

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА ОБЩЕГО
И МЕЛИОРАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ АГРОНОМИЯ**

Ставрополь – 2015

УДК

ББК

Авторы:

Дорожко Г.Р., доктор с.-х. наук, профессор;

Передериева В.М., кандидат с.-х. наук, доцент;

Власова О.И., кандидат с.-х. наук, доцент;

Вольтерс И.А., кандидат с.-х. наук, ассистент;

СОДЕРЖАНИЕ

- Введение (плодородие почвы)
- 1. Строение и плотность пахотного слоя почвы
 - 1.1 Определение строения пахотного слоя почвы методом насыщения в цилиндрах
 - 1.2 Определение строения пахотного слоя почвы пикнометрическим методом
- 2. Структура почвы, агрономическое значение, образование, классификация
 - 2.1 Определение водопрочности структуры почвы по методу П.И. Андрианова
- 3. Гранулометрический состав почвы
 - 3.1 Определение агрегатного состава почвы по методу Н.И.Саввинова
- 4. Водно-физические свойства почвы и водный режим, формы и виды почвенной влаги
 - 4.1 Определение влажности, максимальной гигроскопичности и доступного запаса влаги весовым методом в метровом слое почвы
- 5. Список литературных источников
- 6. Приложения

ВВЕДЕНИЕ

В земледелии важнейшими задачами являются повышение эффективности использования земли, повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

От плодородия почвы в значительной степени зависит рост и развитие растений, а, следовательно, и урожайность сельскохозяйственных культур.

Существенный рост урожаев всех сельскохозяйственных культур можно получать только на фоне повышения почвенного плодородия, что возможно лишь при правильном обращении с почвой.

Физические свойства почв и физические процессы, протекающие в них, являются одними из важнейших факторов создания почвенного плодородия.

Почва постоянно развивается, поэтому её плодородие - свойство динамичное, заметно изменяющееся как в естественном состоянии, так и при производственном использовании. Направление и скорость изменения почвенных процессов зависят от многих природных факторов и антропогенного воздействия. Одни элементы плодородия отличаются значительной динамичностью и изменчивостью: вода, соединения азота и зольные элементы питания, структура почвы, содержание почвенного воздуха, температурный режим и т. д. Другие – минералогический состав, почвообразующие породы, рельеф местности, гранулометрический состав – стабильны.

Плодородие всякой почвы определяется комплексом её агропроизводственных свойств, которые непосредственно влияют на величину урожая.

Почти в любом случае к ним в первую очередь относятся гумусовые характеристики. Гумус, как интегральный показатель почвенного плодородия, определяет многие почвенные характеристики и тесно связан с большинством из них. В свою очередь, от гумуса зависят плотность, структурный состав, влажность, тепловой режим и др. Без определённого минимума гумуса в почве не может быть достаточного плодородия почвы. Поэтому весьма важно изучение влияния агротехнических приёмов на баланс гумуса.

Также, немаловажная роль в решении проблем почвенного плодородия принадлежит дифференцированной агротехнике на полях, защищённых лесополосами, с различной степенью водной эрозии и дефляции покрова.

Обработка почвы – важное звено в системе агротехнических мероприятий.

Она оказывает влияние на мобилизацию её плодородия, минерализацию органического вещества и физические свойства почвы.

Уровень плодородия зависит от конкретных показателей физико-химических, биохимических, температурных, водно-воздушных, солевых и окислительно-восстановительных почвенных режимов. В свою очередь, режимы определяются климатическими условиями, агрофизическими свойствами почв, их гранулометрическим, минералогическим и химическим составом, потенциальным запасом элементов питания, содержанием, составом и

запасом гумуса, интенсивностью микробиологических процессов, реакцией почвенного раствора и другими физико-химическими свойствами.

Плодородие почв учитывают при проектировании севооборотов, планировании системы обработки почвы, системы удобрений и разработке систем земледелия.

Изучение влияния агрофизических и агробиологических свойств почвы на повышение её плодородия – одна из важнейших задач.

Агрофизическая характеристика почв является важной составной частью всех основных приёмов земледелия (систем обработки почвы, систем севооборотов, систем земледелия в широком смысле слова), то есть её основной задачей является, в первую очередь, изучение физических почвенных условий, приведение их в соответствие с потребностями культурных растений.

Для расширенного воспроизводства почвенного плодородия большое значение имеют агрофизические факторы, характеризующие оптимальное сложение пахотного слоя.

1. СТРОЕНИЕ И ПЛОТНОСТЬ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ

Общие физические свойства почвы подразделяют на плотность твердой фазы, плотность сложения и пористость.

Почва состоит из твердой, жидкой и газообразной фаз.

Твердая фаза состоит из минеральных, органических и органоминеральных частиц. Жидкая и газообразная фазы заполняют поры, которые бывают капиллярными и некапиллярными. Капиллярные поры отличаются свойством удерживать воду менисковыми силами и характеризуют капиллярную влагоемкость почвы. Некапиллярные поры заполняются воздухом и хорошо пропускают воду, которая перемещается в них под действием гравитационных сил.



В силу этого плотность твердой фазы почвы (d) - это отношение массы (B) - ее твердой фазы к массе воды в том же объеме:

$$d = \frac{B}{V_1} .$$

Следовательно, объем почвы с ненарушенным строением (V) включает: объем твердой фазы (V_1), объем общей скважности (V_2), который состоит из капиллярных пор (V_4) и некапиллярных (V_3).

Эта величина зависит от минерального состава и содержания органических компонентов. Под **плотностью твердой фазы почвы** понимают отношение массы твердой фазы почвы определенного объема к массе воды того же объема при температуре $+4^{\circ}\text{C}$. Плотность твердой фазы почв колеблется от 2,4 до 2,8 г/см³. Бедные органическим веществом дерново-подзолистые почвы имеют плотность твердой фазы 2,65-2,7. Плотность твердой фазы черноземов в верхних горизонтах 2,4-2,5, что обусловлено богатством гумуса. В подгумусовых горизонтах ее величина возрастает до 2,55 г/см³.

Плотность почвы или объемная масса (d_0) - масса абсолютно сухой почвы, находящейся в естественном состоянии, в единице объема

$$d_0 = \frac{B}{V}$$

В отличие от плотности твердой фазы при определении плотности почвы, измеряемой в г/см³, массу почвы узнают по величине единицы объема со всеми порами. Поэтому показатели плотности почвы всегда меньше аналогичных показателей ее твердой фазы. Плотность пахотных почв колеблется от 0,9 до 1,4 г/см³. Пахотный слой почвы рыхлый имеет плотность до 1,15; плотный - 1,15-1,35; очень плотный - свыше 1,35 г/см³.

