

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кубанский государственный аграрный университет»

Б. И. Тарасенко

Повышение плодородия почв Кубани

Монография

Краснодар
2014

УДК 631.452 (470.62)

ББК 40.3

Т19

Рецензенты:

А. Х. Шеуджен – доктор биологических наук, профессор, Кубанского госагроуниверситета, академик РАЕН;

А. В. Загорулько – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Кубанского госагроуниверситета

Тарасенко Б. И.

Т19 Повышение плодородия почв Кубани: монография / Б. И. Тарасенко. – 3-е доп. и исп. изд. – Краснодар: КубГАУ, 2014. –130 с.

В книге, написанной заслуженным агрономом РСФСР, профессором Б. И. Тарасенко, обобщены накопленные исследовательскими учреждениями Кубани данные по физике почв. Приведены также данные автора, уделившего главное внимание вопросам структуры и строения пахотного слоя. На основе этих показателей излагаются особенности водного режима и общие принципы его регулирования.

Монография рассчитана на агрономов хозяйств, фермеров и студентов агрономического профиля.

© Тарасенко Б. И., 2014

© ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет», 2014

ПОСВЯЩАЕТСЯ

*90-летию **Бориса Ивановича Тарасенко-**
фронтовику, выдающемуся ученому,
профессору, Заслуженному агроному
Российской Федерации*

Борис Иванович Тарасенко родился 27 октября 1924 г. в с. Валки Прилукского района Черниговской области Украинской ССР, в семье сельского учителя. В 1930 г. семья переехала на Кубань в ст. Динскую, где отец работал в течение трех лет учителем. Затем отца переводят на х. Красносельский Краснодарского края Азово-Черноморского района, где он работал учителем начальной школы. На этом скитания не закончились. В 1934 г. родителей перевели на работу в Старомышастовскую среднюю школу Ново-Титаровского района Краснодарского края. В 1941 г. Борис Иванович окончил Старомышастовскую среднюю школу с отличием и был призван в ряды Красной Армии в 180 запасной стрелковый полк. В период Великой Отечественной войны служил в гвардейской бригаде морской пехоты Черноморского флота. Участвовал в обороне Туапсе и Новороссийска; освобождении Кавказа, Украины, Румынии, Болгарии, Венгрии, Югославии, Чехословакии, Австрии. В 1945 г. вступил в КПСС.

В 1947 г. Борис Иванович был демобилизован и в этом же году поступил учиться на агрономический факультет Кубанского СХИ, который окончил в 1952 г. с отличием. Еще на студенческой скамье проявились его трудолюбие, наблюдательный ум, способности к научно-исследовательской и педагогической работе, что было подмечено преподавателями и руководством факультета. После окончания института Бориса Ивановича оставили на кафедре земледелия Кубанского СХИ в качестве ассистента. В 1956 г. его избрали старшим преподавателем кафедры. 16 января 1961 г. в специализированном Совете Сталинградского СХИ Борис Иванович защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. В этом же году его избрали доцентом кафедры общего земледелия. В период 1961 – 1964 гг. Борис Иванович был деканом агрономического факультета. За этот период он зарекомендовал себя как прекрасный педагог, эрудированный ученый и хороший организатор.

С 1970 г. по 1987 г. Борис Иванович Тарасенко возглавлял кафедру общего земледелия, а с 1987 г. по 1991 г. был профессором этой кафедры. Ученое звание «профессор» ему присвоено коллегией ВАК СССР 2 декабря 1977г.

Профессор Борис Иванович Тарасенко вел активную научно-исследовательскую работу по вопросам агрофизики почв. Эксперименты, проводимые им, выполнялись на высоком теоретическом уровне и были направлены на повышение культуры земледелия в Краснодарском крае. Под его руководством и непосредственном участии разработан «Кубанский» вариант почвозащитной

обработки под кукурузу. Он изучил также способы летней обработки черных паров в условиях южной зоны Ростовской области. Разработаны дифференцированные приемы обработки почвы под озимую пшеницу после пропашных предшественников. Им впервые на Северном Кавказе было доказано, что «врезание» семян в посевное ложе способствует более дружному появлению всходов озимой пшеницы и, в конечном итоге, повышению урожайности. Б.И. Тарасенко установил, что прикатывание почвы при уровнях увлажнения ниже ВРК уменьшает потери парообразной воды. Им также разработаны теоретические вопросы по влиянию основных водно-физических свойств почв на продуктивность сельскохозяйственных растений. Земледельцы Кубани широко использовали его рекомендации по минимализации числа предпосевных и междурядных обработок почвы при возделывании пропашных культур. Им было предложено исключить раннее весеннее боронование зяби в системе предпосевной обработки почвы под культуры средних и поздних сроков сева, т.к. при этом в центральной южной зонах Краснодарского края не уменьшаются запасы воды и не снижается урожай.

