

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»

Кафедра агроэкологии и химии

**Методические указания
к учебной практике по агрохимии, защите растений
для студентов агрономического факультета**

**направления подготовки 35.03.03
«Агрохимия и агропочвоведение»
направления подготовки 35.03.04
«Агрономия»**

Молодежный 2021

УДК 378.147.88:631.8:632(072)

М 545

Рекомендовано к изданию методической комиссией агрономического факультета Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского (протокол № 7 от 16.03.2021 г.)

Составитель: к.с.-х.н. Замашиков Р.В., доцент кафедры агроэкологии и химии

Рецензент: к.б.н. Рябина О.В., доцент кафедры земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского.

Методические указания к учебной практике по агрохимии, защите растений для студентов агрономического факультета направления подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», направления подготовки 35.03.04 «Агрономия» / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского ; сост. Р. В. Замашиков. – Молодёжный : Из-во Иркутского ГАУ, 2021. – 46 с.

Настоящие методические указания предназначены для студентов агрономического факультета направлений подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия» при прохождении ими летней учебной практики по агрохимии и защите растений.

Учебная практика проходит на опытном поле кафедры агроэкологии и химии. В ходе закрепления полученного теоретического материала непосредственно в полевых условиях, студенты должны освоить методы полевых исследований, научиться выявлять особенности питания культурных растений, применения удобрений, оценки засоренности посевов сельскохозяйственных культур сорными растениями, практически освоить методику борьбы с сорняками.

© Замашиков Р.В., 2021
© Иркутский ГАУ имени А.А. Ежевского, 2021

Содержание

Введение.....	4
1. Почвенная диагностика.....	5
1.1. Отбор почвенных образцов.....	5
1.2. Подготовка образцов к анализу.....	6
1.3. Выбор метода определения.....	6
2. Методы растительной диагностики.....	7
2.1. Визуальная диагностика.....	7
2.2. Биометрическая диагностика.....	11
2.3. Химическая диагностика.....	12
2.3.1. Порядок выполнения работы.....	13
2.3.2. Результаты диагностики питания растений.....	18
3. Расчет доз удобрений.....	18
4. Меры безопасности при работе с минеральными удобрениями.....	20
5. Охрана окружающей среды при применении агроメリорантов.....	20
6. Учёт засорённости посевов.....	21
6.1. Составление маршрута обследования.....	22
6.2. Методы определения засорённости.....	22
7. Выбор препарата, сроков и способов внесения пестицидов.....	24
7.1 Выбор препарата.....	24
7.2 Выбор способа внесения гербицидов.....	25
8. Норма расхода гербицидов.....	26
9. Техника безопасности при работе с пестицидами.....	29
10. Оценка эффективности применения гербицидов в агроценозе.....	29
10.1. Биологическая эффективность борьбы с сорняками.....	30
10.2. Хозяйственная эффективность.....	31
10.3. Экономическая эффективность.....	31
Литература	33
Приложения.....	34

Введение

Учебная практика проходит на базе кафедры агроэкологии и химии. В ходе закрепления полученного теоретического материала непосредственно в полевых условиях студенты должны освоить различные методы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур, проводить предварительное обследование посевов на предмет количества сорных растений и их видовой состав для подбора более эффективного препарата и подавления широкого спектра сорняков.

Основные задачи учебной практики по агрохимии и защите растений:

- научиться применять в практической агрономической работе теоретические знания по агрохимии и защите растений;
- освоить в полевых условиях методику проведения почвенной и растительной диагностики и научиться использовать материалы диагностики для обеспечения оптимального питания растений;
- ознакомиться с комплексной диагностикой питания растений и научиться практически, использовать ее результаты;
- проводить предварительное обследование посевов и учёт засорённости;
- научиться подбирать препараты, сроки и способы внесения пестицидов, рассчитывать норму расхода, определять хозяйственную и экономическую эффективность применения пестицидов.

1. Почвенная диагностика

Цель проведения: определить содержание доступных форм питательных веществ в корнеобитаемом слое перед посевом или в периоды активного поглощения питательных веществ из почвы, полученные результаты используются при определении доз удобрений и необходимости подкормки.

1.1. Отбор почвенных образцов

Для агрохимической характеристики сельскохозяйственных угодий почвенные образцы отбирают, как правило, с определенной площади поля. В полевом почвенном обследовании размер элементарного участка, с которого отбирается один смешанный образец, определяется уровнем обеспеченности минеральными и органическими удобрениями, равномерностью их внесения, пестротой почвенного покрова, рельефом сельскохозяйственных угодий и их целевым назначением.

В условиях Восточной Сибири при низком уровне применения удобрений и значительной неоднородности почвенного покрова один смешанный образец в полевых севооборотах берут с площади 10 га. В овощных и прифермских севооборотах, где высокий уровень удобрений, площадь элементарного участка составляет 1...3 га. На сенокосах и пастбищах площадь элементарного участка может достигать 20...25 га. В полевых опытах площадь участка для отбора одного смешанного образца обычно равна площади делянки. В теплицах площадь участка для отбора смешанного образца равна площади теплицы, но не более 250 м² при условии однородности грунта, равномерной удобрённости и одной возделываемой культуры. Если в пределах теплицы эти условия не соблюдаются, то площадь теплицы делится на элементарные участки по однородности, и с каждого участка отбирается смешанный образец.

Очевидно, что для почвы данного участка образец может быть получен лишь при одинаковой системе обработки почвы и уровне предшествующей удобрённости почвы.

В полевых опытах и при полевой почвенной диагностике на содержание нитратного азота перед посевом почвенные образцы обычно отбирают с двух горизонтов 0...20 и 20...40 см специальными бурами. Смешанный образец вставляют из 5...15 индивидуальных проб в зависимости от емкости бура и площади элементарного участка.

Отбор почвенных образцов при полевом обследовании и в теплицах

проводят тростьевым буром или лопатой со всей глубины пахотного слоя или грунта. В зависимости от конструкции бура один смешанный образец составляют из 0...30 индивидуальных, а при отборе лопатой из 5...10 индивидуальных образцов, взятых с типичной для данного участка площадке. На посевах одну половину индивидуальных образцов берут из рядков или гребней, другую – из междурядий. Образцы не следует отбирать непосредственно после внесения минеральных и органических удобрений, извести, с краев полей, а также на бывших местах расположения штабелей навоза, торфа, скирд соломы или сена, каждый смешанный образец массой 300...400 г. упаковывают в матерчатые или полиэтиленовые мешки и маркируют.

На этикетке в опытных образцах указывают номер варианта, повторность, горизонт, срок отбора, шифр опыта, фамилию исполнителя. При поле-вом (следовании на этикетке указывается адрес хозяйства, номер севооборота, поля и образца, возделываемую культуру, дату отбора, фамилию исполнителя).

1.2. Подготовка образцов к анализу

Почвенные образцы необходимо в течение суток после отбора довести до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу или сушильной камере при температуре 40...45°C, а при их отсутствии в сухом, теплом, хорошо проветриваемом помещении. Особенно это необходимо при почвенной диагностике по содержанию нитратного азота с целью приостановления микробиологических процессов в отобранных образцах.

Высушенные образцы размалывают на почвенной лабораторной мельнице. Небольшие партии образцов ночью растирают вручную пестиком в фарфоровой чашке. После размолла почву просеивают через сито диаметром 1 мм. При определении общего азота и гумуса перед размолом из почвы удаляют растительные остатки. Невыбранные мелкие корневые волоски после размолла удаляют наэлектризованной стеклянной или эбонитовой палочкой.

1.3. Выбор метода определения

В зависимости от обеспеченности лабораторным оборудованием нитратный и аммиачный азот можно определять фотоколориметрическим и потенциометрическим методами.

Подвижный фосфор и обменный калий обычно определяют в одной почвенной вытяжке. Для получения почвенных вытяжек используют слабые растворы кислот или растворы гидrolитически щелочных солей.

В полученных вытяжках фосфор определяют на фотоколориметре, а обменный калий на пламенном фотометре.

Результаты анализов при определении нитратного и аммиачного азота выражаются в мг/кг воздушно-сухой почвы, по фосфору и калию (P_2O_5 и K_2O) в мг/100 г воздушно-сухой почвы. Полученные результаты сравнивают с зональными градациями обеспеченности по каждому элементу для соответствующего метода, и определяют степень нуждаемости в том или ином удобрении и определяют дозы удобрений при их допосевном внесении и в подкормках с учетом данных растительной диагностики.

2. Методы растительной диагностики

Основной принцип растительной диагностики гласит: на растение действуют только те элементы, которые в него поступили. Если анализ почвы дает сведения о запасе питательных веществ в почве, то анализ растения указывает, что из этого запаса ему доступно. Используют следующие виды растительной диагностики:

- а) визуальная – по внешним признакам нарушения питания растения проводится осмотр посева без отбора проб растений;
- б) биометрическая диагностика;
- в) химическая диагностика.

2.1. Визуальная диагностика

Это сугубо качественный метод. Основа его состоит в том, что нарушение питания устанавливают по внешним признакам или ослаблению роста, изменению формы и окраски стеблей и листьев. Дефицит или избыток разных элементов питания вызывает характерные для каждого элемента симптомы физиологического расстройства, по которым можно определить причину плохого роста и развития растений. Приступая к определению причин нарушения питания растений, надо, прежде всего, обратить внимание на какой части растения проявляются внешние признаки. Участки посева с визуальными признаками нарушения питания отмечают на плане поля и применяются меры ликвидации недостаточности питания.

Рассмотрим признаки визуальной диагностики при остром недостатке или токсичном избытке разных элементов у основных сельскохозяйственных культур. Наглядно иллюстрируют эти признаки цветные рисунки использование которых в качестве справочного материала помогает специалистам в

практической работе.

Недостаток азота. У всех растений – однолетних, двулетних, многолетних – при недостатке азота замедляется рост стеблей, ветвей и корней. Пожелтение листьев (прежде всего нижних) из-за распада хлорофилла переходит затем в побурение тканей, и листья засыхают. Заболевание распространяется на листья следующего яруса.

Общие признаки для всех растений такие: одревеснение стеблей, острый угол расположения листа к стеблю, задержка роста, уменьшение цветков и их быстрый опад. Малое число ненормально развитых и окрашенных плодов. Весь цикл вегетации и созревания ускорен.