После какого-то срока почва приобретает постоянную - **равновесную плотность**, которая практически не изменяется в естественном состоянии.

Величина равновесной плотности почвы – важнейшая характеристика условий роста и развития растений. Она, прежде всего, указывает на необходимость воздействия на почву с целью регулирования ее агрофизических свойств. Для большинства культурных растений оптимальная плотность 1,0-1,25 г/см³. Отклонение от оптимальной величины плотности в любую сторону приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Пористость или скважность – это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы.

Она выражается в процентах от общего объема почвы (%). Согласно шкале Н.А. Качинского, отличное строение пахотного слоя почвы – 55-65 % общей пористости и 45-35 % твердой фазы.

Капиллярная пористость равна объему капиллярных промежутков почвы, **некапиллярная** – объему крупных пор. Соотношение объемов капиллярных и некапиллярных пор определяет водно-воздушные свойства почвы, ее водопроницаемость, влагоемкость, испаряемость и аэрацию. Если объем капиллярных пор близок к общей пористости, то такая почва будет плохо проницаемой для воды и воздуха, что вызывает сток или застой воды. Такая вода препятствует проникновению в почву воздуха, затрудняет дыхание корней и аэробных микроорганизмов. Весной и в послеуборочный летне-осенний период, когда почва имеет высокую влажность, действует капиллярный механизм передвижения влаги. С момента разрыва капиллярной связи наступает диффузно-конвекционный механизм передвижения воды.

Соотношение объемов, занимаемых твердой фазой почвы и различными видами пор, называется **строением** или **сложением пахотного слоя**. Оно определяется взаимным расположением почвенных комков и частиц и зависит от гранулометрического состава, структуры, времени и способов обработки почвы, а также от развития корневых систем растений и деятельности почвенной фауны. Строение (сложение) пахотного слоя оказывает большое влияние на водный и воздушный режимы почвы, интенсивность биологических процессов, газообмен между почвой и атмосферой и ряд других свойств почвы.

При выполнении заданий этого раздела следует четко уяснить, что в почвоведении под строением почвы понимают определенную смену ее генетических горизонтов в вертикальном направлении (гумусовый горизонт, подзолистый, переходный и т. д.), а под сложением — соотношение объемов, занимаемых твердой фазой почвы и различными видами пор (плотное сложение, рыхлое, рассыпчатое).

**1.1 Работа 1. Определение строения пахотного слоя почвы
методом насыщения в цилиндрах по методу Б.А. Доспехова, И.П.
Васильева, А.М. Туликова (6 часов)**

Занятие 1

Ход работы:

1. Взвесить пустой цилиндр с крышками.
2. Цилиндром-буром отобрать образец почвы с естественным сложением.
3. Взвесить цилиндр с почвой и крышками.
4. Нижнюю крышку цилиндра заменить на сетчатое дно с фильтром, снять верхнюю и поставить на насыщение водой в ванночку.

Занятие 2 (продолжение)

Ход работы:

1. После полного насыщения почвы влагой в цилиндре, накрыть его верхней крышкой и взвесить.
2. Взвесить пустой бюкс.
3. Малым буром в 3-х точках отобрать образец почвы на всю высоту цилиндра и перенести в бюкс.
4. Взвесить бюкс с насыщенной почвой.
5. Поставить открытый бюкс в сушильный шкаф и при температуре 105 °С сушить 6-8 часов (до постоянной массы).

Занятие 3 (продолжение)

Ход работы:

1. После высушивания бюкс закрыть и охладить в эксикаторе.
2. Взвесить бюкс с почвой после охлаждения.

Приборы и оборудование: цилиндры с крышками и сетчатым дном, специальные бурилки, бюксы, водяная ванночка, сушильный шкаф, почвенный нож, весы, разновесы).

ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА:

Дата проведения работы _____

Предшественник, прием или способ обработки почвы _____

Тип и подтип почвы _____

Горизонт _____

1. Номер цилиндра _____
2. Объем образца почвы, взятого в цилиндр (V) _____ см³
3. Масса цилиндра с крышками (B) _____ г
4. Масса цилиндра с почвой до насыщения (B₁) _____ г
5. Масса цилиндра с почвой после насыщения (B₂) _____ г
6. Номер бюкса _____
7. Масса бюкса (b₁) _____ г

8. Масса бюкса с насыщенной почвой (b_2) _____ Г

9. Масса бюкса с абсолютно сухой почвой (b_3) _____ Г.

Основные показатели физического состояния почвы определяются по соответствующим формулам:

1. Капиллярная влагоёмкость

$$W_k = \frac{(b_2 - b_3)}{(b_3 - b_1)} \times 100, \%$$

2. Масса абсолютно сухой почвы в цилиндре

$$B_3 = \frac{(B_2 - B) \times (b_3 - b_1)}{(b_2 - b_1)}, \text{ г}$$

3. Масса воды в образце после насыщения

$$B_4 = B_2 - B_3 - B, \text{ см}^3$$

4. Удельная масса почвы d условно равна $2,5 \text{ г/см}^3$

5. Объём твёрдой фазы почвы

$$V_1 = \frac{B_3}{D}, \text{ см}$$

$$\frac{V_1}{V_1} \times 100, \%$$

$$V_1$$

6. Общая пористость

$$V_2 = V - V_1$$

$$\frac{V_2}{V} \times 100, \%$$

7. Пористость капиллярная

$$V_3 = B_2 - B - B_3, \text{ см}^3$$

$$\frac{V_3}{V} \times 100, \%$$

8. Пористость некапиллярная

$$V_4 = V_2 - V_3, \text{ см}^3$$

9. Плотность (объёмная масса почвы)

$$d_0 = \frac{B_3}{V}, \text{ г/см}^3$$

10. Влажность почвы при взятии образца

$$V_0 = \frac{B_1 - B - B_3}{B_3} \times 100, \%$$

11. Степень аэрации почвы

$$V_a = \frac{V_2 - (B_1 - B - B_3)}{V_2} \times 100, \%$$

12. Степень насыщения почвы водой

$$V_w = \frac{B_1 - B - B_3}{V_2} \times 100, \%$$

13. Общий запас воды в изучаемом слое

$$W_0 = \frac{B_0 \times d_0 \times H}{10}, \text{ мм}$$

где H - мощность изучаемого слоя

10 - коэффициент для перевода м³/г в мм/га

Выводы: _____

**1.2 Работа 2. Определение плотности твёрдой фазы почвы
 (удельной плотности) пикнометрическим методом (Б.А.Доспехов,
 И.П.Васильев, А.М. Туликов, 1987) (2 часа)**

Занятие 1

Ход работы:

1. Взвесить пустой пикнометр с крышкой.
2. Цилиндром-буром отобрать образец почвы с естественным сложением и перенести его в пикнометр.
3. Взвесить пикнометр с почвой.
4. Пикнометр с почвой залить водой на 2/3 объема и содержимое тщательно перемешать палочкой до полного размокания комков.