Профессором Б.И. Тарасенко опубликовано свыше 50 научных работ. Особое место в научном наследии Бориса Ивановича занимают монографии: «Агротехника озимой пшеницы в Адыгее» (1957), «Агротехника озимой пшеницы» (1967), «Система обработки почвы под кукурузу» (1969), «Обработка почв на Кубани» (1975), «Пути повышения плодородия почв Кубани» (1979).

Б.И. Тарасенко разработал индивидуальные задания для студентов агрофака для изучения обработки почвы. Он читал курс лекций по общему земледелию. Лекции Бориса Ивановича отличались глубоким теоретическим содержанием и были увязаны с новейшими достижениями в области сельского хозяйства. Излагал материал он просто, каждое свое утверждение аргументировал, чем всегда вызывал у слушателей повышенный интерес.

Уделяя большое внимание подготовке научных кадров, Борис Иванович всегда принимал активное участие в конференциях, симпозиумах, совещаниях. Под его руководством выполнили работы и защитили свои кандидатские диссертации более 10 аспирантов и соискателей.

Великий ученый-почвовед Н.М. Сибирцев считал, что «профессор должен всегда помнить, что он, прежде всего общественный деятель, что его служение науке – общественное дело». Именно это «общественное дело» было для Бориса Ивановича смыслом его жизни. Он активно участвовал в общественной жизни Кубанского СХИ, г. Краснодара и Краснодарского края. Был руководителем философских семинаров преподавателей агрофака, членом ученого Совета Краснодарского НИИ сельского хозяйства, научно-технического совета управления сельского хозяйства, научно-технического совета управления сельского хозяйства крайисполкома. Совета по защите кандидатских диссертаций,

консультантом Краснодарского краевого управления сельского хозяйства, членом Ленинского райкома КПСС г. Краснодара. Избирался депутатом Краснодарского городского Совета депутатов трудящихся (1980 – 1982 гг.).

Борис Иванович привлекал к себе людей не только благодаря заслугам на научно-педагогическом поприще, но и своими человеческими качествами: сердечностью, доброжелательностью, отзывчивостью, умением создавать благоприятную рабочую атмосферу.

За боевые и трудовые заслуги перед Родиной профессор Б.И. Тарасенко награжден орденами Ленина (1971), Красной Звезды (1944), «Знак Почета» (1966, 1973) и 10 медалями. Ему присвоено почетное звание «Заслуженный агроном РСФСР» (1976).

Введение

Неуклонное повышение урожайности сельскохозяйственных культур может быть обеспечено только на основе достижений биологии и химии, которые стали теоретическим фундаментом современной агрономии.

Без использования успехов биологии, особенно физиологии растений, были бы невозможны правильный, научный подход к применению многообразных приемов агротехники и создание условий, наиболее отвечающих потребностям возделываемых культур. Использование достижений химической науки в сочетании со знанием биологии позволяет нам относительно правильно решать вопросы регулирования питания растений.

Несколько по-другому обстоит дело с внедрением в сельскохозяйственное производство достижений современной физики.

Физика нашего столетия является наиболее развивающейся отраслью человеческих знаний. Ее революционизирующее влияние с каждым годом все сильнее и сильнее сказывается на развитии других наук, особенно близко прилегающих к ней.

В сельскохозяйственную науку физика только начала проникать. Она делает первые шаги в агрономии. А между тем физические условия жизни растений играют не менее важную роль, чем другие факторы.

Физические условия, складывающиеся в почве, изучаются сравнительно недавно. Физика почвы как наука о ее водном, воздушном и тепловом режимах, о ее строении и структуре начала развиваться в 30-е годы. Основы физики почв в нашей стране заложили такие выдающиеся ученые, как А. Г. Дояренко, Н. М. Тулайков, В. Р. Вильяме, А. Ф. Лебедев, Н. А. Качинский и др. В последующем значительный вклад в развитие этой отрасли знаний внес Агрофизический институт, созданный замечательным советским ученым академиком А. Ф. Иоффе.

На Кубани значительное влияние на развитие агрофизического подхода к изучению почвенных условий оказали работы и д. Захарова, С. И. Тюремнова, И. А. Кузнецова, С. Ф. Неговелова, Е. С. Блажного и др. Особенно много сделал И. А. Кузнецов. Его можно считать основателем прикладного, агрономического направления при изучении физических характеристик почв Кубани в связи с их обработкой и чередованием культур.