Соцветия *злаков* укорочены из-за раннего отмирания меристемы: колосья и початки укорочены сверху, а метелки снизу. Плохая озерненность. Зерна щуплые. Растение небольшое, стебель тонкий, жесткий, листья узкие, прижаты к стеблю. Стебли снизу могут иметь пурпуровый оттенок. Характерно пожелтение нижних листьев *кукурузы* начинается с верхнего кончика листа и продолжается вдоль главной жилки, причем края листа некоторое время остаются зелеными. Початки искривленные.

У *картофеля* дефицит азота проявляется острее недостатков других элементов. Резко задержан рост: нижние листья сначала светло-зеленые, затем желто-зеленые, края закручены внутрь (чашеобразный лист); клубни мелкие.

Для *капусты* белокочанной и цветной недостаток азота характерен розово-желтыми нижними листьями, медленным ростом растений.

Общий габитус растений *огурца и томата* веретенообразный; стебли тонкие, жесткие; листья, начиная с нижних, желто-зеленые, желто-бурые; цветки мелкие, многие опадают. Плоды огурца светло-зеленые, искривленные, к концу заостренные, их кончик загнут. У томатов на обратной стороне желтых нижних листьев появляется антоциановая окраска. Рост задержан. Стебли постепенно краснеют.

Лук на недостаток азота реагирует рано. Растение медленно растет, листья мелкие, светло-зеленые, позднее буро-серые.

Редис при дефиците азота отличается мелкими желто-зелеными листьями и небольшим корнеплодом.

Из *плодовых* культур резче всех на недостаток азота реагирует персик. У него появляются признаки азотного голодания даже при задернении почвы и плохой ее обработке. У всех плодовых первые признаки недостатка азота проявляются в пожелтевших листьях у основания побегов, в задержке прироста плодов.

Избыток азота. Проявляется избыток этого элемента у всех растений на нижних листьях: при буро-зеленом их цвете края пластинок буреют, загибаются к нижней стороне «обожженными» краями. Распад тканей листа от краев распространяется по всей пластинке, лист гибнет. Вегетация укорачивается.

Недостаток фосфора. Физиологическое заболевание начинается с нижних листьев. Листья зеленые с голубоватым оттенком (при достаточной обеспеченности азотом), но между жилками появляются бурые пятна, которые затем сливаются и листья засыхают. Весь цикл онтогенеза замедляется. Рост надземных частей и корней ослабляется. Часто на стеблях, ветвях с низу листьев появляется фиолетово-красная окраска. Край больных листьев при фосфорном голодании загибаются кверху.

Резко уменьшается образование и развитие репродуктивных органов. Цветки мелкие, опадающие, соцветия мелкие, плохо озерненные, обсемененные.

Початки у *кукурузы* с кривыми рядами зерен; сверху початок заострен, верхушка засыхает.

У *картофеля* ухудшается качество клубней, в мякоти образуются бурые пятна, которые при варке затвердевают.

У всех видов *капусты* вдоль жилок снизу старых листьев пурпуровая окраска. Рост задержан.

При дефиците фосфора у *томата* сначала краснеют снизу старые листья, а позже – все растение. Плоды поздно развиваются, мелкие.

Недостаток фосфора у *бобовых* вызывает задержку роста покраснение стеблей. Цветение и плодоношение задержаны.

Недостаток калия. У всех растений появляется «краевой ожог» нижних листьев.

У *зерновых* культур листья морщинистые; стебли полегают. Приостановлен рост междоузлий, листья сближены. Развитие цветков и созревание зерна задержано.

Для *кукурузы* характерна окраска сформированных листьев: края желтые, затем буреют, отмирают; у жилки лист зеленый (при недостатке азота – наоборот). Початки мелкие, щуплые, плохо озерненные, с заостренной верхушкой. Растения неустойчивы к полеганию.

Картофель имеет узкие нижние листья, они плотно прилегают к стеблю, морщинистые, бронзово-зеленые с «краевым ожогом», свернуты вниз, края рваные. Рост задержан, кусты мелкие. Столоны короткие, клубни мелкие.

У овощных культур нижние листья серовато-желтые с «краевым ожогом». Растения слабые, неустойчивые к болезням. Резко замедлен рост, снижен урожай. Ослаблен синтез крахмала и его передвижение в другие органы.

Капуста: становятся бронзовыми края старых листьев, а затем листья буреют целиком.

Огурец: края листьев бронзовые, плоды одутловатые к верхушке и узкие к ветви.

Томат: листья мелкоморщинистые, мелкие плоды с темными пятнами на кожуре и в мякоти, плоды некрепкие.

Лук: старые листья с кончиков серовато-желтые или соломенно-желтые, позже лист подсыхает.

Морковь: нижние листья бледно-серые, закрученные.

У бобовых после известкования обостряется потребность в калии. При остром дефиците калия отношение Са : К—8 : 1 (норма Са : К<4 : 1). Края нижних листьев с «краевым ожогом», рваные. У сои семена плохого качества. У люцерны, клевера рост останавливается раньше, чем появятся признаки калийного голодания. У люцерны в этом случае в листьях 1—1,25% калия, а она может содержать его до 4%.

Недостаток кальция. Он проявляется на верхних, молодых частях растений. Верхние листья белесые, нижние – зеленые. При остром дефиците кальция верхушки стеблей теряют тургор и сгибаются вниз вместе с верхними листьями и соцветиями из-за ослабления клеточных стенок молодых тканей, в состав которых входит кальций. Заболевшие ткани ослизняются и листья концами могут слипаться. Точки роста отмирают. Дефицит этого элемента обостряется на кислых почвах.

Даже у *картофеля*, чувствительного к известкованию, верхние листья с трудом распускаются. Точки роста стебля отмирают. В клубнях, начиная от места их прикрепления, появляются участки отмершей ткани. Корни укорочены, часто со вздутиями.

Плоды *томата* в средние имеют темные пятна отмерших тканей.

Недостаток магния. Поскольку магний входит в состав хлорофилла, то при недостатке этого элемента хлорофилл распадается, начиная с пластинок нижних листьев. Отток магния из старых листьев в молодые происходит по жилкам. Жилки долго остаются зелеными, а межжилковые участки листа обесцвечиваются.

У злаковых культур при параллельном жилковании нижние листья становятся полосатыми, а у других – выступают зеленые жилки в виде елочки на бе-

лесом фоне пластинки. Осветление листа начинается с краев и развивается к середине.

Просо сильно реагирует на недостаток магния и потому может служить индикатором на дефицит этого элемента.

При дефиците магния заболевают нижние листья *капусты цветной, огурца, кормового боба и люцерны*.

Картофель реагирует на недостаток магния заболеванием нижних листьев, которое начинается с черешка. Острее магниевое голодание проявляется на лёгких кислых почвах, при обильном калийном удобрении и сильных осадках.

Недостаток серы. Сера в растение может поступать как через корни, так и через листья за счет осаждения на листьях ее соединений в воздушной среде, Уменьшение использования каменного угля в качестве топлива снизило количество этого элемента в воздух, и потому усилилась потребность в нем растений. Хотя сера непосредственно *не* входит в состав хлорофилла, но при ее недостатке также обнаруживается появление хлороза: листья, начиная с молодых, становятся желтыми, иногда оранжевыми или с красноватым оттенком. Рост заторможен. Побеги, особенно у древесных растений, укорочены, твердые, тонкие и прямые.

У *бобовых* культур ухудшатся развитие клубеньков и снижается интенсивность фиксации азота.

2.2. Биометрическая диагностика

Биометрическая диагностика позволяет по размеру растения, числу основных органов, весу сырой и сухой массы растения и его органов в каждую фазу развития установить нормально ли развивалось растение, и за счет каких факторов сформировался урожай. Биометрические исследования проводятся на целых растениях: промеры растений (не менее 50 шт. по диагонали участка) проводят в поле, а для учета веса отдельных органов и всего растения отбирают 10 шт. из измеренных растений. Результаты этих измерений важно сопоставлять с данными химической диагностики, т.к. близкое содержание элемента может быть как в малом, так и в крупном растении. Если небольшое растение богато питательным элементом, следовательно, не питание, а другой фактор ограничил рост растения. И, наоборот, если такое растение бедно элементами питания, то, следовательно, оно голодает.

2.3. Химическая диагностика

Химическая диагностика позволяет определить содержание питательных элементов в растениях и установить влияние каждого элемента питания на использование других, начиная с их поглощения. Важно и то, что по химическому составу нормально развитых, высокоурожайных растений можно определить оптимальное количество и качественное соотношение основных элементов питания по фазам их развития, Это дает возможность уточнить необходимый состав видов удобрений и систему их применения с учетом потребности в них растений по периодам формирования урожая и направленно повлиять на него.

Химическая диагностика включает несколько методов анализа растений, Общий анализ проб индикаторных органов после их озоления (чаще всего листьев) называется **листовой диагностикой**.

Методы анализа неорганических соединений элементов питания носят название **тканевой диагностики**.

С помощью прибора ОП-2 Церлинг по цветным капельным реакциям проводят определение нитратов, фосфора и калия в соке надземной массы.

Отбор растительных проб на анализ должен проводиться в первой половине дня. Перед отбором всю площадь обследуемого посева визуально делят на сколько участков в зависимости от ее размера и состояния растений. С каждого выделенного участка по диагонали отбирают растительные пробы. Выбор индикаторного органа, методики и срока отбора проб зависят от биологических особенностей растений, их возраста, фазы развития, хозяйственных возможностей. При этом следует иметь в виду, что определяемых им методом неорганических соединений больше всего в тех органах, которые богаты судистопроводящей тканью, молодые растения богаче органическими питательными веществами, чем взрослые, а такие соединения, как нитраты, к фазе цветения почти исчезают в тканях даже хорошо обеспеченного растения. Следовательно, наиболее резкие различия между растениями, могут быть получены до фазы цветения, т.е. тогда, когда применение подкормок наиболее эффективно. При изучении динамики питания растений следует учесть, что наиболее важными фазами развития растений являются следующие четыре срока, в которые рекомендуется брать растения для анализа:

До начала кущения или ветвления.

1. Самая ранняя бутонизация, а у злаков стеблевание, начало трубкования.

2. Бутонизация, а у злаков трубкование, (пять листьев для яровых).
3. Цветение.

