964	44134	00273	76358
33617	92159	21971	16901	57383	34262	41744	60891	57624	06962
70010	40964	95780	72418	52571	18415	64362	90636	38034	04909
19282	68447	35665	31530	59832	49181	21914	65742	89815	39231
91429	73328	13266	54898	68795	40948	80808	63887	89939	47938
97637	78393	33021	05867	86520	45363	43066	00988	64040	09803
95150	07625	05255	83254	93943	52325	93230	62668	79529	65964

Таблица 2

5 %-ые критические значения F распределения Фишера

$\frac{v_1}{v_2}$	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	30	60	150	500	∞
1	161	200	216	225	230	234	239	242	246	248	250	252	253	254	254
2	185	190	192	192	193	194	194	194	194	194	195	195	195	195	195
3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.85	8.79	8.70	8.66	8.62	8.57	8.55	8.53	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.04	5.96	5.86	5.80	5.75	5.69	5.65	5.64	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.82	4.74	4.62	4.56	4.50	4.43	4.39	4.37	4.37
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.15	4.06	3.94	3.87	3.81	3.74	3.70	3.68	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.73	3.64	3.51	3.44	3.38	3.30	3.26	3.24	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.44	3.35	3.22	3.15	3.08	3.01	2.96	2.94	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.23	3.14	3.01	2.94	2.86	2.79	2.74	2.72	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.07	2.98	2.85	2.77	2.70	2.62	2.57	2.55	2.54
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.85	2.75	2.62	2.54	2.47	2.38	2.33	2.31	2.30
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.70	2.60	2.46	2.39	2.31	2.22	2.17	2.14	2.13
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.59	2.49	2.35	2.28	2.19	2.11	2.05	2.02	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.51	2.41	2.27	2.19	2.11	2.02	1.96	1.93	1.92
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.45	2.35	2.20	2.12	2.04	1.95	1.89	1.86	1.84
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.40	2.30	2.15	2.07	1.98	1.89	1.83	1.80	1.78
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.36	2.25	2.11	2.03	1.94	1.84	1.78	1.74	1.73
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.32	2.22	2.07	1.99	1.90	1.80	1.74	1.70	1.69
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.29	2.19	2.04	1.96	1.87	1.77	1.70	1.67	1.65
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.27	2.16	2.01	1.93	1.84	1.74	1.67	1.64	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.18	2.08	1.92	1.84	1.74	1.64	1.56	1.53	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.10	1.99	1.84	1.75	1.65	1.53	1.45	1.41	1.39
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.01	1.91	1.75	1.65	1.55	1.42	1.33	1.27	1.25
300	3.87	3.03	2.63	2.40	2.24	2.13	1.97	1.86	1.70	1.61	1.50	1.36	1.26	1.19	1.15
1000	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	1.95	1.84	1.68	1.58	1.47	1.33	1.22	1.13	1.08
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	1.94	1.83	1.67	1.57	1.46	1.32	1.20	1.11	1.00

Таблица 3

5 %-ые критические значения t распределения Стьюдента

v	t	v	t	v	t
1	12.7	13	2.16	30	2.04
2	4.30	14	2.14	32	2.04
3	3.18	15	2.13	35	2.03
4	2.78	16	2.12	40	2.02
5	2.57	17	2.11	50	2.01
6	2.45	18	2.10	60	2.00
7	2.36	19	2.09	80	1.99
8	2.31	20	2.09	100	1.98
9	2.26	22	2.07	150	1.98
10	2.23	24	2.06	300	1.97
11	2.20	26	2.06	1000	1.96
12	2.18	28	2.05	∞	1.96

СОДЕРЖАНИЕ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ НА ПРИШКОЛЬНОМ УЧАСТКЕ.....	3
ЗНАЧЕНИЕ ОПЫТНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ.....	3
ТЕМАТИКА ОПЫТНОЙ РАБОТЫ.....	4
ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЫТА.....	5
ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ.....	6
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ОПЫТА.....	7
ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ РАБОТЫ В ПОЛЕ.....	12
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ (МЕТОД СЛУЧАЙНЫХ БЛОКОВ).....	13
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ ОПЫТОВ	18
ТЕМА 1	
ЗАВИСИМОСТЬ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (CALENDULA OFFICINALIS L.) ОТ ФОРМЫ СЕМЯН.....	19
ТЕМА 2	
ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ДНЯ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЯ КОРОТКОГО ДНЯ - АСТРЫ КИТАЙСКОЙ (ASTER CHINENSIS L.).....	28
ТЕМА 3	
ВЛИЯНИЕ ПРОГРЕВАНИЯ СЕМЯН НА РАЗВИТИЕ КОСМЕИ ДВОЯКОПЕРИСТОЙ (COSMOS BIPINNATUS SAV.).....	29
ТЕМА 4	
ВЛИЯНИЕ МУЛЬЧИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЦВЕТЕНИЯ САЛЬВИИ ВЛЕСТЯЩЕЙ (SALVIA SPLENDENS KER. GAWL.).....	29
ТЕМА 5	
ВЛИЯНИЕ КВАРЦЕВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВИОЛЫ ВИТРОККА (АНЮТИНЫ ГЛАЗКИ) (VIOLA VITROSSAE L.).....	30

ТЕМА 6	
ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ НА ОКРАСКУ	
ЛИСТЬЕВ БЕГОНИИ ВЕЧНОЦВЕТУЩЕЙ (BEGONIA	
SEMMPERFLORES LINK. ET OTTO).....	31
ТЕМА 7	
ВЛИЯНИЕ ЦВЕТНЫХ ТЕНТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ	
ОЧИТКА ПУРПУРОВОГО (SEDUN PURPUREUM LINK.).....	32
ТЕМА 8	
ВЛИЯНИЕ МЕРТВЫХ ОСТАТКОВ СОРНЯКОВ (ПЫРЕЯ	
ПОЛЗУЧЕГО) НА ВСХОЖЕСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭШШОЛЬЦИИ	
КАЛИФОРНИЙСКОЙ (ESCHSCHOLZIA CALIFORNICA CHAM.) 32	
ТЕМЫ ДРУГИХ ОПЫТОВ.....	32
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	35
ТАБЛИЦА 1	
РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ЧИСЛА.....	35
ТАБЛИЦА 2	
5%-Е КРИТИЧЕСКИЕ УРОВНИ F РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИШЕРА.....	36
ТАБЛИЦА 3	
5%-Е КРИТИЧЕСКИЕ УРОВНИ T РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТЬЮДЕНТА..	37

КОШПАЕВА Мария Матвеевна
ГЛОТОВ Николай Васильевич

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ОПЫТОВ
НА ПРИШКОЛЬНОМ УЧАСТКЕ**

Литературный редактор

Смоляр Е.Г.

Технический редактор

Родникова С.А.

Компьютерная верстка

Токмакова С.В.

Лицензия ЛР № 020270 от 12 ноября 1996 г.

Тем. план 1998 г. № 82.

Подписано в печать 20.10.98 г. Формат 60x84/16.

Усл.-печл. 2,50. Уч.-изд.л. 2,32.

Тираж 100. Заказ № 2279.

Оригинал-макет подготовлен к печати в РИО и отпечатан ПУ
Марийского государственного университета
424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1