Исключительно важное значение имеет изучение физики почв, тяжелых по механическому составу. Характерным для них является значительная динамичность физических характеристик в процессе сельскохозяйственного использования и очень большое влияние их на изменение условий жизни растений, на обеспеченность водой, воздухом и пищей.

Однако надо иметь в виду, что накоплено не так уж много данных по физике почв края. Лучше изучены эти вопросы на выщелоченных черноземах

(А. П. Красинский, И. А. Кузнецов, Е. С. Блажний, Б. А. Захаров, С. Ф. Неговелов) и в меньшей мере на других.

Значительные исследования водно-физических свойств черноземов Кубани проведены Н. Е. Редькиным. Оригинальная работа в этом направлении на слитых черноземах выполнена Ю. Н. Багровым.

В последние годы изучению физических характеристик почв предгорных, горных и пойменных районов посвящены работы почвоведов Кубанского сельхозинститута, выполненные под руководством Е. С. Блажного.

Меньше данных по изучению водно-физических свойств почвы получено в динамике, то есть при их изменении под влиянием агротехнических приемов и чередования культур. Они в основном получены на выщелоченных черноземах и в меньшей мере в зоне карбонатных черноземов (И. А. Кузнецов, З. А. Пакудин, С. Ф. Неговелов, П. Н. Ярославская, А. Я. Максимова, В. И. Святко).

Настоящая работа является скромной попыткой обобщить накопленные исследовательскими учреждениями Кубани данные по физике почв. В книге приводятся также данные автора, уделившего главное внимание вопросам строения и структурного состава пахотного слоя. Это очень важные показатели, на базе которых излагаются особенности водного режима и общие принципы его регулирования.

Строение почвы и ее плодородие

Большинство операций, с помощью которых мы регулируем идущие в почве процессы и создаем определенные условия для развития растений, связано с приданием пахотному слою различной степени рыхлости, созданием почвенных комков заданного размера. Этим самым земледелец формирует различное соотношение фаз почвы - твердой, жидкой и газообразной.

Для характеристики почвы используют такое понятие, как строение, и особенно строение пахотного слоя, то есть той его части, на которую воздействует человек. Данное понятие было введено в наше земледелие патриархом русской агрономии, одним из основателей ее агрофизического направления профессором А. Г. Дояренко.

Строение почвы - соотношение объемов твердой фазы и различных видов пор. Оно выражает не только степень плотности или рыхлости почвы, но и характер ее порозности. Строение почвы характеризует общая скважность, или плотность, и величина соотношения между капиллярной и некапиллярной скважностями.

Плотность почвы выражается соотношением абсолютно сухой массы почвы к занимаемому ею объему в образце, взятом с ненарушенным строением.

Величину плотности почвы рассчитывают по формуле:

$$d_o = \frac{M}{V}$$

где d_o - плотность, абсолютно сухой почвы, г/см³;

M - масса абсолютно сухой почвы, г;

V - объем взятого с ненарушенным строением образца, см³.

Плотность на разных почвах колеблется в пределах от 0,8 до 1,6 г/см³. Почвы, где ее величина изменяется от 0,8 до 1,1 г/см³, считают рыхлыми.

Плотные почвы имеют значение около 1,3, а очень плотные - свыше 1,4 - 1,5 г/см³.

Величина плотности почвы используется для расчета ее общей скважности, продуктивного, непродуктивного и общего запасов влаги, а также для расчета валовых запасов питательных веществ.

Общая скважность почвы (порозность) - объем ее пор. Величина скважности чаще выражается в процентах от объема образца. Расчет общей скважности производится по формуле:

$$V = \left(1 - \frac{d_o}{D}\right) \cdot 100\%$$

где V - общая скважность, %

d_o - плотность почвы, г/см³;

D - удельная масса почвы, г/см³.

На почвах Кубани общая скважность изменяется в среднем в пределах от 44 до 65%. Почвы, имеющие общую скважность меньше 49%, относятся к плотным. Средняя уплотненность почвы выражается скважностью 50 - 55%. Более высокая ее величина характеризует рыхлые почвы.

Большое значение в характеристике строения почвы придается соотношению в ней капиллярной и некапиллярной скважностей. Эти два вида порозности обычно выражаются в процентах от общей скважности. Величина капиллярной и некапиллярной скважностей определяется при капиллярном насыщении образцов, взятых с не нарушенным строением. Тяжелые, иловатые почвы Кубани сильно набухают при насыщении. Поэтому вместо воды часто применяют инертные жидкости, например керосин. Если же используется вода, то предварительно необходимо установить время, и течение которого заполняются все капиллярные полости, а набухание образца не искажает полученные данные. Так, для выщелоченных черноземов И. А. Кузнецовым установлено время насыщения - одни сутки.