2.3.1. Порядок выполнения работы

Все определения проводят на грубых бритвенных срезах тех или иных частей растений. Все определения основаны на цветных реакциях, интенсивность окрасок которых сравнивают с соответствующими шкалами для каждого из трех исследуемых элементов, оценка дается в баллах.

а) Определение фосфора.

На сухое предметное стекло, под которое подложена белая бумага, кладут срезы растений, затем с помощью стеклянных лопатки и пестика выдавливаются сок из среза растения, наносится капля молибденово-кислого аммония. После этого на пятно сока наносят последовательно по одной капле раствора бензидина и уксуснокислого натрия.

Таблица 1 – Шкала потребности растений в фосфорных удобрениях

Балл	Визуальные признаки окраски среза	Содержание фосфатов
1	серо-голубой, пучки темные	низкое
2	светло-синяя, сосудистые пучки синие	среднее
3	темно-синяя, сосудистые пучки иссиня-черные	высокое

При наличии фосфатов в растении на стекле появляется синее закрашивание. Интенсивность окраски сравнивают с результатами таблицы 1 и цветной шкалой, которая прилагается к прибору ОП-Церлинг. Результаты записывают в баллах и устанавливают степень нуждаемости растений в фосфорных удобрениях.

Таблица 2 – Шкала потребности в азотных удобрениях

Балл	Визуальные признаки окраски среза	Содержание нитратов
1	бледно-голубоватая, очень быстро наступает обугливание среза	низкое
2	синяя, постепенно исчезающая	среднее
3	темно-синяя или темно-фиолетовая, быстро	высокое

б) *Определение нитратов.*

На предметное стекло кладут срезы растения, затем на каждый срез наносят по одной капле 1 % раствора дифениламина, и следят за появлением синей окраски. Интенсивность окраски сравнивают с данными таблицы 2 и цветной шкалой прибора. Результаты записывают в баллах шкалы, которые разграничены по степени нуждаемости в азотных удобрениях.

в) *Определение калия.*

На сухое предметное стекло, под которое подложена белая бумага, кладут срезы растения. Затем срезы продавливают стеклянным пестиком и на пятно сока наносят последовательно по одной капле раствора дипикрилами-ната магния и соляной кислоты. Соляная кислота растворяет избыток реакти-ва, образуя лимонно-желтое окрашивание, и не растворяет калийную соль ди-пикриламидата. Поэтому лимонно-желтая окраска указывает на отсутствие калия, а оранжево-красная на наличие калия. Интенсивность окраски сравни-вают с таблицей 3 и цветной шкалой для определения калия. Результаты запи-сывают в баллах шкалы и устанавливают степень нуждаемости растений в ка-лии.

Таблица 3 – Шкала потребности растений в калийных удобрениях

Балл	Визуальные признаки окраски среза	Содержание калия
1	соломенно-желтая	низкое
2	оранжевая	среднее
3	красно-оранжевая	высокое

2.3.2. Обсуждение результатов диагностики питания растений

Для практического использования результатов диагностики выделено пять диапазонов содержания макроэлементов в листьях: низкий, недостаточный, оптимальный, высокий, избыточный, характеризующих степень обеспеченности растений элементами питания.

1. При низком содержании какого-либо элемента в листьях темпы роста растений, способность к образованию урожая резко снижается, наблюдаются явные внешние симптомы острого голодания.

2. Недостаточный уровень характеризует так называемое скрытое голодание, т.е. без внешних признаков голодания. Если другие факторы жизни не лимитированы, то повышение концентрации в растении путем внесения удоб-

рений или применения других агротехнических приемов, улучшающих условия питания, стимулирует ростовые процессы, увеличивает урожай и его качество, в том числе повышает вкусовые характеристики продукции.

3. Оптимальный уровень питания – соответствует содержанию элемента, указывающего на достаточное поступление в растение питательного элемента из почвы, обеспечивающее при наличии других благоприятных условий роста, наилучшее развитие растений, максимальный урожай и высокое качество продукции.

4. Высокий уровень содержания элемента в растении свидетельствует об его обильном поступлении в корни или указывает на его накопление в тканях из-за расстройства в обмене веществ растения, вызываемое недостатком, какого либо другого элемента.

5. Избыточное содержание элемента в растении подавляет ростовые процессы, снижает урожай и качество продукции вследствие чрезмерного поглощения данного элемента или серьезного расстройства в обмене веществ. Симптомы избытка или токсичности элементов обычно хорошо выражены визуально.

Таблица 4 – Способы и сроки отбора проб разных культур для химической диагностики

Период, фаза развития	Вид диагностики	Индикаторный орган
Озимые и яровые злаковые культуры		
выход в трубку	листовая	вся надземная часть
	тканевая	ниже части стеблей
колошение	листовая	вся надземная часть, 2-й и 3-й лист снизу
	тканевая	нижние части главных стеблей
молочная спелость	листовая	вся надземная часть, верхние зеленые листья, колос
полная спелость	листовая	вся надземная часть, солома, зерно
Многолетние травы		
до выхода в трубку	листовая	вся надземная часть
	тканевая	нижняя часть стебля
бутонизация, начало цветения, сенокос	листовая	вся надземная часть
	тканевая	нижние ярусы стебля
Картофель		
до бутонизации	листовая	вся надземная часть
	тканевая	черешки листьев главного побега
цветение	листовая	4-5-й лист главного побега вся надземная часть
уборка урожая	листовая	ботва, клубни

Продолжение таблицы 4

Капуста белокочанная		
рассада	листовая	вся надземная часть
	тканевая	черешки второго листа и стебель
розетка	листовая	4-5-й лист сверху
	тканевая	их черешки и главные жилки
начало завязывания	листовая	верхние листья под кочаном
	тканевая	черешки и жилки этих листьев
уборка урожая	листовая	Сектор кочана – ¼ его размера
	тканевая	Жилки листьев, кроющих кочан
Огурец		
рассада	листовая	вся надземная часть
	тканевая	черешки 1-2-го листа
5-7 лист	листовая	закончившие рост здоровые листья
	тканевая	черешки 5-го листа сверху
цветение	листовая	здоровые листья
	тканевая	черешки этих листьев
завязывание плодов	листовая	закончившие рост здоровые листья
	тканевая	черешки этих листьев
созревание плодов	листовая	закончившие рост здоровые листья
	тканевая	черешки этих листьев
уборка плодов	листовая	стебли, плоды
	тканевая	стебли, плоды
Томат		
рассада	листовая	вся надземная часть
	тканевая	нижняя часть стебля, черешки нижних листьев
начало цветения 2-й кисти	листовая	листья пятого яруса сверху на главном стебле
	тканевая	черешки этих листьев
уборка урожая	листовая	листья плодовых ветвей, зрелые плоды
	тканевая	Черешки этих листьев, зрелые плоды
Корнеплоды		
4-й настоящий лист	листовая	вся надземная часть
	тканевая	черешки 1-2-го листа
6-8-й лист	листовая	закончившие рост здоровые листья
	тканевая	черешки 5-го листа сверху
начало образования корнеплодов	листовая	средние листья или все листья
	тканевая	черешки этих листьев
уборка урожая	листовая	ботва, корнеплоды
	тканевая	черешки здоровых листьев, часть корнеплодов

Важен учет взаимодействия элементов при их использовании растением. Это выражает соотношение элементов в растении. Для этого можно пользоваться либо отношением одного элемента к другому, либо процентной долей каждого элемента в сумме трех элементов, принятой за 100%, например – ($N+P+K=100\%$).

Важным условием высокой эффективности химической диагностики является своевременность отбора растительных образцов (табл. 4).

При составлении заключения об обеспеченности питанием культуры необходимо одновременно анализировать не один, а несколько элементов, но не менее трех важнейших – N, P и K. В этом состоит **первое** правило растительной диагностики. Концентрация элементов в растении зависит от его массы. В вегетацию эта зависимость является следствием двух противоположно направленных процессов: скорости поглощения элемента и скорости прироста массы (т.е. расхода веществ на ростовой процесс). Поэтому для правильного заключения о значимости данных химической диагностики, их обязательно надо сопоставлять с данными биометрических измерений. Это составляет **второе** правило диагностики. Растительная диагностика является одним из разделов агрохимии, и на нее распространяются все правила агрохимических исследований, в том числе учет внешних и внутренних факторов роста растений, среди которых важное место занимают свойства почвы, погодные условия и агротехника. Учет этих факторов является **третьим** правилом растительной диагностики.

Используют также способ вычисления сбалансированного соотношения элементов (при их оптимальном количестве), когда содержание одного из них принимают за единицу, а количество остальных вычисляют по отношению к этому элементу. Н.К. Болдырев, пользуясь этим способом, дает для зерновых культур следующее соотношение элементов при содержании азота, принятом за единицу:

$$1N=1,2\times P=1,2\times K,$$

Установлены ряды баланса элементов в некоторых овощных, кормовых культурах и картофеле. Элементом сравнения служит ведущий среди макроэлементов азот. Формула баланса имеет вид:

$$N = a_1 \times P = a_2 \times K = a_3 \times Ca = a_4 \times Mg \text{ и др.},$$

где $a_1 \dots a_n$, – цифровые величины каждого элемента к элементу, принятому за единицу.

Подобные балансовые соотношения макроэлементов составлены для многих сельскохозяйственных культур. Например, сбалансированное соотношение валового содержания элементов в листьях огурца (цветение) составляет:

$$N=1 \times P=1,4 \times K=1,1 \times Mg,$$

В листьях томата баланс валового содержания элементов в фазу 1-5 кисти представлен так:

$$1N = 10 \times P=1 \times K=3,7 \times Mg,$$

Многие ученые, разрабатывающие методы диагностического контроля минерального питания растений, пользуются парными соотношениями элементов N/P, P/K и др.

3. Расчет доз удобрений

Расчет доз удобрений обычно базируется на агрохимической характеристике почв и на результатах полевых опытов с удобрениями. Дальнейшее уточнение этих доз производится с учетом данных растительной диагностики.

Расчет количества питательных элементов, необходимого для получения планируемого урожая, можно провести нормативным методом по формуле:

$$D=U_{\text{п}} \times N \times K_{\text{п}},$$

где D – доза минеральных удобрений, необходимая для получения планового урожая,

$U_{\text{п}}$ – плановый урожай, ц/га

N – норматив затрат удобрений, кг д.в./ц. продукции,

$K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент на почвенное плодородие.