5. Оставить пикнометр в покое до полного оседания почвы (3-5 мин).
6. Осторожно заполнить пикнометр водой доверху.
7. Взвесить пикнометр с почвой, водой и крышкой предварительно вытерев.
8. Содержимое пикнометра вылить, ополоснуть чистой водой, заполнить водой и взвесить с крышкой.

ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ:

Дата _____

Тип и подтип почвы _____

Горизонт _____

1. Объем образца почвы, взятого для анализа (V) _____ см^3
2. Масса пустого пикнометра ($B_{\text{пн}}$) _____ г
3. Масса пикнометра с почвой ($B_{\text{п}}$) _____ г
4. Масса пикнометра с почвой и водой ($B_{\text{пв}}$) _____ г
5. Масса пикнометра с водой ($B_{\text{в}}$) _____ г
6. Объем твердой фазы почвы (V_1) _____ см^3

$$V_1 = \frac{B_{\text{пв}} - B_{\text{в}}}{d - d_1}, \text{ см}^3$$

при этом $d = 2,5 \text{ г/см}^3$ (плотность твердой фазы почвы);

$$d_1 = 1 \text{ г/см}^3 \text{ (плотность воды)}$$

7. Пористость общая (V_2) _____ см^3

$$V_2 = V - V_1, \text{ см}^3$$

$$\frac{V_2}{V} \times 100 \%$$

8. Пористость капиллярная (V_3) _____ см^3

$$V_3 = \frac{B \times W_{\text{к}}}{100}, \text{ см}^3$$

$$\frac{V_3}{V} \times 100 \%$$

при этом B – масса абсолютно сухой почвы ($V_1 \times d$);

$$W_{\text{к}} \approx 30 \%$$

9. Пористость некапиллярная (V_4) _____ см^3

$$V_4 = V_2 - V_3, \text{ см}^3$$

$$\frac{V_4}{V} \times 100 \%$$

10. Плотность почвы (d_0) _____ г/см³

$$d_0 = \frac{B}{V}, \text{ г/см}^3$$

11. Влажность почвы (B_0) _____ %

$$B_0 = \frac{B_{п} - B_{пп} - B}{B} \times 100 \%$$

Выводы _____

Приборы и оборудование: пикнометр, деревянная палочка, цилиндр-бур, весы ВЛТК-500.

2. СТРУКТУРА ПОЧВЫ, ОБРАЗОВАНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ

Структурой почвы называют различные по величине и форме агрегаты, в которые склеены почвенные частицы. Почвенные агрегаты могут состоять или из первичных почвенных частиц (из механических элементов), или из микроагрегатов, соединенных друг с другом в результате коагуляции коллоидов, склеивания, слипания.

По размеру агрегатов структура почвы классифицируется следующим образом:

- глыбистая структура - комочки более 10 мм;
- макроструктура - комочки от 10 до 0,25 мм;
- микроструктура грубая - частицы от 0,25 до 0,01 мм;
- микроструктура тонкая - частицы меньше 0,01 -мм.

Важно отметить роль органического вещества в образовании почвенной структуры. В формировании структурных агрегатов принимают участие

разнообразные вещества, образовавшиеся путём разложения растительных остатков, входящих в состав плазмы микроорганизмов, а также собственно гумусовые вещества. По мере увеличения содержания гумуса, и в его составе наиболее ценных гуминовых кислот, в пахотном слое почв увеличивается в той же последовательности и количество водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм

Не менее велика в формировании агрономически ценной структуры роль сельскохозяйственных растений, корневая система которых проникает в уплотнившуюся почву, расчленяет и дробит её. Благодаря проникновению корней в почву происходит сдавливание почвенных частиц вокруг корня, сближение, слипание, что, в свою очередь, ведёт к образованию структурных комочков различного размера. Поэтому в практике земледелия велико значение агротехнических мероприятий, способствующих более мощному развитию, как надземной массы, так и корней растений. В результате разложения отмирающих частей растений в почве возрастает количество новообразованных гуминовых кислот, заметным образом повышающих водопрочность структуры

Среди зерновых колосовых культур большей способностью к образованию почвенной структуры обладают озимые растения, которые имеют более продолжительный период вегетации, значительно лучше развитую корневую систему и хорошо защищают почву осенью и весной от разрушающего действия атмосферных осадков и талых вод. Пропашные культуры, за исключением кукурузы, оказывают меньшее влияние на улучшение структуры почвы.

Необходимо отметить роль деятельности энтомофауны землероев и копающих животных в структурообразовании. Работа, выполняемая животными и насекомыми, может рассматриваться, как своеобразные приёмы естественной обработки почвы. Почва, подвергшаяся разработке челюстями животных, как правило, обладает тончайшей структурой, большей гомогенностью и однородностью.

Плодородие тяжёлых по гранулометрическому составу почв в большей степени зависит от их структуры, поскольку, характер последней определяет водный, воздушный и пищевой режимы почвы и биологические показатели плодородия

Так, воздействие дождевых червей на плодородие и структуру очень существенно. Визуально легко определить почву, в состав которой входит значительное количество капролитов. Капролит – это почва, проходящая через пищеварительный тракт дождевых червей. У чернозёмов Каменной Степи они составляют до половины всех агрегатов.

Многообещающим направлением в разработке способов улучшения структуры почвы является применение различных структурообразователей, в качестве которых испытывались различные склеивающие вещества, например гуминовые кислоты, торфяной клей и др. Полимерные структурообразователи активизируют деятельность микроорганизмов, повышают устойчивость почвы к водной и ветровой эрозии, к образованию корки. Действие созданной

таким способом структуры почвы продолжается в течение 3-6 лет. Несмотря на значительное повышение урожаев на обработанных этими веществами почвах, широкое применение в земледелии экономически оправдывается для мелиорации почв, борьбы с водной и ветровой эрозией и при возделывании ценных овощных и технических культур.