Соотношение капиллярной и некапиллярной скважностей довольно широко меняется как по профилю на различных почвах Кубани, так и в пахотном слое в зависимости от агротехники возделывания отдельных культур. На тяжелых почвах южной зоны Кубани это соотношение может быть равно 100% : 0,

на почвах северных районов - примерно 75 : 25%.

При характеристике скважности, особенно на тяжелых почвах, представляет интерес ее подразделение на активные и неактивные поры. К неактивным порам относятся микрополости почвы, наполненные связанной водой, которая вследствие больших сорбционных сил имеет высокую плотность, потеряла свою подвижность и прочно перекрывает тонкие капилляры почвы, зачастую отделяя непроходимым для корней барьером участки подвижной, доступной воды в более широких полостях. Некоторые капилляры перекрываются связанной водой настолько, что их диаметр уменьшается до диаметра корневых волосков, то есть меньше 10 мк. Все это уменьшает доступность почвенной влаги для растений. В узкие, заполненные сорбированной влагой неактивные поры не проникают воздух и микроорганизмы. Последние могут развиваться лишь в порах, свободное пространство которых имеет диаметр не меньше 3 мк.

Активные поры - крупные полости с диаметром, исчисляемым уже десятками микрон. Они могут быть заполнены капиллярными формами воды. По ним может протекать гравитационная влага.

Активные поры - вместилище почвенного воздуха и громадного микробиологического населения, о котором академик Вернадский говорил, имея в виду скорость его размножения, что это подлинный «вихрь жизни». Именно эти поры являются вместилищем той громадной массы микроорганизмов, которая на кубанских черноземах достигает веса 7 т на гектаре и поставляет для растений подвижные формы питательных веществ.

Подразделение порозности па активную и неактивную часть важно при агрономической оценке тяжелых черноземов Кубани, которые, особенно на юге края, имеют высокую величину капиллярной порозности. Именно такая оценка почв объясняет многие процессы и позволяет предсказывать эффективность тех или иных агротехнических приемов.

К сожалению, такие исследования мало проводились. В этой связи заслуживает внимания работа, выполненная Ю. Н. Багровым.

Строение почвы, особенно пахотного слоя, является важнейшим фактором плодородия. Оно оказывает решающее влияние на превращение потенциального плодородия в эффективное. Это основной показатель, изменяя который земледелец способен превратить плодородие, но отдающие с трудом питательные вещества черноземы Кубани в почвы с высоким эффективным плодородием; это то условие, оптимальные значения которого позволяют сделать доступным богатство земли и заставить его служить человеку в большей мере, чем определила природа.

Велико значение строения пахотного слоя в обеспечении оптимального водного режима для всех степных земледельческих районов, и особенно для районов недостаточного увлажнения. Степень рыхлости пахотного слоя из всех

показателей, регулируемых человеком, оказывает решающее влияние на потери влаги из почвы, на ее испарение.

Величина общей скважности и соотношение капиллярных и некапиллярных пор определяют такие водные свойства почвы, как ее влажность, водопроницаемость, водоподъемную способность, запас продуктивной воды.

Увеличение общей скважности почвы ведет к росту общего запаса воды в период влагонакопления. Однако в период иссушения слишком большая величина общей скважности становится причиной интенсивного иссушения. Большая капиллярная скважность уменьшает доступность для растений почвенной влаги вследствие ухудшения условий проникновения корневых волосков в почву, а также из-за образования пробок из сорбированной влаги в тонких капиллярах.

Уменьшение общей и увеличение капиллярной скважности с определенного для каждой почвы значения снижает водопроницаемость. На почвах, обладающих такими показателями, возрастают, особенно к весне, переувлажнение в верхних слоях и гибель озимых посевов от вымокания.

С уменьшением общей и с ростом капиллярной скважности увеличивается до определенного предела водоподъемная способность почвы.

Показатели строения во многом определяют воздушный режим почвы, регулируя соотношение в почве двух антагонистов - воды и воздуха.

Суглинистые и глинистые почвы Кубани при увеличении плотности свыше $1,45 \text{ г/см}^3$ имеют плохой воздушный режим, низкую аэрацию и воздухопроницаемость. Обычно при такой плотности аэрация не бывает больше 10% от объема почвы. Многие исследователи указывают, что ее снижение до этой величины ведет к сильному угнетению и даже гибели растений. В то же время уже при 15% аэрации (плотность около $1,25 \text{ г/см}^3$) они растут удовлетворительно.