В расчетах необходимо пользоваться нормативами, представленными в таблице 5. величина поправочного коэффициента на почвенное плодородие определяется по таблицам 6 и 7 с учетом исходной информации.

Таблица 5 – Нормативы затрат минеральных удобрений, кг д. в. на 1 ц продукции

Культура	всего	в том числе		
		азот	фосфор	калий
зерновые, в т.ч.	5,7	1,9	2,0	1,8
яровая пшеница	5,4	1,9	1,8	1,7
овес	5,3	1,7	2,0	1,6
ячмень	5,8	1,9	1,9	2,0
горох	7,0	1,8	2,8	2,3
картофель	1,14	0,45	0,35	0,34
капуста	0,78	0,26	0,25	0,27
морковь	1,04	0,36	0,27	0,41
кукуруза на силос	0,93	0,4	0,24	0,29
кормовые корнеплоды	0,7	0,21	0,21	0,28
однолетние травы на сено	4,3	2,4	1,4	1,5
многолетние травы на сено	5,16	1,73	1,67	1,76

Таблица 6 – Поправочные коэффициенты к нормам азотных удобрений в зависимости от содержания гумуса и предшественника

характеристика содержания гумуса	содержание гумуса в почве, %	предшественник		
		пар	пласт мн. трав	зерновые
очень низкое	<2	0,8-1,0	0,7-1,0	1,1-1,3
низкое	2-4	0,6-0,9	0,6-0,8	1,0-1,2
среднее	4-6	0,4-0,7	0,5-0,7	0,8-1,1
повышенное	6-9	0,2-0,5	0,5-0,7	0,7-1,0
высокое	9	0-0,3	0,4-0,6	0,6-0,9

Таблица 7 – Поправочные коэффициенты в нормах фосфорно-калийных удобрений в зависимости от обеспеченности почв фосфором и калием

содержание питательных веществ в почве	зерновые, травы, пропашные	овощные, кормовые, корнеплоды
низкое	0,9-1,1	1,2 – 1,3
среднее	0,7-0,9	0,9-1,2
высокое	0,3-0,5	0,6-0,9

После определения общих доз питательных веществ по каждому полю определяют ассортимент применяемых удобрений, исходя из их наличия, и пересчитывают дозы удобрений на физический вес.

4. Меры безопасности при работе с минеральными удобрениями

Безопасность труда при работе с минеральными удобрениями должна быть обеспечена максимальной механизацией, строжайшим соблюдением правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм.

Лица, привлекаемые к работе с пестицидами, в обязательном порядке проходят инструктаж по технике безопасности с регистрацией в специальном журнале.

К работе с удобрениями не допускаются лица моложе 18 лет, беременные, кормящие женщины, и лица страдающие заболеваниями органов зрения, дыхания, сердечно-сосудистой и нервной системы.

Организация, ответственная за проведение работ, должна обеспечить всех лиц, работающих с минеральными удобрениями и агроメリорантами, средствами индивидуальной защиты. Продолжительность рабочего дня при этом составляет не более шести часов.

В период сбора урожая, особенно в ранние сроки, необходимо вести оценку качества свежей продукции по содержанию в ней нитратов (табл.8).

Таблица 8 – Допустимые уровни содержания нитратов в растениеводческой продукции, мг/кг

Продукция	Содержание	Продукция	Содержание
Картофель	250	Томат	150
Капуста белокочанная	500	Свекла	1400
Лук репчатый	80	Кабачок	400
Лук перо	600	Листовые овощи	2000
Морковь	150	Арбуз	60
Редис	150	Огурец	150

5. Охрана окружающей среды при применении агроメリорантов

Мероприятия по проведению агрохимических работ необходимо проводить только после уточнения необходимости этих работ, а также доз вносимых удобрений, срока и способах их внесения.

Перевозить минеральные удобрения следует в заводской таре на транспорте, поддающемся легкой очистке и обеззараживанию.

При планировании и проведении всех видов агрохимических работ необходимо предусмотреть обязательное выполнение установленных в природоохранных требований. К природным объектам, требующим охраны, относятся реки и ручьи, земли вокруг населенных пунктов, ферм, естественные кормовые угодья.

На полях, где запланированы агрохимические работы установлены следующие природоохранные зоны: *прибрежная, водоохранная и санитарная.*

В прибрежной зоне (50 м) запрещается распашка земель, применение всех средств химизации, мытье машин и оборудования, организация лагерей скота, производственное строительство.

В водоохранной зоне запрещается применение средств химизации с помощью авиации, применение стойких, высокотоксичных пестицидов, складирование навоза, компостов, минеральных удобрений, заправка топливом, мойка и стоянка автотранспортного парка, внесение средств химизации по снежному покрову и по корке в период снеготаяния, строительство промышленных предприятий, размещение животноводческих комплексов и ферм.

В санитарно-охранной зоне (на 300 м) от населенного пункта запрещается применение средств химизации с помощью авиации, применение стойких, высокотоксичных ядохимикатов, складирование навоза и минеральных удобрений.

Выполнение природоохранных мероприятий, использование передовых технологий при внесении минеральных удобрений и других средств химизации практически исключает негативные явления на окружающую среду.

6 Учет засоренности посевов

Высокая эффективность мероприятий по химической защите посевов от сорных растений не возможна без проведения предварительного обследования посевов на предмет количества сорных растений и их видового состава. Помимо этого агроном должен знать ту фазу защищаемого растения, когда культура наиболее устойчива к химическим прополкам.

Видовой состав сорных растений определяют для подбора более эффективного препарата и подавления широкого спектра сорняков. Количественный учет засоренности посевов необходим для определения целесообразности применения пестицидов.

6.1 Составление маршрута обследования

Для проведения объективной фитосанитарной обстановки посевов необходимо ознакомиться с конфигурацией поля, а так же хорошо знать наиболее распространенные сорные растения (приложение 1).

В день предшествующий обследованию студент должен отобрать в поле сорные растения и в лабораторных условиях уточнить их название и принадлежность к ботаническому семейству. Описание сорных растений приводиться по таблице 9.

Таблица 9 – Описание сорных растений

Название сорняка и семейства	Биологическая группа	Морфологическая характеристика	Биологические особенности	Место обитания, какие культуры
1	2	3	4	5

Обследования проводят в период массового появления сорняков с учетом биологии защищаемой культуры. Так, поле яровых зерновых культур обследуют в фазе начала кущения, озимых зерновых – в конце осенней вегетации и весной после отрастания; кукурузы – в фазе двух-трех листьев. Учет засоренности пропашных культур проводят перед междурядной обработкой паров и необрабатываемых земель – при массовом появлении сорняков.

При обследовании посевов однородное поле или участок занятый одной культурой проходят по наибольшей диагонали и через равное расстояние делают остановки для проведения учета. При площади поля менее 50 га учет проводят в десяти точках, при площади поля 50-100 га в пятнадцати точках и в двадцати точках при площади обследуемого поля более 100 га.

Решение о проведении химической обработки принимается после определения степени засоренности посевов сорными растениями.

6.2 Методы определения засоренности

Засоренность посевов определяют визуальным (глазомерным), количественным, и количественно-весовым методами.

Визуальный (глазомерный) метод является наиболее оперативным, но усредненным методом оценки засоренности. Оценка обилия сорняков проводится по их относительной численности в сравнении с густотой стеблестоя

культурных растений. Обычно выражается в баллах, по шкале, предложенной А.И. Мальцевым (табл. 10).

Таблица 10 – Шкала степеней обилия сорняков

Оценка, балл	Характеристика ступеней обилия	Степень засоренности
1	В посевах встречаются единичные сорняки	Слабая
2	В посевах встречаются сорняки в незначительном количестве и теряются среди культурных растений	Средняя
3	Сорняки встречаются в посевах обильно, но культурные растения преобладают	Сильная
4	Сорные растения преобладают над культурными, заглушают их	Очень сильная

Для повышения производительности и сокращения трудозатрат на определения засоренности поля нередко при визуальном учете оценку проводят не по видам сорняков, а по биологическим группам:

- Яровые
- Малолетние
- Двулетние
- Стержнекорневые
- Корнеотпрысковые
- Корневищные
- Клубневые и луковичные
- Полупаразиты или паразиты

При *количественном* учете засоренности поля (участка, делянки) согласно схемы маршрута, на каждом пункте остановки (точке) ведется подсчет по каждому виду сорных растений. Минимальный размер пробной площади для учета малолетних сорняков в большинстве случаев не должен быть менее 0,25 м², а многолетних – не менее 3 м². При равномерном распределении сорняков на обследуемом поле величина учетных площадей может быть уменьшена в 2-3 раза. При количественном учете в точке остановки произвольно накладывают на посевы рамку размером 50 × 50 см или более, после чего подсчитывают количество сорняков по видам и заносят по форме приложения 2.

При *количественно - весовом* методе учета также накладывают рамки в местах остановки и выбирают сорняки, подсчитывают их число и определяют надземную и подземную массу.

7 Выбор препарата, сроков и способов внесения пестицидов

Высокая эффективность пестицидов возможна только при квалифицированном проведении всех работ по выбору препарата и определению сроков обработки.

7.1 Выбор препарата

Ассортимент гербицидов постоянно совершенствуется, исключая высокотоксичные и стойкие гербициды, ограничивается применение летучих препаратов, а также гербицидов, опасных для пчел и требующих больших норм расхода.

По селективности к растениям гербициды делятся на избирательные и сплошного действия (общеистребительные). Гербициды сплошного действия применяют для уничтожения всех растений на площадях, где нет растений: на обочинах шоссе и железных дорог, осушительных и оросительных каналов, линиях электропередач и т.д. Селективные препараты уничтожают одни виды растений, не поражая другие.

Избирательность зависит от анатомо-морфологических и физиологических особенностей растений; обусловлена химическим составом и физико-химическими свойствами гербицида его физиологической активностью. Различают широкую избирательность, когда препарат поражает значительное количество видов сорняков в посевах нескольких культур (2,4Д, Прометрин). И узкую избирательность, когда гербицид поражает очень ограниченное число сорняков или даже только один сорняк (Пума – Супер, Топик).