Одним из антропогенных факторов является обработка почвы, а способ обработки почвы определяет её физические свойства, которые в значительной степени влияют на почвенное плодородие. Результаты экспериментов многих исследователей показывают, что способы основной обработки почвы оказывают существенное влияние на структурно-агрегатный состав.

Почвообрабатывающие орудия при соприкосновении с почвой вызывают, прежде всего, изменения её структуры. Важно отметить, что действие, оказываемое орудиями механической обработки почвы, лишь в редких случаях имеет одно направление – разрушающее или наоборот, создающее структуру. При любой обработке, вероятно, неминуемое разрушение некоторого количества агрегатов, но одновременно воссоздаётся множество других структурных отдельностей.

В зависимости от качества и количества гумуса, гранулометрического состава почвы, применяемого орудия, влажности почвы и других условий при которых производится обработка, преобладать будут процессы создания и разрушения структуры. Более того - на одной и той же почве применение данного орудия можно получить структурную, глыбистую или слитую пашню в зависимости от того, при какой влажности почвы проведена обработка почвы.

Многообразные влияния на структурообразование оказывают корни растений. В межкорневых пространствах в результате расчленения корневой системы почвенной массы образуются макроагрегаты. Вблизи корней в зоне значительного сгущения, где усиленно развиваются ризосферные микроорганизмы, характерно присутствие повышенных количеств органических кислот, скоагулированных катионами Ca^+ и Mg^+ , в результате самослипания частиц создаются наиболее водопрочные микроагрегаты, богатые азотом, фосфором, калием и другими питательными веществами.

В естественном природном процессе комковатая водопрочная структура создается под покровом многолетних бобовых трав и рыхлокустовых злаков. На пашне аналогично действуют возделываемые сельскохозяйственные культуры. Наибольшую корневую систему имеют многолетние бобовые травы, особенно люцерна, клевер, эспарцет, а также люпин. По Н. А. Качинскому, на выщелоченном глинистом черноземе в среднем на 1 га в почве до глубины 2 м в период цветения растений найдено корней пшеницы 5 т, подсолнечника – 6,1; кукурузы – 7,2; люцерны второго года пользования – 8,5 т.

Однако, оструктуривание почвы однолетними культурами по сравнению с многолетними бобовыми травами справедливо для периода вегетации. При запахивании корневых остатков как материала для гумусообразования создается резкая разница между ними. Однолетние растения концентрируют все углеводы, белки в репродуктивных органах. В стеблях и корнях их к это-

му времени остаются преимущественно древесинные остатки. При запахивании многолетних трав заделываются живые корни и корневища, пожнивные живые остатки стеблей и почки возобновления, содержащие значительное количество белков, углеводов и питательных веществ. Особенно это относится к бобовым растениям – люцерне, эспарцету, люпину, клеверу, на корнях которых поселяются азотфиксирующие клубеньковые бактерии. Люцерна, клевер, эспарцет, люпин – кальциефилы; концентрируя известь в своих корнях и стеблях, при запахивании обогащают ею пахотный слой.

Большое влияние на структуру почвы оказывают органические удобрения. В. Р. Вильямс придавал двойное значение им: а) биологическое оживление почвы и б) обогащение ее питательными веществами. В старопаханной почве без удобрений органические удобрения оживляют те биологические процессы, которые угасли вследствие несовершенной обработки. Роль навоза важна не только как средства активации биологических процессов, но и как источника органического вещества, одного из лучших минеральных и азотистых удобрений.

Одним из действенных средств улучшения структуры пахотного слоя почвы является научно-обоснованная обработка, особенно в условиях севооборота.

Водопрочность – способность почвенных агрегатов сопротивляться разрушительному действию воды приобретает почвенными агрегатами в результате скрепления механических частиц органическими и минеральными коллоидными веществами, но чтобы агрегаты не расплывались под действием воды, коллоиды должны скоагулировать необратимо. Чаще всего такими коагулянтами являются катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} . При наличии одновалентных катионов Na^+ , необратимой коагуляции не происходит и прочной структуры не образуется. Наиболее водопрочная структура образуется также при взаимодействии гуминовых кислот с минералами монтмориллонитовой группы гидрослюдами и менее водопрочная при взаимодействии с кварцем, кремнекислотой и каолинитом.

Что касается чернозёмов, то водопрочность агрегатов пахотного слоя почв этого типа значительно выше за счёт так называемой «подпахотной крупки».

По содержанию водопрочных агрегатов (по С.И. Долгву и П.У. Бахтину) структуру подразделяют на:

- более 70 % водопрочных агрегатов – отличную;
- 70-55 % - хорошую;
- 55-40 % - удовлетворительную;
- 40-20 % - неудовлетворительную;
- менее 20 % - плохую;

2.1 Работа 3. Определение водопрочности структуры почвы по методу П.И. Андрианова (2 часа)

Занятие 1

Ход работы:

Кружок фильтровальной бумаги диаметром 10 см расчертить на квадраты 1,5 x 1,5 см.

1. Образец почвы массой 200 г просеять через набор сит диаметром 5 и 3 мм.

2. Фильтровальную бумагу перенести в кристаллизатор, на каждый квадратик положить комочек почвы (всего 50 шт).

3. Фильтровальную бумагу смочить водой из пипетки, после полного насыщения комочков кристаллизатор осторожно заполнить водой так, чтобы ее уровень был выше комочков на 0,5 см.

4. В течение 10 минут подсчитывают полностью распавшиеся агрегаты, за каждую минуту, так как распад агрегатов происходит в различное время.

5. Для характеристики степени водопрочности структуры в расчеты вводятся коэффициенты Качинского, которые по каждой минуте равны: для 1-й – 5, 2-й – 15, 3-й – 25, 4-й – 35, 5-й – 45, 6-й – 55, 7-й – 65, 8-й – 75, 9-й – 85, 10-й – 95.

7. Водопрочность не распавшихся за 10 минут под водой почвенных агрегатов принимается за 100 %.

Водопрочность определяется по формуле:

$$B = \frac{P_1 \times K_1 + P_2 \times K_2 + \dots + P_{10} \times K_{10} + P \times 100}{A},$$

A

где P_1, P_2, \dots, P_{10} – количество агрегатов, распавшихся в соответствующую минуту;

K_1, K_2, \dots, K_{10} – поправочные коэффициенты;

A – общее количество агрегатов, взятых для анализа;

P – количество нераспавшихся за 10 мин агрегатов.

ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ:

№	Пред- шест- венник	Количество распавшихся агрегатов под водой										Количество не распавшихся агрегатов	Водопроч- ность, %
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀		

Выводы: _____

Приборы и оборудование: набор сит, почвенные образцы, кристаллизатор, фильтровальная бумага, промывалка с водопроводной водой, песочные часы.

3. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ

Твердая фаза почв состоит из частиц различной величины - механических элементов, которые по происхождению подразделяют на минеральные, органические и органо-минеральные. Механические элементы представляют собой обломки горных пород, отдельные первичные и вторичные минералы, гумусовые вещества, а также продукты взаимодействия органических и минеральных веществ.

Механические частицы в почве находятся в свободном состоянии и в агрегатном, то есть, соединены в структурные агрегаты - комочки различной величины, формы и прочности. При воздействии на агрегаты механической

силы или воды они распадаются на более мелкие агрегаты или механические частицы.

Свойства механических частиц изменяются в зависимости от их размера. Близкие по размерам и свойствам механические частицы группируются во фракции.

Группировка частиц по размерам во фракции называется классификацией механических элементов.

Механические частицы размером более 1 мм называются почвенным скелетом, а частица менее 1 мм - мелкоземом.

Отдельные фракции оказывают различное влияние на свойства почвы, что объясняется их различным химико-минералогическим составом и физико-химическими свойствами. Фракции механических элементов слагают почву в различных количественных соотношениях.

Относительное содержание в почве механических элементов, объединенных во фракции, называется гранулометрическим составом.

Фракции имеют различные свойства, что обуславливает определенные характерные свойства почв, в зависимости от преобладания в объеме почвы той или иной фракции. На основании содержания физической глины или физического песка дается название почвы по гранулометрическому составу.

Многообразие почв по гранулометрическому составу объединяют в группы с характерными общими физическими, физико-химическими, и химическими свойствами. В основу действующей классификации почв по гранулометрическому составу положено соотношение фракций физического песка и физической глины. В настоящее время используется классификация, предложенная Н.А. Качинским, которая составлена с учетом генезиса почв, способности к агрегированию, содержания гумуса, состава обменных катионов и минералогического состава.

Гранулометрический состав почв оказывает большое влияние на сельскохозяйственное использование почв. В частности от гранулометрического состава зависит интенсивность различных почвообразовательных процессов, связанных с превращением, трансформацией и накоплением органических и минеральных веществ в почве, оказывает влияние на водно-физические, физико-механические, воздушные, тепловые, физико-биологические и физико-химические свойства. Так, от гранулометрического состава зависит выбор способа и приема обработки почвы, сроки агроприемов, спектр возделываемых культур и их размещение в севообороте, нормы удобрений.

Почвы легкого гранулометрического состава – песчаные и супесчаные легко обрабатываются, водопроницаемы, обладает благоприятными воздушно-тепловыми свойствами, однако именно гранулометрическим составом обусловлены их негативные качества - низкая влагоемкость, малое содержание гумуса и элементов питания, незначительная поглотительная способность и подверженность эрозионным процессам (приложение таблица).

Поэтому растения, возделываемые на легких почвах, обычно испытывают дефицит влаги и требуют улучшения пищевого режима.

Глинистые и тяжелосуглинистые почвы обладают более высокой связностью и влагоемкостью, содержание гумуса и питательных элементов в них значительно выше, однако обработка почв тяжелого гранулометрического состава требует больших энергетических затрат. Кроме того, бесструктурным тяжелым почвам свойственны неблагоприятные физические и физико-механические, характеристики воздушного и теплового режимов: они имеют слабую водопроницаемость, в результате чего легко заплывают, образуют корку при испарении влаги, отличаются большой плотностью и липкостью

Коренное улучшение свойств бесструктурных песчаных почв достигается путем глинования, а глинистых – пескования, с обязательным внесением высоких норм органических удобрений.

Агрономическая оценка гранулометрического состава зависит от генезиса почв и обусловленных им особенностей гумусового и структурного состояния, физико-химических и химических свойств.

Анализируя многочисленные данные по влиянию гранулометрического состава почв на урожайность зерновых культур, в свое время, Н.А.Качинский разработал десятибалльную систему оценки основных типов и подтипов почв в зональном аспекте.

Согласно результатам оценки наиболее высоко оцениваются черноземы глинистых разновидностей с высоким содержанием гумуса, оструктуренные, аналогично и для сероземов, которые обладают карбонатностью и хорошей агрегатированностью. Из подзолистых почв более высоким бонитетом характеризуются легкосуглинистые и супесчаные разновидности, которые хорошо прогреваются, обладают высокой водопроницаемостью, достигают физической спелости раньше глинистых и тяжелосуглинистых, легче обрабатываются. Среди серых лесных почв приоритет имеют тяжелосуглинистые.

Гранулометрический состав почвы является устойчивым морфологическим признаком, унаследованным от почвообразующей породы. Научно обоснованное использование почвы улучшает ее свойства, напротив, неграмотное использование ведет к деградации почвенного покрова и потере почвенного плодородия.

3.1 Работа 4. Определение агрегатного состава почвы методом Н.И. Саввинова – сухое просеивание (2 часа)

Занятие 1

Ход работы:

1. Образец почвы массой 0,5 кг просеять через набор почвенных сит в несколько приемов.
2. После просеивания каждую почвенную фракцию перенести из сита в отдельную чашку.
3. Взвесить содержимое каждой чашки с точностью до 1 г, то есть каждую из почвенных фракций.

4. Принять общую массу почвенного образца за 100 %, подсчитать процентное содержание каждой из фракций и выразить в процентах.

5. Результаты расчетов внести в таблицу.

ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ:

Дата _____

Место взятия пробы _____

Тип и подтип почвы _____

Предшественник _____

Размер агрегатов, мм	Масса агрегатов, г			Содержание, %			Коэффициент структурности		
	предшественник								
> 7									
5-7									
3-5									
1-3									
0,5-1									
0,25-0,5									
< 0,25									
Всего:									

Выводы _____

Приборы и оборудование: набор почвенных сит, почвенные образцы, чашки, весы, разновесы, бумага.

4. ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ВОДНЫЙ РЕЖИМ, ФОРМЫ И ВИДЫ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ

Вода - один из незаменимых факторов, определяющих жизнедеятельность организмов. Ей принадлежит важнейшая роль в выветривании горных пород и почвообразовании. Роль воды в почвообразовательном процессе настолько существенна, что Г. Н. Высоцкий сравнивал ее с кровью организма.

В результате перемещения водой органических, органоминеральных и минеральных соединений формируется почвенный профиль. Нормальное развитие растений и почвенных микроорганизмов невозможно без достаточного количества влаги. Для создания 1 г сухого вещества растения расходуют от 200 до 1000 г воды.