Большая величина капиллярной скважности также ухудшает аэрацию, поскольку капиллярные поры обычно заполняются водой.

Пищевой режим почвы во многом зависит от строения пахотного слоя и всего профиля.

Изменение строения оказывает влияние на процесс накопления доступных для растений форм питательных веществ прежде всего через влияние на сохранение почвенной влаги и через изменение воздушного режима.

Нормальное развитие микроорганизмов возможно только в том случае, когда почва имеет влажность, близкую к оптимальной для развития растений. Обеспечивая путем создания оптимального строения хорошие условия увлажнения, мы улучшаем тем самым пищевой режим.

Несколько уплотненное содержание пахотного слоя или верхней его части в период иссушения, уменьшая потери влаги, способствует лучшему разви-

тию процессов накопления питательных веществ, особенно заметному в условиях засушливого лета и осени. Так, уплотненное содержание почвы при полупаровой ее обработке под озимые культуры, которое достигается путем применения катков, обеспечивая сбережение влаги, улучшает условия развития нитрификационных процессов.

В наших опытах в сухую осень 1957 г. в пахотном слое ко времени посева озимых на полупаре, основная обработка которого и уход велись с использованием катков, содержалось нитратов 89,9 мг, а на контроле - только 26,1 мг на 1 кг абсолютно сухой почвы.

Несколько уплотненное содержание почвы на парах, использование катков при уходе за ними обеспечивает сохранение влаги в верхних слоях и, следовательно, также увеличивает накопление нитратов. Так, на обыкновенных черноземах в опытах Н. И. Алехина (1966 - 1969 гг.) такая обработка увеличивала количество нитратов на 13,9 - 27,9 мг на 1 кг абсолютно сухой почвы.

В опытах Н. Н. Сиротенко на слитом черноземе установлена связь накопления нитратов с изменением влажности и плотности почвы. Коэффициент множественной линейной корреляции между этими показателями составил $0,74 \pm 0,17$.

В таблице 1 представлены результаты по определению количества нитратов через 60 дней после закладки лабораторного опыта.

Таблица 1 - Влияние плотности сложения и влажности почвы на накопление нитратов

Влажность 20,4%		Влажность 27,1%		Влажность 38%	
плотность, г/см ³	нитраты, мг на 1 кг абсолютно сухой почвы	плотность, г/см ³	нитраты, мг на 1 кг абсолютно сухой почвы	плотность, г/см ³	нитраты, мг на 1 кг абсолютно сухой почвы
0,90	12,5	0,80	26,8	0,78	38,2
1,00	14,0	1,01	32,3	1,02	36,1
1,20	13,5	1,21	27,9	1,23	11,2
1,40	11,2	1,41	14,3	1,45	1,9
1,47	10,0	1,51	4,8	1,52	1,1

При влажности 20,4% процесс нитрификации шел слабо (влажность завядания слитого чернозема около 19%). Причем влияние плотности почвы на этот

процесс невелико.

Зато влияние плотности на накопление нитратов сильно проявляется с увеличением количества воды в почве. При высокой плотности ($1,5 \text{ г/см}^3$) резко снижается аэрация (до 7%). Кроме того, с возрастанием плотности растет количество воды, недоступной как для растений, так и для микроорганизмов.

Незначительная общая и высокая капиллярная скважности почвы, ухудшая ее аэрацию, задерживают развитие аэробных микробиологических процессов, в результате которых образуются доступные для растений формы питательных веществ. Это явление особенно хорошо заметно при наблюдении за развитием нитрификационных процессов. При изучении динамики нитратов по разным вариантам обработки почвы под озимую пшеницу на выщелоченном черноземе замечено резкое уменьшение их количества при величине общей скважности 47 - 48% и капиллярной - около 90% от общей (П. В. Носов, Б. И. Тарасенко).

Не следует забывать, что в очень плотной почве микроорганизмы будут развиваться плохо также вследствие малого диаметра пор.

Строение почвы оказывает влияние и на ее тепловой режим. Создавая разное строение пахотного слоя и тем самым регулируя содержание воды в почве, мы косвенным образом влияем на изменение ее тепловых свойств. Например, с увеличением влажности почвы возрастает ее теплоемкость, и она медленнее прогревается.