Анатомо-морфологическая избирательность обусловлена различиями морфологического строения растений, так, растения с плотными покровными тканями, кутикулы, восковым налетом, густым опушением более устойчивы к гербицидам, так как плотные покровные ткани препятствуют их проникновению. Растения с листьями, направленными вертикально вверх так же более устойчивы к гербицидам, так как при опрыскивании значительная часть раствора скатывается с этих листьев. Так же устойчивость к почвенным гербицидам проявляют растения с глубокой корневой системой. Бодяк полевой, осот полевой, горчак ползучий, вьюнок полевой, хвощ полевой устойчивы к симметричным триазинам, потому что последние удерживаются в верхнем десятисантиметровом слое почвы и не достигают зоны деятельных корней.

Биохимическая избирательность связана с различными превращениями проникающих в растения гербицидов. В одних случаях это приводит к разрушению и к инаktivации ядов, в других – к усилению фитонцидности.

По токсическому действию на растения гербициды классифицируются на две группы: контактные и системные.

Препараты контактного действия поражают растения только в местах соприкосновения (контакта) с ним. Эти гербициды практически не передвигаются в растении, поэтому не действуют на корневую систему сорняков, и не эффективны против многолетних растений.

Системные гербициды, попав на отдельные части растения, проникают в них. Применение этих гербицидов эффективно во многих случаях и, особенно в борьбе с корнеотпрысковыми сорняками. Системные гербициды условно подразделяются на почвенные (вносимые в почву) проникающие в растения через корни (Дуал Голд, Зенкор Техно), а так же на гербициды, которыми обрабатываются вегетирующие растения. Эти гербициды проникают в растения главным образом через листья (Лонтрел, Диален, Фюзилад).

7.2 Выбор способа внесения гербицидов

Сроки и способы применения гербицидов указаны в инструкции по применению пестицида и зависят от их свойств, препаративных форм, путей поступления гербицида в растения, избирательности культурных растений, а также от спектра действия гербицидов.

Наиболее распространенным и относительно экономичным способом внесения пестицида является наземное опрыскивание. При этом препараты наносятся на обрабатываемую поверхность в капельножидком состоянии, в виде растворов, эмульсий или суспензий при помощи штанговых опрыскивателей.

Для наземных тракторных опрыскивателей примерные нормы расхода рабочей жидкости (л/га):

- контактные гербициды – 300-600
- системные гербициды – 150-300
- почвенного действия – 300-400

Для авиационных опрыскивателей (л/га):

- для зерновых культур – 25-50;
- гербициды почвенного действия – 50-100.

В случае, когда один гербицид не поражает весь спектр сорняков на поле, то на практике готовятся баковые смеси, то есть рабочий раствор состоящий из двух и более препаратов. Это позволяет за один проход опрыскивателя более эффективно бороться с видовым разнообразием сорных растений и экономить ГСМ, трудовые ресурсы и сельскохозяйственную технику.

Локальные способы применения гербицидов позволяют уменьшить расход препаратов и снизить опасность для окружающей среды:

А) ленточный способ нашел широкое распространение на полевых пропашных культурах, в садах. Сущность его заключается в том, что гербициды вносятся только в те участки поля, которые не подлежат обработке почвообрабатывающими орудиями.

Б) гнездовое внесение применяется на пропашных культурах при их высева сеялками точного высева. Его цель - максимальная экономия препарата путем обработки гербицидами только зоны размещения растений.

В) обработка куртин сорняков, которые часто встречаются особенно на лугах и пастбищах.

Внесение гербицидов в почву производится двумя способами:

А) опрыскивание поверхности почвы или рассев гранул. После этого происходит промачивание препарата под действием осадков и проникновение его в почвенные слои. Это простой и менее энергоемкий прием, но при отсутствии дождей происходит выветривание и разложение гербицида. Приемлем в увлажненной зоне.

Б) Внесение почвенных гербицидов на поверхность почвы с последующей заделкой препарата в почвенные слои почвообрабатывающими орудиями, что обеспечивает продолжительность действия гербицидов, нередко распространяющиеся на весь вегетационный период.

8 Норма расхода гербицидов

Норму расхода пестицидного препарата и концентрацию рабочего состава устанавливают на основе научных рекомендаций и в соответствии со «Списком химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве в текущем году». Строгое соблюдение предусмотренных в этом документе требований (Норма расхода, сроки внесения и т.д.) – обязательное условие правильного применения пестицида. Однако в справочнике доза пестицидов дается в определенном интервале. Задача специалиста (агронома) определить оптимальную норму расхода в каждом

конкретном случае в зависимости от видового состава сорняков, степени засоренности, механического состава почвы, содержания в ней гумуса. Необходимо также учитывать погодные условия во время применения гербицидов и возможное остаточное действие гербицидов на остаточное их действие на последующие культуры в севообороте.

В инструктивных материалах нормы расхода гербицидов приводятся в килограммах препарата на 1 га. В ряде случаев приходится пользоваться нормами расхода гербицидов, выраженными в действующем веществе, тогда норму расхода препарата рассчитывают по формуле:

$$D = \frac{d \times 100}{\% \text{ действующего вещества}},$$

где D – норма расхода препарата, кг/га;
 d – норма расхода действующего вещества кг/га

При возделывании пропашных культур гербициды вносят ленточным способом, опрыскивают только рядки, а междурядья обрабатывают культиваторами. В этом случае норма расхода гербицида меньше и ее определяют по следующей формуле:

$$D_l = D_c \times \frac{S}{M},$$

где D_l – норма расхода гербицида при ленточном внесении кг/га;
 D_c – норма расхода при сплошном внесении кг/га;
 S – ширина ленты опрыскивания, см;
 M – ширина междурядий, см.

Концентрация рабочего раствора изменяется в зависимости от нормы расхода жидкости, что связано с использованием наземной или авиационной аппаратуры и рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{D \times 100}{Q}.$$

где K – концентрация рабочего раствора, %;
 D – норма расхода гербицида по препарату, кг/га;
 Q – норма расхода в рабочей жидкости, л/га.

До начала работ по внесению гербицидов необходимо отрегулировать и установить опрыскиватель на требуемую норму расхода рабочей жидкости. Регулировка достигается изменением давления, скорости движения агрегата,

установкой наконечников с различными диаметрами, выходных отверстий. С учётом перечисленных факторов требуемый минутный расход рабочей жидкости через один распылитель определяют по формуле:

$$q = \frac{V \times B \times Q}{600 \times n},$$

где: q - норма расхода жидкости через один распылитель, л/мин;

Q – принятая норма расхода рабочей жидкости, л/га;

B – рабочая ширина захвата опрыскивателя, м;

V – скорость движения трактора, км/ч;

n – количество распылителей, штук;

600 – коэффициент пересчета.

Чтобы найти при каком давлении наконечники способны расходовать необходимое количество жидкости используют данные табл. 11.

Таблица 11 – Пропускная способность наконечников, л/мин

Тип наконечника	Диаметр, мм	Давление, атмосфер									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Обычный	1,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	1,7	1,8	2,0	-	2,17
То же	1,25	0,4	0,6	0,7	0,9	-	-	-	-	-	1,1
Экономичный	1,0	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	-	0,7

Из таблицы 11 видно, что обыкновенные наконечники способны обеспечивать расход воды (200 л/га) только при давлении 2 атм. Фактический расход жидкости проверяют путем пробного опрыскивания водой. Для уточнения фактической нормы расхода рабочей жидкости в баки опрыскивателя заливают определенное количество воды и проводят опрыскивание на поле при установленном давлении и заданной скорости трактора. Замерив ширину и длину обработанной площади, легко высчитать какую площадь можно обработать при полных баках с растворами.

9. Техника безопасности при работе с пестицидами

Пестициды, применяемые в сельском хозяйстве для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, вследствие прямого контакта или загрязнения ими продуктов питания, почвы, водоемов и воздуха населенных пунктов могут быть причиной отравления людей и животных.

Для химической защиты растений должны применяться только те пестициды, которые разрешены «Списком химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве в текущем году»

Все работы с пестицидами должны проводиться под руководством дипломированных специалистов по защите растений.

Отвечают за организацию работ и соблюдение при этом правил охраны труда и техники безопасности руководители хозяйств.

Лица, занимающиеся защитой растений, ежегодно проводят инструктаж о мерах безопасности при работе с ядохимикатами и медицинский осмотр. Беременные женщины и кормящие матери к работе с пестицидами не допускаются. Продолжительность рабочего дня при работе с пестицидами не более 6 часов, с сильнодействующими пестицидами – не более 4 часов с отработкой остальных двух часов на операциях, не связанных с применением пестицидов.

Ответственный за химическую обработку специалист ведет журнал регистрации химических обработок в хозяйстве, где отражает наименование культуры, ядохимиката, дату и способ применения, дату уборки урожая.

Нельзя проводить на открытом воздухе опрыскивание, опыливание, протравливание семян при скорости ветра более 3 м/с. Запрещаются авиаопрыскивания при скорости ветра более 2 м/с, мелкокапельное опрыскивание – более 3 м/с, крупнокапельное – более 4 м/с.

При работе с ядохимикатами необходимо строгое соблюдение всех правил безопасности и личной гигиены.

10. Оценка эффективности применения гербицидов в агроценозе

Использование химических средств защиты растений связано с большими затратами. Поэтому применение гербицидов должно быть эффективным. Эффектность гербицидов - это положительный результат при их применении.

Различают биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность. **Биологическая** эффективность измеряется процентом смертности и

скоростью гибели или количеством угнетенных сорных растений от проведения химических мероприятий по защите растений. *Хозяйственная* эффективность показывает прибавку урожая (ц/га), полученную в результате применения пестицидов. *Экономическая* эффективность представляет соотношение затрат на проведение мероприятий по защите растений к стоимости сохранного (дополнительно по отношению к контролю) урожая.

Контрольным вариантом при определении любой из указанных видов эффективности служит делянка (участок), где пестициды не применялись.

Разница между показателями обработанных участков и контролем позволяет ценить эффективность мер защиты.

Наиболее достоверные результаты по определению эффективности гербицидов получаются при фиксированной контрольной делянке. Для этого колыхками фиксируется участок с наиболее типичной засоренностью для данного поля и в последующем эта необработанная делянка подвергается всем видам учета и служит контролем.

10.1 Биологическая эффективность борьбы с сорняками

В полевых условиях в период прохождения учебной практики студент должен определить биологическую эффективность, полученную при послеуборочных обработках. При таких обработках гербициды воздействуют только на вегетирующие (взошедшие) сорные растения. Поэтому перед обработкой препаратом необходим учет всех вегетирующих сорняков.