Вода, как терморегулирующий фактор, определяет расход тепла из почвы и растений вследствие испарения и транспирации. С влажностью почвы тесно связаны ее физико-механические свойства (твердость, крошение, липкость и др.). Передвижение влаги в почве и по ее поверхности обуславливает некоторые процессы, которые отрицательно влияют на плодородие (эрозия, вынос из верхних слоев питательных элементов).

Поступающая в почву влага подвержена воздействию сил различной природы, под действием которых она может либо передвигаться в разных направлениях, либо задерживаться. Такими силами являются сорбционные, осмотические, менисковые и гравитационные.

Молекулу воды рассматривают как диполь, т. е. она имеет два полюса, несущих заряды противоположного знака. Эти полюсы обуславливают способность диполей ассоциироваться друг с другом, притягиваться ионами и коллоидными частицами (гидратировать их). Гидратация выражается в образовании водной оболочки вокруг ионов и коллоидных частиц. Гидратация почвенных частиц связана с сорбцией парообразной и жидкой влаги. Проникновение воды через полупроницаемую перепонку в растворе называется осмосом. Давление, развивающееся в сосуде с полупроницаемой стенкой, называется осмотическим. Оно вызывается взаимным притяжением между частицами растворенного вещества и растворителя (И. А. Каблуков, 1936) и наблюдается в двух случаях:

- 1) когда взаимодействуют вода и обменные катионы;
- 2) когда почвенный раствор имеет неодинаковую концентрацию в различных участках почвенного профиля.

Менисковые, или капиллярные, силы обуславливаются поверхностным натяжением воды. Молекулы ее поверхностного слоя находятся под влиянием односторонне направленного притяжения, которое оказывает давление на всю массу жидкости. Для воды оно достигает $11 \cdot 10^5$ Па. Поэтому поверхность воды обладает некоторым количеством свободной поверхностной энергии, величина которой пропорциональна поверхности жидкости. Так как свободная энергия стремится к наименьшему значению,

то это выражается в стремлении к максимальному уменьшению поверхности жидкости.

Почвенная влага удерживается с различной силой, характеризуется неодинаковой подвижностью, обладает разными свойствами. Почвенную воду принято делить на категории, формы и виды.

Выделяются следующие основные категории почвенной влаги, различающиеся между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности.

1. Кристаллизационная (конституционная) влага - отличается исключительно высокой прочностью связи и неподвижностью.

Твердая влага - лед. Неподвижная влага.

Парообразная влага - передвигается в форме водяного пара от участков с высокой абсолютной упругостью к участкам с более низкой упругостью; может пассивно передвигаться с током воздуха.

4. Прочносвязанная влага - весьма прочно удерживается адсорбционными силами, присущими почвенным частицам, образует на поверхности их тонкую пленку толщиной в 2—3 молекулы. Может передвигаться лишь в парообразном состоянии.

5. Рыхлосвязанная влага – удерживается на поверхности тонких пленок прочносвязанной воды силой ориентированных молекул (диполей воды), а также за счет гидратирующей способности обменных катионов. Образует вокруг почвенных частиц пленку, толщина которой может достигать десятков молекулярных диаметров воды. Передвигаться под влиянием сорбционных сил.

6. Свободная влага не связана силами притяжения с почвенными частицами, передвигается под действием капиллярных и гравитационных сил.

Свободная влага делится на три формы - подвешенная, подпертая гравитационная и свободная гравитационная. Для подвешенной влаги характерно отсутствие гидрологической связи с постоянным или временным водоносным горизонтом. Подпертая гравитационная влага удерживается из-за близкого залегания грунтовых вод, подпирающих снизу воду в капиллярах и более крупных порах почвы. Свободная гравитационная влага находится преимущественно в крупных порах почвы и передвигается исключительно под влиянием силы тяжести. Подвешенная форма влаги встречается в четырех видах:

- стыковая капиллярноподвешенная,
- внутриагрегатная капиллярноподвешенная,
- насыщающая капиллярноподвешенная,
- сорбционнозамкнутая.

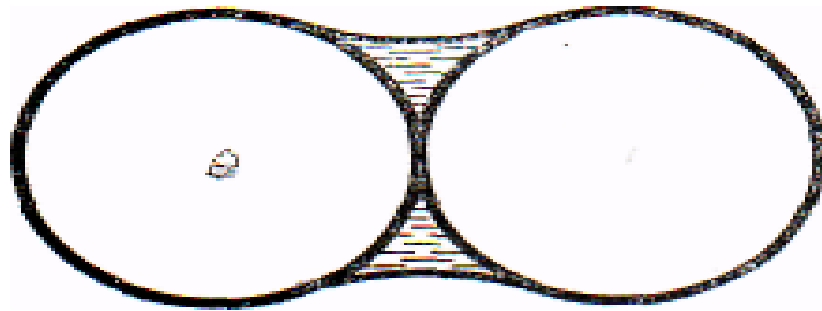


Рис. 1 Водная манжета (стыковая вода) между шарообразными частицами (по А.А.Роде).

Стыковая капиллярноподвешенная влага находится в виде разобщенных скоплений вокруг точек соприкосновения твердых частиц (рисунок 1); характеризуется отсутствием гидростатической сплошности, удерживается капиллярными силами.

Внутриагрегатная капиллярноподвешенная влага находится в капиллярах, пронизывающих агрегаты; удерживается капиллярными силами.

Насыщающая капиллярноподвешенная влага целиком заполняет тонкие поры почвы, удерживается капиллярными силами и силами смачиваемости первоначально сухой почвы.

Сорбционнозамкнутая влага находится в виде микроскопических скоплений в некапиллярных порах, изолированных перемычками и пробками из связанной воды; удерживается сорбционными силами.

Подпертая гравитационная влага делится на подперто-подвешенную капиллярную и подпертокапиллярную.

Подперто-капиллярная влага находится в мелкопористых слоях почвы, подстилаемых более легкими и более крупнопористыми слоями; удерживается капиллярными силами.

Подпертокапиллярная влага находится в капиллярах, подпираемых грунтовыми водами или верховодкой; удерживается капиллярными силами.

Свободная гравитационная влага также встречается в двух видах—просачивающаяся и влага водоносных горизонтов.

Просачивающаяся — свободная гравитационная влага, которая передвигается при нисходящем токе под влиянием силы тяжести.

Влага водоносных горизонтов удерживается вследствие непроницаемости водоупорного слоя.