Изменение количества воды значительно меняет теплопроводность почвенной массы. Она возрастает у почвы, влажность которой увеличивается от мертвого запаса до величины, несколько превышающей влажность разрыва Капиллярной связи, а затем уменьшается. Это можно объяснить тем, «то по мере увеличения количества воды, начиная примерно с появления пленочных ее форм, увеличивается роль водяного тела, усиливающего в процессе теплопередачи контакт между частицами почвы.

С ростом уплотненности почвы возрастает ее теплопроводность. Увеличение общей и особенно некапиллярной скважности уменьшает глубину прогрева и промораживания. Рыхлое строение верхней части пахотного слоя позволяет снижать его температуру летом на 3 – 5°C.

Велико значение уплотнения почвы в развитии корневой системы. Глубокое развитие мощных корней создает условия для улучшения снабжения растений влагой и питательными веществами в критические периоды формирования репродуктивных органов, когда верхние слои почвы обычно содержат мало доступной для растений воды.

Хотя проникающих на большую глубину корней и немного, но их роль в критические периоды очень велика. Небольшая по объему и размерам часть корней, проникших на глубину, может резко повышать интенсивность своей

деятельности в том случае, Когда остальная, большая часть корневой системы попадает в неблагоприятные по увлажнению и питанию условия.

Известные опыты И. И. Колосова показали значительное усиление деятельности отдельных корней при увеличении в окружающей их почве количества влаги и питательных веществ. Так, встреча корня с гранулой суперфосфата усилила поглощение фосфора в 20 - 30 раз. В этих же опытах получены поразительные данные, подтверждающие большие потенциальные возможности корневой системы, способность небольшой ее части нормально питать все растение водой и пищей.

Увеличение плотности особенно сильно тормозит рост и развитие корней на почвах тяжелого механического состава. В условиях края это влияние, очевидно, будет сильнее проявляться на тяжелых глинистых и суглинистых почвах юго-западной зоны и слабее - на обыкновенных черноземах.

Увеличение влажности уплотненных почв в значительной мере снижает вредное действие высокой плотности. Отсюда в районах со значительным количеством осадков и при орошении следует ожидать меньшего снижения урожая при высокой плотности почвы.

Растения в зависимости от их биологических особенностей по-разному реагируют на изменение строения почвы. Более высокую рыхлость требуют культуры, возделываемые как пропашные, меньшую - колосовые.

Для условий Кубани получено очень мало данных, которые бы показывали влияние плотности почвы на развитие корневой системы. В опытах автора, проводившихся в вегетационных сосудах, при весовой влажности 20 – 22% уплотнение почвы до величины, равной $1,25 \text{ г/см}^3$, практически не оказывало влияния на ухудшение развития корней кукурузы и пшеницы. В тех же сосудах, где корни после прорастания встретили плотную прослойку (плотность $1,40 - 1,45 \text{ г/см}^3$) толщиной в 3 см, они затратили на ее преодоление 3 дня. В первом случае корни росли со скоростью по 6 см в день. Высокая уплотненность оказывала меньшее влияние на рост корней пшеницы по сравнению с их ростом у кукурузы. Рост корней пшеницы в глубину прекращался при очень высокой плотности (общая скважность около 42%).

Неблагоприятное влияние уплотнения почвы на рост и развитие корней кукурузы наблюдается на черноземах Кубани уже при плотности около $1,35$, а для пшеницы - начиная с $1,35 - 4,4 \text{ г/см}^3$. Естественно, что увеличение влажности уменьшит отрицательное влияние высокой плотности почвы, так как она уменьшится вследствие расклинивающего действия воды.

В опытах Н. Н. Сиротенко на слитом черноземе при влажности почвы 26% и плотности $0,8 \text{ г/см}^3$ корни озимой пшеницы на 18-й день после посева проникали на глубину 25,7 см. Там же, где плотность достигла $1,2 \text{ г/см}^3$, они прошли на глубину 17 см. При большом уплотнении ($1,4$ и $1,5 \text{ г/см}^3$) они до-

стигли глубины соответственно 0,9 и 0,2 см.

Кафедрой земледелия КСХИ проводились полевые опыты по изучению влияния плотности почвы на урожай сельскохозяйственных культур. Ниже представлены результаты одного из таких опытов на выщелоченном черноземе (Б. Н. Вербов). Заданная плотность создавалась послойно в специальных траншеях (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние плотности сложения почвы на урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га

Культура	Плотность почвы, г/см ³		
	0,97 – 1,10	1,26 – 1,38	1,47 – 1,51
Кукуруза	49,5	94,0	4,2
Пшеница	36,8	45,1	27,1
Подсолнечник	36,6	39,5	27,1
Люцерна (сено)	60,7	60,0	53,3

Наибольшие колебания в урожае в зависимости от плотности были у кукурузы.