Эффективность гербицида определяется при втором и третьем учете по отношению к исходной засоренности. Учет сорняков после внесения системных гербицидов проводят через 30 суток, а при внесении контактных гербицидов через 15 дней. Возможен учет и в более короткие сроки, но не ранее окончания последнего дня периода ожидания, который указывается на препарате. Маршрут обследования, число и площадь учетных делянок во второй и третьей периоды определения засоренности аналогичны их в период первого учета (до обработки гербицидом). Следует отметить, что в исходную засоренность необходимо внести поправку на «исправленный контроль». Это связано с тем, что в течении вегетации в контрольной делянке возможно естественное нарастание или снижения числа сорняков. Поэтому необходимо повторное проведение учета количества сорняков на необработанной делянке исследуемого поля в день определения засоренности после обработки поля. Величину снижения числа сорняков определяют по формуле:

$$C = 100 - \frac{A_2}{A_1} \times 100 \times 100 \times \frac{K_1}{K_2},$$

где C – снижение числа сорняков, %;

A_1 – число сорняков на 1 м^2 при первом учете (исходная засоренность);

A_2 – число сорняков при втором (или третьем) учете;

K_1 – число сорняков на 1 м^2 в контроле при первом учете (исходная засоренность);

K_2 – число сорняков на 1 м^2 в контроле при втором (или третьем) учете.

В данной формуле $100 - \frac{A_2}{A_1}$ показывает процент погибших сорняков без учета возможного появления сорняков после обработки;

Отношение $\frac{K_1}{K_2}$ выражает поправку на контроль.

10.2 Хозяйственная эффективность

При определении хозяйственной эффективности необходимо учитывать урожай не только по основному амбарному весу зерна, но и по биологическому уровню урожая по пробным площадкам (при определении структуры урожая с 1 м^2). Основной учет продукции обычно проводят при сплошной уборке урожая с обработанных участков, найденный результат сравнивают с контролем. Полученные результаты по урожаю подвергают статистической обработке для определения их достоверности и эффективности.

Таким образом, хозяйственная эффективность представляет собой разницу между урожаем (в пересчете на 1 га) полученного в варианте, где проводим борьбу с сорняками (А) и урожаем, полученным с контрольного варианта, полученного без химической обработки (В). Математически хозяйственная эффективность ц/га (С) выражается в виде формулы:

$$C = A - B$$

10.3 Экономическая эффективность

Экономическую эффективность мероприятий по химической защите от сорняков определяют после учета хозяйственной эффективности и выражают в стоимостном эквиваленте.

Экономическая эффективность определяется путем сопоставления стоимости дополнительной продукции, полученной при использовании гербицидов с затратами на проведение мероприятий по применению этих гербицидов.

Затраты на проведение мероприятий по химической защите слагаются из следующих элементов: эксплуатационные затраты; стоимость препаратов с учетом их транспортировки до поля и стоимости спец одежды; затрат на уборку дополнительной продукции, его транспортировки и подработки. Далее определяют стоимость прибавки урожая или сохраненной части урожая с учетом повышения качества продукции за счет применения гербицидов. Нередко получение более качественной продукции при использовании пестицидов имеет более существенное значение в определении экономической эффективности средств химизации, так как в настоящее время по некоторым видам продукции доплата за классность, стандартность продукции может быть более 50% от стоимости рядовой продукции.

Литература

а) основная литература:

1. Муравин, Э.А. Агрохимия: учеб. для вузов /Э.А. Муравин, В.И. Титова, 2010. – 463 с.
2. Лабораторный практикум по агрохимии для агрономических специальностей: учеб. пособие для вузов/ А.Н. Есаулко [и др.], 2008. 259 с.
3. Есаулко, А.Н. Лабораторный практикум по агрохимии для агрономических специальностей: учеб. пособие для студентов вузов по агроном. специальностям [Электронный ресурс]/ Есаулко А.Н., Агеев В.В., Подколзин А.И., Гречишкина Ю.И., 2010 г. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pll cid=25&pll id=5747>
4. Житов, В.В. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по агрохимии [Электронный ресурс]/В.В. Житов, Н.Н. Дмитриев. – Иркутск: ИрГСХА, 2009 г. – 1 эл.опт.диск.
5. Ягодин, Б. А. Агрохимия : учебник / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 584 с. — ISBN 978-5-8114-2136-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87600> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность: учеб. пособие для ВУЗов: допущено УМО/ В.А Зинченко. – М.:Колос, 2012 г. – 247 с.
7. Ганиев, М. М. Химические средства защиты растений : учебное пособие / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-5528-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142369> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

1. Житов, В.В. Агрохимия в условия юга Восточной Сибири: (учеб. пособие для вузов): рек. М-ом сел.хоз-ва РФ/В.В. Житов, А.А. Долгополов, Н.Н. Дмитриев; отв.ред В.Т. Мальцев. – Иркутск: ИрГСХА, 2004 г. – 336 с.
2. Гречишкина Ю.И. Термины и определения в агрохимии: учеб. пособие для подготовки бакалавров по направлениям 110400 Агрономия [Электронный ресурс] / Гречишкина Ю.И., Есаулко А.Н., Агеев В.В., Лобанкова О.Ю., 2012. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pll id=45731>
3. 1. Агрохимия: учебник / под редакцией В. Г. Минеева. — Брянск : Брянский ГАУ, 2017. — 854 с. — ISBN 978-5-9238-0236-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133138>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ (на текущий год). Госагрохимкомиссия РФ

Перечень наиболее встречающихся сорняков в Приангарье

Эфемеры с очень короткой вегетацией, за лето могут давать несколько поколений

Звездчатка средняя – *Stelaria media* L. Однолетнее (или двулетние) эфемерное сорное растение семейства гвоздичные. Размножается семенами и частями стебля. Засоряет посевы зерновых, пропашных, овощных культур, луга.

Корень стержневой, ветвистый, слабый. Стебли лежачие или приподнимающиеся, ветвистые, длиной до 90 см, покрыты волосками. Листья яйцевидные, коротко заостренные, супротивные. Цветы мелкие пятерного типа на длинных цветоносах. Лепестки двух раздельные почти до основания белой окраски. Цветет с ранней весны до осени, плоды продолговатые шестистворчатые одногнездные многосемянные коробочки. Семена округлопочковидные сжатые. Окраска семян темно-коричневая, диаметр около 1 мм. За лето звездчатка средняя дает несколько поколений. В почве семена могут сохранять всхожесть до пяти лет. С глубины более 3 см не прорастает. Первые листья овальные длиной 6-8 мм, шириной 4-5 мм, на верхушке – острые, у основания – округлые.

Яровые ранние - прорастают весной и в июне, созревают до созревания зерновых

Гречиха вьюнковая – (горец вьюнковый) – *Poligonum convolvulus* L. однолетнее яровое сорное растение семейства гречишные. Размножается семенами, засоряет посевы озимых и яровых зерновых, сады и огороды.

Корень стержневой, ветвистый, проникающий в почву до 12 см. Стебли вьющиеся или лежащие, от основания ветвящиеся, гладкие или шероховатые от наличия сосочков. Длина стебля 1 м и более. Своими стеблями обвивает культурные растения. Листья черешковатые треугольно яйцевидные, с сердцевидными или треугольными основаниями, голые. Цветы мелкие, в пазухах листьев в колосовидных метелках или малоцветковых мутовках на коротких цветоножках. Околоцветник простой, пятирассеченный до середины, белый внутри и зеленый снаружи. Тычинок – 8. пестик один с тремя рыльцами. Цветет с июня до осени. Плоды трехгранные семянки в околоцветниках легко стирающиеся, похожие на культурную гречиху. Семена всхожи в почве до

шести лет. После перезимовки прорастают с глубины до 10 см. Семядоли продолговатые, длиной около 20 мм, шириной – 5. Хорошо заметна продольная жилка. Первый лист яйцевидный, похож на листья взрослого растения. С третьего листа появляется при основании черешка пленчатое трубчатое влагалище.

Гречишка татарская – *Polygonum tataricum* однолетнее яровое сорное растение семейства гречишных. Размножается семенами похож на культурную гречиху. Засоряет все посеы, особенно культурную гречиху.

Корневая система стержневая. Стебель прямой, ветвистый бледно-зеленый, гладкий, высотой до 90 см. Листья черешковые сердцевидно-стреловидные, заостренные на верхушке с острыми нижними лопастями. Цветки собраны в верхушечные кисти. Цветет в июле-августе, плоды трехгранные, с острыми городчатыми ребрами. Длина семян около 5 мм, ширина – около 4 мм. Семядоли округлые, диаметром до 15 мм. При основании сердцевидные. Черешки длиной до 25 мм. Первые листья схожи с листьями взрослого растения.

Гречиха развесистая (Горец шероховатый). *Polygonum lapatifolium* L. Однолетний ранний яровой сорняк семейства гречишных. Размножается семенами. Распространен повсеместно.

Корень стержневой, проникает глубоко в почву. Стебли прямостоячие ветвистые с утолщенными узлами. Листья овальные, ланцетные или ланцетно-линейные, заостренные, с характерным темным клиновидным пятном в середине. Цветы собраны на концах ветвей в цилиндрические колосовидные соцветия, околоцветник бледно-зеленый или розовый, глубоко рассеченный на 4-5 долей. Цветет с июня по сентябрь. Плоды – орешки в околоплодниках. Всхожесть семян после осыпания и перезимовки не дружная. Всхожесть семян в почве до 6 лет. Прорастают с глубины до 3 см поздней весной. Семядоли продолговатые, длиной до 12 мм, шириной до четырех. Черешки короткие. Первый лист продолговатый, длиной около 30 мм, шириной до 3 мм. Из жилок, заметна средняя угощенная, красноватая. Последующие листья схожи с листьями взрослого растения.