Выделяют шесть основных почвенно-гидрологических констант, которые выражают в процентах от массы или объема почвы:

1. Максимальная адсорбционная влагоемкость (МAB)- наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое силами адсорбции; влага недоступна для растений.

2. Максимальная гигроскопичность (МГ) - наибольшее количество влаги, которое почва может сорбировать из воздуха, почти насыщенного водяным паром (при относительной влажности воздуха более 94%); влага недоступна растениям.

3. Почвенная влажность устойчивого завядания растений (ВЗ) - влажность, при которой растения начинают обнаруживать признаки завядания, не исчезающие при перемещении растений в атмосферу, недоступности растениям влаги.

4. Влажность разрыва капиллярной связи (ВРК) - влажность почвы, лежащая в интервале между наименьшей влагоемкостью (НВ) и почвенной влажностью устойчивого завядания растений (ВЗ), при которой подвижность подвешенной влаги в процессе иссушения резко уменьшается.

5. Наименьшая, или предельная полевая влагоемкость (НВ или ППВ) - максимальное количество капиллярноподвешенной влаги.

6. Капиллярная влагоемкость (КВ) – это максимальное количество капиллярноподпертой влаги.

7. Полная влагоемкость или полная водовместимость (ПВ) - наибольшее количество воды, которое может содержаться в почве при заполнении всех ее пор.

Для развития растений наиболее благоприятна влажность почвы в интервале ВРК-НВ. В интервале НВ-ПВ ухудшается газообмен, и такое увлажнение является избыточным. При влажности почвы, соответствующей величинам в интервале ВРК-ВЗ, влага труднодоступна для растений, и их продуктивность при этом заметно снижается.

Важнейшими водными свойствами почв являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность.

Водоудерживающая способность – это способность почвы удерживать то или иное количество воды, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил.

Сорбция воды - это способность поглощать влагу, и она тем сильнее проявляется в почве, чем больше ее дисперсность. Сорбция зависит от механического, минералогического и химического состава почвы, а также от ее гумусированности.

Свойство почвы, сорбировать парообразную влагу называется гигроскопичностью, а поглощенная влага - гигроскопической (Г). Чем больше воздух насыщен парами воды, тем больше ее поглощается почвой. При низкой относительной влажности воздуха (20-40 %) образуется монослой сорбированной влаги; при дальнейшем насыщении воздуха парами воды количество поглощаемой влаги увеличивается. Когда относительная влажность воздуха приближается к 100 %, почва насыщается водой до величины, называемой максимальной гигроскопичностью (МГ).

Величина гигроскопичности зависит от дисперсности, минералогического состава, гумусированности и состава обменных оснований почвы. Чем тяжелее почва, чем больше в ней коллоидных частиц и гумуса, тем выше ее гигроскопичность.

Влияние минералогического состава на сорбцию водяных паров особенно проявляется при высокой влажности воздуха (более 95%): монтмориллонит поглощает влаги больше, чем иллит и каолинит.

Важной гидрологической характеристикой является влажность устойчивого завядания растений (ВЗ). Она может быть определена прямым методом в опытах с растениями; чаще ее определяют расчетным путем, умножая показатель МГ на коэффициент 1,5. Влажность устойчивого завядания зависит главным образом от механического состава, плотности почвы, состава поглощенных катионов, засоленности.

Влажность устойчивого завядания зависит не только от свойств почвы, но и от биологических особенностей растений и их возраста.

Влагоемкость - количество воды, характеризующее водоудерживающую способность почвы.

В зависимости от сил, удерживающих влагу в почвах, различают максимальную адсорбционную, капиллярную, наименьшую (предельную полевою) и полную влагоемкости.

Максимальная адсорбционная влагоемкость - наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое сорбционными силами.

Капиллярная влагоемкость - максимальное количество влаги, удерживаемой над уровнем грунтовых вод капиллярными (менисковыми) силами. Она выражается в процентах от массы или объема почвы. Величина капиллярной влагоемкости, помимо мощности слоя, зависит от того, на какой высоте от зеркала грунтовых вод находится слой почвы: чем меньше эта высота, тем больше капиллярная влагоемкость. Величина ее обусловлена общей и капиллярной пористостью, а также плотностью почвы.

С капиллярной влагоемкостью связано важное в агрономической практике понятие капиллярной каймы — слоя подпертой влаги между уровнем грунтовых вод и верхней границей фронта смачивания почвы.

Наименьшая влагоемкость соответствует такой влажности, которая сохраняется в почвогрунте, не испытывающим капиллярного подтока влаги после стекания избыточной воды, поступающей к поверхности почвы. Это максимальное количество воды, фактически удерживаемое почвой в природных условиях в состоянии равновесия, когда устранено испарение и дополнительный приток воды. Величина наименьшей влагоемкости зависит от механического, минералогического и химического состава почвы, ее плотности и пористости.

Когда в почве все поры заполнены водой, наступает состояние увлажнения, называемое **полной влагоемкостью** или **водоёмкостью**. При полной влагоемкости влага в почве, находящаяся в крупных промежутках между твердыми частицами, непосредственно удерживается зеркалом грунтовых вод или водоупорным слоем. Практически в почвах, насыщенных водой до состояния полной влагоемкости, 5—8% порового пространства заполнено «защемленным воздухом».

Водопроницаемость — способность почвы воспринимать и пропускать через себя воду. Различают две стадии водопроницаемости — впитывание и фильтрацию. Если поры почвы лишь частично заполнены водой, то при поступлении воды наблюдается ее впитывание в толщу почвог-

рунта; когда почвенные поры полностью насыщены водой, происходит фильтрация воды, т. е. движение в условиях сплошного потока жидкости.