На варианте, где в период посева плотность равнялась 1,26 г/см³, урожай был почти в 2 раза выше, чем на очень рыхлой и на очень плотной почве. Меньше реагировали на уплотнение пшеница и подсолнечник. Совсем небольшие изменения в урожае отмечены у люцерны.

Большое влияние плотности пахотного слоя на урожай кукурузы отмечено также и в более позднем опыте, заложенном на этой же почве (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние плотности сложения почвы в пахотном слое на урожайность зерна кукурузы

Плотность почвы, г/см ³		Урожайность зерна, ц/га
перед посевом	перед уборкой	
0,85	1,08	60,8
1,10	1,13	63,9
1,21	1,28	70,0
1,34	1,31	22,6
1,48	1,40	17,7

На выщелоченном черноземе было изучено влияние плотности на рост сахарной свеклы (А. П. Царичанский). Результаты этого опыта представлены в таблице 4.

Как видно из таблицы 4, свекла формировала наибольший урожай в том случае, когда уплотненность почвы в пахотном слое в период вегетации изменялась от 1,1 до 1,2 г/см³.

Таблица 4 – Влияние плотности сложения почвы в пахотном слое на среднюю массу корнеплодов сахарной свеклы

1968 г.		средний вес корнеплодов, г	1969 г.		средний вес корнеплодов, г	1970 г.		средний вес корнеплодов, г
плотность, г/см ³			плотность, г/см ³			плотность, г/см ³		
перед посевом	перед уборкой		перед посевом	перед уборкой		перед посевом	перед уборкой	
1,04	1,11	335	1,05	1,24	248	1,06	1,21	467
1,20	1,15	346	1,16	1,29	315	1,17	1,26	540
1,39	1,32	206	1,27	1,31	265	1,30	1,30	411
1,52	14,41	129	1,41	1,42	184	1,41	1,39	294

Несколько меньше, чем у свеклы, колебалась при изменении плотности сложения пахотного слоя, урожайность ярового ячменя на выщелоченном черноземе. Однако и здесь наиболее высокий сбор зерна получен на варианте, где плотность в течение вегетации изменялась от 1,1 до 1,24 г/см³ (таблица 5).

Таблица 5 - Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от плотности сложения почвы в пахотном слое

Плотность почвы, г/см ³		Урожайность зерна, ц/га
перед посевом	перед уборкой	
1,07	1,16	38,8
1,11	1,24	54,0
1,32	1,40	46,0
1,43	1,49	34,8
1,52	1,50	30,4

Описанные опыты проводились и на обыкновенных черноземах северных районов края. Так, в колхозе им. Кирова Новопокровского района в 1972–1974 гг. изучалось влияние плотности пахотного слоя на урожайность кукурузы (Т. М. Донцова) - таблица 6.

Таблица 6 – Влияние плотности сложения пахотного слоя на урожайность кукурузы

Сложение	Плотность почвы, г/см ³		Урожайность зеленой массы		Урожайность зерна	
	до посева	перед уборкой	ц/га	%	ц/га	%
Рыхлое	0,96	1,08	128,5	85	25,4	74
Уплотненное	1,07	1,18	151,9	100	34,1	100
Плотное	1,30	1,26	194,6	128	35,9	105
Очень плотное	1,46	1,41	177,8	177	31,1	91

На обыкновенных черноземах наиболее высокий урожай кукурузы формировался в условиях несколько большей плотности сложения пахотного слоя, чем на выщелоченных (около 1,3 г/см³). Последнее можно объяснить уменьшением потерь воды при увеличении плотности почвы в этом недостаточно увлажненном районе. Интересные результаты получены здесь в опытах с люцерной (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние плотности сложения почвы на урожайность сена люцерны 1-го года жизни (1972 – 1973 гг.)

Сложение	Плотность почвы, г/см ³		Урожайность сена	
	до посева	во время последнего укоса	ц/га	%
Рыхлое	0,9 – 0,97	1,01 – 1,09	28,4	88
Уплотненное	1,07 – 1,11	1,19 – 1,21	32,2	100
Плотное	1,3 – 1,35	1,27 – 1,31	39,2	121
Очень плотное	1,40 – 1,46	1,36 – 1,40	32,2	100

Эти опыты, как и на выщелоченных черноземах, показали относительно

небольшую реакцию люцерны на уплотненность почвы. Так же как и кукуруза, люцерна в условиях недостаточного увлажнения дала наибольшее снижение урожая на рыхлой почве.