Дымянка лекарственная – *Fumaria officinalis* L. Однолетнее яровое сорное растение семейства дымянковых. Размножается семенами. Засоряет все посеы главным образом зерновые, многолетние кормовые, пропашные, особенно морковь. Всходы дымянки лекарственной очень схожи со всходами моркови. Корень стержневой, искривленный, ветвистый, проникающий глубину до 30 см. Стебли лежачие (реже прямостоячие). Растение достигает высо-

ты 40 см и более. Листья перисто-рассеченные с трех отдельными долями. Соцветие – кисть, длиной от 2 до 4 см. Цветы темно- или бледно-розовые. Цветет в начале июня. Плод – шаровидный орешек. Семядоли линейные, длиной 20-30 мм. Шириной 2-3 мм, кверху заостренные, к низу – суженные. Первый лист на длинном черешке тройчато-рассеченный, боковые его сегменты продолговато-обратнояцевидные двухраздельные. Второй лист тройчатый на длинном черешке. Всходы имеют сизо-зеленую окраску. Развивается очень быстро, поэтому сорняк опасен для культурных растений в разных фазах развития. Дымянка имеет восковой налет, в результате чего устойчива к гербицидам, особенно к препаратам 2,4-Д.

Овсяг обыкновенный (овсяг дикий) – *Avena fatua* L. Однолетний яровой сорняк семейства злаковые. Размножается семенами. От культурного овса отличается более сильным ростом, более светло-зеленой окраской, листья имеют язычок, но без ушек. Корневая система мочковатая, хорошо развитая, стебли до 120 см и больше, прямые, голые. Листья линейные до 30 см длиной, широкие с влагалищем у основания, по краю рассеченные. Соцветие -длинная раскидистая или сжатая метелка. Колоски двух-трехцветковые. При созревании каждый колосок легко распадается на отдельные зерна. По мере созревания зерновки осыпаются. Длина зерновки 12-18 мм, шириной до 2,5 мм. После перезимовки при заглублении почвы осенью, овсяг хорошо прорастает. Заглубляться в почву семена овсяга способны и сами, благодаря находящейся на спинке ости и опушению около подковки. От изменения влажности и температуры ость скручивается и раскручивается, семена перемещаются по поверхности почвы и попадают в углубления. Способны прорасти с глубины до 12 см. При всходах первый лист широколинейный, длиной до 90 мм, шириной около 5 мм. Влагалище листа длиной около 25 мм.

Редька дикая (полевая) – *Raphanus raphanistrum* L. Однолетний яровой сорняк семейства крестоцветных. Размножается семенами. Распространена повсеместно.

Стержнекорневое растение. Стебли прямые, сильноветвистые, в нижней части жестковолосистые высотой до 60 см. Листья черешковые, лировидно-перисто-раздельные, с неравномерно-зубчатыми долями. Цветет с мая до осени, плод – стручок. Способностью стручков распадаться на членики редька дикая отличается от других крестоцветных. Семена прорастают с глубины не более 4 см, часто на второй год. Всхожесть семян растянута, однако может сохраняться в течение 10 и более лет. Первый лист слаболировидный – в нижней части, с 1-2 парами мелких ланцетных долек. В верхней части крупный,

короткоовальный или слегка яйцевидный, по краю неравномерно -выямчато-зубчатый. Второй и третий листья с большим количеством нижних боковых долек. Листья очередные, покрытые беловатыми волосками.

Торица полевая – *Spergula arvensis* L. Ранний яровой сорняк семейства гвоздичных. Размножается семенами. Всходы схожи со всходами сосны и сильно угнетают ее. Сорняк может расти на бедных почвах, хорошо усваивает влагу и питательные вещества.

Корень стержневой с развитыми боковыми корнями, ветвистые, тонкие нежные, приподнимающиеся стебли достигают высотой 40 см. Листья нитевидные длиной до 3 см, расположены на стеблях мутовками. Чашелистики цветка тупые, яйцевидные, раскрывающиеся пятью створками. Семена мелкие, шаровидно-линзовидные, сдавленные. Основная масса семян прорастает весной с малой глубины. Семядоли нитевидные, длиной около 20 мм, шириной 0,5 мм. Листья гладкие, блестящие, зеленые. Боковые побеги появляются рано.

Марь белая, или обыкновенная – *Chenopodium album* L. Однолетний поздневесенний сорняк семейства марьевых, размножается семенами. Засоряет все культуры, но особенно пропашные, овощные.

Корневая система ветвистая, глубоко проникающая в почву, стебель высотой до 150 см, с белым мучнистым налетом или без него. Листья черешковые, очередные, ромбические, ромбически-яйцевидные, с белым мучнистым налетом. Цветы мелкие, в клубочках, собранных в колосьях, образующих сложный колос или метелку. Плоды – орешки в околоцветниках, кругло-сдавленной формы. Большая часть семян, проходя через кишечник животных, не теряет всхожесть. Осыпавшиеся после созревания семена прорастают плохо. Перезимовав, всхожесть их повышается. При всходах семядоли линейные, длиной до 12 мм, шириной до 3 мм. Первые листья яйцевидные, супротивные, к основанию клиновидные, на верхушке тупые. Черешок длинный. Из жилок заметна средняя тонкая и две пары боковых веточек.

Пикульник обыкновенный (Жабрей) – *Galeopsis bifida* Mill. Однолетний яровой сорняк семейства губоцветных (яснотковых). Размножается семенами. Засоряет зерновые, особенно яровые, пропашные и овощные культуры.

Корневая система стержневая, ветвистая. Стебли прямые, четырехгранный, высотой до 1 м. Листья супротивные, яйцевидно-ланцетные или ромбические, с острыми или ромбическими зубцами. Листья и стебель опушены короткими щетинками. Цветки собраны в пазухах листьев в мутовки, средней величины. Венчик двугубый, бледно-желтый, средняя лопасть нижней губы с пере-

тяжкой у основания. Плоды – обратнойцевидные трехгранно сдавленные орешки. Прорастают семена медленно с глубины до 2 см. В почве могут сохраняться несколько лет. При всходах семядоли обратнойцевидные, на верхушке закругленные, слегка выемчатые, при основании стреловидные с ушками. Первые листья продолговатые, пильчатые, супротивные.

Однолетние поздние (пожнивные сорняки) прорастают при температуре +8... +10 С, поздно созревают

Конопля сорная – *Cannabis ruderalis* Janisch. Однолетнее яровое сорное растение семейства коноплевых. Схож с культурной коноплей, размножается семенами.

Корень стержневой, ветвистый. Стебли прямостоячие ребристые, ветвистые, хорошо облиственные, высотой до полутора метров. Листья супротивные, имеют рассечение на 5-9 сегментов, зубчатые, сверху ярко-зеленые и коротко-волокнистые, снизу серо-войлочные. Соцветия в пазухах чешуевидных листьев, при основании веточек. Растение двудомное. Плоды яйцевидные овальные, сдавленные орешки, до 4 мм длиной и шириной до 3 мм. В год осыпания плоды не прорастают. После перезимовки появляются дружные всходы. В почве семена сохраняют всхожесть до двух лет. Лучшая всхожесть семян наблюдается с глубины от 2 до 5 см. Семядоли длиной до 10 мм, шириной до 5 мм, обратнойцевидные, сидячие, покрытые мелкими волосками, первый и второй листья продолговато-овальные, пильчато-зубчатые, супротивные, последующие листья тройчатые. Черешки короткие.

Щирица запрокинутая (Щирица обыкновенная, подснекольник амарант) – *Amaranthus retroflexus* L. Однолетний поздний яровой сорняк семейства амарантовых. Размножается семенами. Засоряет свеклу, картофель, овощи.

Корень стержневой, ветвистый стебли прямостоячие, разветвленные, высотой до 1 м. Листья продолговатые, овальные или яйцевидно-ромбические. Соцветие пазушное, прицветники шиловидные, цветки мелкие, трехчленные, раздельнополые. Плоды – яйцевидно-удлиненные. Семена обладают продолжительным периодом покоя, прорастают постепенно. После нахождения в глубоких слоях почвы и от механических повреждений оболочек всхожесть семян повышается. При всходах семядоли продолговато-линейные до 12 мм длиной и 2 мм шириной. Черешок длиной до 6 мм, в первый период всходы

развиваются медленно, а корневая система быстро. Всходы щирицы светлорубицы, обладают своеобразным запахом свеклы.

Просо куриное (просо петушье, ежовник обыкновенный) — *Echinochloa crus galli* P. Однолетний поздний яровой сорняк семейства злаковых. Размножается семенами, сильно угнетает медленно растущие культуры, плохо затеняющие почву.

Корневая система мочковатая, мощная, глубиной до 1 м. Стебли прямые или приподнимающиеся, высотой до 1 м, сильно ветвистые от узла кущения. Листья широколинейные, грубые. Соцветия – гвоздичные метелки. Зерновка овально-яйцевидная длиной до 4 мм, шириной около 2,5 мм. В год осыпания зерновки не прорастают. Хорошо прорастает после перезимовки с глубины 8 см. когда почва хорошо прогревается. Первый лист линейный, длиной около 25 мм, шириной до 2,5 мм, на верхушке заостренный. Второй лист более длинный. В начале листья растут очень медленно. Всходы бледно-зеленые.

Щетинник сизый, мышей сизый – *Setaria glauca* L. однолетний поздний яровой сорняк семейства злаковых.

Корневая система мочковатая, мощная, проникает в почву на более, чем 1,5 м. Стебли прямые, голые, высотой до 60 см. Листья линейные или линейно ланцетные, шириной до 10 мм, шероховатые. Соцветие - цилиндрический султан. Зерновка заключена в две цветковые и три колосковые чешуи. Прорастают семена в основном на второй год, всхожесть сохраняется до 15 лет. При всходах первый лист линейный длиной 20-30 мм, шириной до 3 мм. При появлении второго-третьего листа образуются придаточные корешки из первого стеблевого листа. Первое время сорняк развивается медленно, после уборки зерновых начинает быстро расти и развиваться.

Щетинник зеленый, мышей зеленый – *Setaria viridis* L. яровое, позднее сорное растение семейства злаковых. Размножается семенами. Корневая система мочковатая. Стебли прямостоячие, голые до 70 см высотой. Листья линейные, сверху шершавые. Соцветие – цилиндрический султан длиной до 12 см. Колосок состоит из зерновки, заключенной в две цветковые и три колосковые чешую. От основания колоска отходит пучок продолговатых щетинок, легко опадающих. Жизнеспособность семян до 20 лет. Семена хорошо отделяются от семян зерновых культур и проса. У всходов первый лист продолговатый длиной около 8-12 мм, шириной до 3 мм, голый. Зародышевое листовое влагалище длиной до 3 мм, красноватое. Во время выхода листа их узла появляются придаточные корешки.

Ромашка непахучая (трехребетник) – *Matricaria inodora* однолетнее зимующее растение семейства сложноцветные. Размножается семенами.