4.1 Работа 5. Определение влажности почвы, максимальной гигроскопичности и доступного запаса влаги весовым методом в метровом слое (6 часов)

Занятие 1

Ход работы:

1. Взвесить пустой бюкс.
2. Почвенным буром отобрать образец почвы с каждого 10-ти сантиметрового слоя и заполнить на $\frac{3}{4}$ объема бюкса: 0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-50; 50-60; 60-70; 70-80; 80-90; 90-100.
3. Взвесить бюкс с почвой, открыть крышку и поместить его в сушильный шкаф для высушивания.
4. После высушивания бюкс с почвой охладить в эксикаторе и взвесить.
5. Рассчитать по каждому образцу влажность почвы (V_0) _____%,

$$V_0 = \frac{V_1 - V_2}{V_2 - V} \times 100, \%$$

ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ:

Место взятия образца _____

Глубина взятия пробы _____

1. Масса бюкса (V) _____ Г
2. Масса бюкса с почвой до высушивания (V_1) _____ Г
3. Масса бюкса с почвой после высушивания (V_2) _____ Г
4. Масса сухой почвы ($V_2 - V$) _____ Г
5. Масса испарившейся воды ($V_1 - V_2$) _____ Г
6. Влажность почвы (V_0) _____ %
7. Плотность почвы (d_0) _____ Г/см³

Занятие 2 (продолжение)

Ход работы:

1. Взвесить пустой бюкс.
2. Образец почвы в воздушно-сухом состоянии растереть пестиком в фарфоровой ступке и просеять через сито в 1 мм.
3. Отобрать навеску почвы 10 г в бюкс и поставить на длительное насыщение (до постоянной массы) в эксикатор с насыщенным раствором K_2SO_4 .
4. После установления постоянной массы взвесить бюкс с почвой.
5. Бюкс с почвой поместить в сушильный шкаф для высушивания при температуре $105^{\circ}C$.
6. После высушивания охладить в эксикаторе и взвесить.

ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ:

1. Масса бюкса (V_1) _____ Г
2. Масса бюкса с абсолютно сухой почвой (V_3) _____ Г
3. Масса бюкса с почвой после насыщения (V_2) _____ Г
4. Масса гигроскопичной влаги _____ Г
5. Максимальная гигроскопичность (M_r) _____ %

$$M_r = \frac{V_2 - V_3}{V_3 - V_1} \times 100, \%$$

Занятие 3

Ход работы:

1. Рассчитать количество продуктивной влаги (V_n) _____ мм по формуле:

$$V_n = \frac{V_d \times d_0 \times H}{10} \text{ мм,}$$

- где V_d - доступная вода, %;
 d_0 - плотность почвы;
 H - высота слоя, см.

ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ:

Гори- зонт, см	Влаж- ность почвы (V_0), %	Максималь- ная гигро- скопичность, (M_{Γ}), %	Недоступ- ная вода (V_M), коэф. 1,34, %	Плотность почвы (d_0), г/см ³ (ус- ловно)	Доступная вода	
					$V_0 - V_H$, %	V_p , мм
0-10						
10-20						
20-30						
30-40						
40-50						
50-60						
60-70						
70-80						
80-90						
90-100						

Выводы: _____

Приборы и оборудование: бюксы, почва, ступки, пестики, сита с отверстиями 1 мм, эксикатор с насыщенным раствором K_2SO_4 , весы, бумага.

ВОПРОСЫ К СЕМИНАРСКОМУ ЗАНЯТИЮ:

1. Совокупность природных факторов в жизни растений и их роль для получения высоких урожаев.
2. Основные законы земледелия.
3. Проявление основных законов земледелия в различных почвенно-климатических зонах Северного Кавказа.
4. Основные методы окультуривания почвы.
5. Строение пахотного слоя почвы и его значение.
6. Агрофизические свойства почвы и их роль в земледелии.
7. Структура почвы и ее значение.
8. Способы улучшения структуры и строения пахотного слоя почвы.
9. Методы определения агрегатного состава почвы.
10. Значение воды в жизни почвы и растений.
11. Водно-физические свойства почвы.
12. Формы и виды почвенной влаги. Методы ее определения.
13. Методы определения запасов влаги в почве, суммарного водопотребления и коэффициента водопотребления.
14. Баланс воды в почве.
15. Зоны увлажнения и основные типы водного режима.
16. Приемы регулирования водного режима в земледелии.
17. Агроклиматическое районирование Ставрополья (7 районов).
18. Воздух как составная часть почвы и его значение.
19. Факторы газообмена и динамика воздушного режима.
20. Приемы регулирования воздушного режима почвы.
21. Роль тепла в жизни растений и почвы.
22. Приемы регулирования теплового режима.
23. Пищевой режим почвы.
24. Приемы регулирования пищевого режима в земледелии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Влияние предшественников и обработок на плодородие выщелоченных чернозёмов и урожайность озимой пшеницы / Г.Р. Дорожко, Г.М. Зюзин, В.М. Передериева, О.И. Власова. // Актуальные аспекты повышения плодородия почв: сб. науч. тр. ССХИ. – Ставрополь, 1994. – С.41-49.
2. Голоусов, Н.С. Влияние предшественников на плодородие выщелоченных чернозёмов и урожайность озимой пшеницы / Н.С. Голоусов, Ю.А. Юшко, Г.А. Шматко // Использование пашни: сборник научных трудов, 1993.- С.17-22.
3. Дорожко, Г.Р. Влияние предшественников и обработок на плодородие выщелоченных чернозёмов и урожайность озимой пшеницы / Г.Р.Дорожко, Н.С. Голоусов, Г.М. Зюзин, Ю.А. Юшко, В.М. Передериева, Г.А. Шматко // Актуальные аспекты повышения плодородия почв: сб. науч. тр. Ставроп. СХИ. – Ставрополь, 1994. – С.41- 44.
4. Доспехов, Б.А. Вопросы обработки почвы / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 223 с.
5. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А.Доспехов, И.П.Васильев, А.М.Туликов. - М.: ВО Агропромиздат, 1987. - С. 18-107.
6. Земледелие / Г.И.Баздырев, В.П. Лошаков, А.И. Пупонин и др. // Под ред. А.И. Пупонина. – М.: Колос, 2000. – 552 с.
7. Земледелие / Под ред. С.А.Воробьева. - М.: Агропромиздат, 1991.- 528 с.
8. Земледелие Ставрополья / Под ред. доктора с.-х. наук, профессора Г.Р. Дорожко. – Ставрополь, 2003. – 324 с.
9. Кауричев, И.С. Почвоведение / И.С.Кауричев, Л.Н.Александрова, Н.П. Панков. – М: Колос, 1982. - 96 с.
- 10 Качинский, Н.А. Физика почв, ч. 2 / М.А. Качинский.- М.: Высшая школа, 1970. – 360 с.
- 11 Книга земледельца / Под ред. Г. Р. Дорожко. - Ставрополь, 1998.- 173 с.
- 12 Ковриго, В.П. Почвоведение с основами геологии / В.П.Ковриго, И.С.Кауричев, Л.М.Бурлакова. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
- 13 Основы систем земледелия Ставрополья / Под ред. В.М. Пенчукова. - Ставрополь, 2005. – 463 с.
- 14 Паршин, В.А. Система обработки почв в Калмыкии / В.А. Паршин, В.П. Богданов. – Элиста: Калм. кн. изд-во, 1994. – 150 с.