Стержнекорневое растение. Стебель прямой ветвистый, до 60 см высотой. Листья простые, дважды или трижды перисто-рассеченные на линейные или нитевидные дольки. Цветки в корзинках, расположены на верхушках стеблей. Краевые цветки язычковые, белые, средние трубчатые желтые. Семянки простые, усеченно пирамидальные, трехгранные. Длина семян 1,5-2,5 мм, ширина 0,75-1,25 мм, толщина 0,5-0,75 мм. Семена прорастают осенью и следующей весной с поверхности почвы при наличии влаги и глубины до 1 см. Семядоли овальные или удлинено-обратно-яйцевидные. Длина 3-4 мм, ширина 1,5-2 мм. Первые листья узко-продолговатые, мелкие, с каждой стороны с 1-3 ясными ланцетными зубчиками. Третий и четвертый листья линейные, перисто-раздельные с узкими ланцетными дольками.

Однолетние озимые (требуют низкой температуры для яровизации)

Ярутка полевая – *Thlaspi arvense* L. однолетнее, зимующее яровое сорное растение семейства крестоцветных. Размножается семенами. Засоряет все культуры.

Корень стержневой, ветвистый. Стебли прямые, простые или ветвистые, голые, до 50 см высотой. Нижние розеточные листья продолговато-эллиптические. Стеблевые листья продолговатые, цельные или зубчатые, сидячие с островидным основанием. Цветки мелкие, собранные в верхушечные листья. Стручки сплюснутые с крыловидным килем со стороны швом, спереди выемчатые. Семена несколько яйцевидные, уплощенные с бороздками, темно-вишневого или коричневого цвета, длиной 1,3-2,3 мм шириной – около полутора мм. Семена прорастают с глубины до 6 см. Семядоли овальные, длиной 6-8 мм шириной 4-5 мм. Черешки длиной до 8 мм. Первый и второй листья обратнояйцевидные на верхушке тупые, к основанию суженные. Осенние проростки хорошо перезимовывают в виде низкой розетки. После плодообразования растения погибают.

Многолетние сорняки

А) Корнеотпрысковые (кроме семян, размножаются прорастающими почками на корнях)

Осот розовый, или бодяк полевой – *Cirsium arvense* L. Многолетний корнеотпрысковый сорняк семейства сложноцветных. Злостный и трудноис-

коренимый сорняк. Размножается семенами и корневой порослью. Имеет мощный главный корень, уходящий в почву до 3-5 м. От главного корня на различной глубине отходят боковые горизонтальные ответвления, которые тоже уходят в глубь почвы. На ответвлениях формируется много придаточных почек, из которых образуются новые побеги.

Стебли прямые, ветвистые, высотой более 1 м. Листья продолговатые, ланцетные, крупновямчатые, зубчатые или лопастные, колючие. Цветки лилово-пурпуровые собраны в корзинки. Растение двудомное. Цветет и плодоносит в июне-августе. Плоды – семянки, удлинено-яйцевидные, сжатые с боков с перистым хохолком. При глубокой заделки семена не прорастают, оптимальная глубина – 1-2 см.

Семядоли обратно-яйцевидные, на верхушке закругленные. Первые листья щетинисто-зубчатые, усаженные сероватыми многоклеточными волосками. Всходы активно развиваются после уборки основной культуры. На второй год жизни образуются стебли, несущие цветки.

Осот желтый (полевой) – *Sonchus arvensis* L. Многолетний корнеотпрысковый сорняк семейства сложноцветных, засоряет все культуры.

Главный корень сильно развит, имеет горизонтальные шнуровидные боковые корни, дающие большое количество придаточных почек. В отличие от осота розового корневая система осота желтого располагается радиально, ближе к поверхности почвы.

Стебли прямые, ветвистые до полутора метров высотой. Листья длинные сверху блестящие, снизу – тусклые, перестонадрезные колючезубчатые, сидячие. Стебли и листья содержат млечный сок. Цветки собраны в крупные кувшинчатые розетки желтого цвета. Плоды яйцевидной формы темно-бурого цвета с белой летучкой из волосков. Масса 1000 семян около 0,5 г. Семядоли коротко овальные длиной 5-7 мм, шириной 3-5 мм, на коротких черешках. Первый лист продолговато обратнояйцевидный, кверху расширенный и на верхушке закругленный, слегка зубчатый. Второй лист выемчато-зубчатый. Количество зубчиков больше чем у первого листа. В первый год прорастания семян образуется розетка листьев и тонкий главный корень, который разрастается до 0,5 м глубиной.

Льнянка обыкновенная – *Linaria vulgaris* L. многолетний корнеотпрысковый сорняк семейства норичниковых. Размножается как семенами так и вегетативно. Главный корень имеет придаточные почки и достигает глубины свыше одного метра. В верхней части горизонтально отходят тонкие боковые

корни, которые на изгибах образуют большое количество придаточных почек, из которых формируются новые растения.

Стебли прямые, простые, густо облиственные, высотой до 90 см появляется в течение всего лета. Листья сидячие, линейно-заостренные, голые. Соцветие кистеобразное. Цветки двухгубые, крупные, желтые. Цветет с июня до октября. Семена округло плоские, чечевицеобразные с крыловидным придатком, серовато-черные, мелкие. Семядоли яйцевидно-грушевидные, при основании расширенные, сидячие с туповатой вершиной. Позже они вытягиваются до продолговатых. Длина семядолей 6-10 мм, ширина – 2-4 мм. Первые листья продолговато овальные, на вершине тупые или островатые. Всходы голые, бледно-зеленые. Листья покрыты с обеих сторон восковым налетом.

Корневая система развивается быстро, проникая на глубину до 40 см. Облиственные побеги обычно не цветут, а цветоносный побег образуется лишь на второй год жизни.

Б) Корневищные (кроме семян, размножаются корневищами, подземными стеблями)

Пырей ползучий – *Agropyron repens* многолетний корневищный сорняк семейства мятликовых. Основная масса корневищ залегает на глубине 10-12 см. На плотных почвах на глубине 8-10 см, а на легких до 15. Корневище длиной в 1 м может формировать до 50 жизнеспособных почек, которые дают молодые, самостоятельные растения. Почка пырея не имеет периода покоя, поэтому способна прорасти с весны до наступления морозов. Стебли гладкие, ветвящиеся от узла кущения до 1 м высотой. Листья линейные плоские, влагалищные до 10 мм шириной, соцветие - прямой, узкий двухрядный колос до 12 см длиной. Колоски ланцетные, 5-10-ти цветковые. Плод – зерновка (около 4 мм) с глубоким желобком на брюшной стороне. Масса 1000 пленчатых зерновок около 4 г.

При всходах первый лист узколинейный до 5 см и более, шириной 0,5-0,8 мм, второй и третий листья длиннее. Язычок у листьев пленчатый короткий, белый. Листья имеют мелкие волоски.

Полынь обыкновенная (чернобыльник) – *Artemisia vulgaris* Многолетний сорняк семейства сложноцветных. Размножается семенами и корневищами. Стержнекорневое растение, главный корень которого короткий, мощный с многочисленными ветвистыми боковыми корнями. Стебли до 1,5 м, внизу деревянистые, ребристые, щетинисто-войлочные, метельчато-ветвистые. Листья очередные, простые, перестораздельные или эллиптические. Нижние листья черешковые, верхние – цельные, сидячие. Соцветия – ме-

тельчатые, овальные или овально продолговатые многочисленные корзинки. Цветки мелкие, розовые. Длина семянков – 1,5 мм, ширина – около 0,4 мм. Масса 1000 семянков 0,3 г.

Семядоли овальные, почти сидячие длиной до 5 мм, шириной до 3 мм. Первые листья в очертании овально-яйцевидные. В верхней части трехзубчатые, с боковыми короткими, и острыми зубчиками, третий и четвертый листья овальные, яйцевидные или продолговато-клиновидные, супротивные. Всходы темно-зеленые (начиная с 5-6 листа), снизу серые от густого опушения.

Тысячелистник обыкновенный – *Achillea millenium* многолетнее корневищное сорное растение семейства сложноцветных. От главного корня отходят тонкие боковые корни. Стебель прямой до 70 см иногда ветвистый, жесткий, голый или густоопушенный. Прикорневые листья черешковые, фронтальные сидячие, продолговатые, дважды или трижды перистые. Цветки мелкие, белые или розовые, краевые – язычковые, а средние – трубчатые, собраны в корзинки и щитовидные соцветия. Плод – семянка бурой окраски. Размножается вегетативно преимущественно тонкими ползучими корневищами. Семена прорастают только после перезимовки.

Хвощ полевой – (*Equisetum arvense*) многолетнее травянистое растение высотой до 35 см. Размножается спорами и вегетативно. Формирует корневище с клубеньками, проникающее в глубину до нескольких метров. Жизнеспособность корневищ большая, из клубеньков могут формироваться молодые подземные стебли с глубины до 0,5 м. С осени закладываются спороносные стебли поз землей. После перезимовки ранней весной на поверхность выходят спороносные побеги высотой до 20 см. После созревания спорангии лопаются, и ветер разносит споры, после чего из почвы вырастают бесплодные ассимиляционные побеги. Окраска у них зеленая, по форме они бороздчатые, членистые. Листья чешуйчатые, сросшиеся в цилиндрическое влагалище с 8-10 зубцами. Боковые ветки с четырехзубчатым влагалищем.

Приложение 2

Учетный лист засоренности исследуемого участка

Поле (участок) _____ Площадь(га) _____

Культура сорт _____ Фаза развития _____

Густота стояния (нормальная, изреженная) _____

Предшественник _____

Удобрения _____

Применяемые гербициды _____

Вид сорняка	Число сорняков на рамку площадью 0.25 м ²					сумма	Среднее число	
	1	2	3 и т.д.	19	20		рамку площадью 0,25 м ²	на 1 м ²
прочие								

Ф.И.О. обследователя _____

Подпись _____ Дата _____

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»

Кафедра агроэкологии и химии

ОТЧЕТ
о учебной практике
по агрохимии, защите растений

в период с « » _____ 201_ г. по « » _____ 201_ г.

Выполнил _____

Ф. И.О. студент (очной, заочной) формы обучения

группы _____ курса _____

Руководитель практики от кафедры _____

Дата защиты отчета: «_____» _____ 201_ г.

Оценка _____

Иркутск 201_