Величина плотности почвы, при которой угнетается рост корней плодовых деревьев, несколько больше, чем для растений полевой культуры, и, по данным С. Ф. Неговелова (1965), находится на уровне 1,45 - 1,5 г/см³. При этом по убывающей отрицательной реакции на уплотнение плодовые деревья располагаются так: черешня, абрикос, груша, яблоня, слива, вишня.

Особо следует остановиться на влиянии плотности посевного ложа на прорастание семян озимых культур. Как известно, на Кубани в степных районах хлеборобов часто очень волнует вопрос появления всходов озимых культур. Одно из условий прорастания семян является наличие несколько уплотненного посевного ложа. Лабораторные опыты, которые велись при различной влажности почвы на выщелоченном черноземе, показали, что уплотненное ложе практически не оказывало влияния на прорастание семян озимой пшеницы. Однако совсем другие результаты были получены в условиях низкой влажности (17,8%), когда семена вдавливались или врезывались в уплотненное ложе. В этом случае всходы начали появляться на 1 - 2 дня раньше. Причем в первый день взошло 62%. А вот врезывание семян в уплотненное ложе при влажности 27,2% не оказало никакого влияния на их прорастание.

Аналогичные результаты были получены на обыкновенном черноземе. Здесь при влажности 16,2% врезанные в уплотненное ложе семена дали всходы почти на 4 дня раньше, чем заделанные в рыхлый слой.

Наблюдения велись также и в полевых условиях. Глубина предпосевной культивации устанавливалась несколько мельче глубины заделки семян. Сошники сеялки устанавливались так, чтобы семенная дорожка была врезана в уплотненное ложе (плотность 1,16 г/см³). В сухую осень 1954 г. при низкой влажности почвы в посевном слое (16,9%) полевая всхожесть семян увеличилась от 53% на контроле до 82% на варианте со «врезыванием». Урожайность на варианте со «врезыванием» был на 3,2 ц/га больше.

Как же складывается строение основных почв Кубани? Обыкновенные и слабокарбонатные черноземы имеют высокую общую пористость и относительно низкие значения величины плотности на всю глубину гумусового слоя. Это подтверждается данными таблицы 8.

На обыкновенных черноземах благоприятным для развития растений является также и соотношение капиллярной и некапиллярной скважностей. Начиная с подпахотного слоя, оно обычно держится примерно на уровне: капиллярная скважность 70 – 75%, некапиллярная 30 – 25%.

Таблица 8 - Физические свойства мощного малогумусного обыкновенного чернозема

Глубина, см	Плотность, г/см ³	Общая пористость, %
Колхоз «Комсомолец» Павловского района (Ю. Н. Багров, Г. В. Завитков)		
0 – 10	1,05	60,7
25 – 30	1,00	62,8
50 – 55	1,25	53,2
75 – 80	1,34	51,6
100 – 105	1,35	50,7
Колхоз «Родина» Ленинградского района (В. И. Святко)		
0 – 20	1,12	58,2
20 – 40	1,24	53,7
60 – 80	1,30	51,6
100 – 120	1,34	49,8
140 – 160	1,39	48,8
180 – 200	1,42	47,7

В пахотном слое оно может быть неблагоприятно в результате уплотнения при обработке почвы. Однако и здесь строение в среднем все же лучше, чем на более тяжелых почвах юго-западной зоны.

Относительно меньшее количество осадков, которые выпадают в зоне слабокарбонатных и обыкновенных черноземов, насыщенность почвы углекислыми солями, несколько более легкий, чем у почв, расположенных южнее, механический состав - все это определяет относительно рыхлое сложение их профиля. Конечно, в пахотном слое и здесь в результате обработки может создаваться высокая плотность, но ниже его мы всегда встречаемся с благоприятным сложением.

На обыкновенных черноземах, начиная с подпахотного слоя, нет плотных прослоек, которые бы тормозили рост корневой системы. Здесь ее рост в глубину может сдерживаться только образованием в результате неправильной обработки уплотненных слоев в пахотном слое или недостаточным увлажнением. Именно дефицит влаги на указанных почвах, имеющих прекрасные физические

свойства, является причиной недостаточного развития корневой системы и низких урожаев культур. Слабовыщелоченный чернозем также имеет относительно благоприятное строение на всю глубину гумусового горизонта (таблица 9).

Таблица 9 - Физические свойства мощных и сверхмощных черноземов малогумусных слабовыщелоченных

Колхоз «Красный Октябрь» Усть-Лабинского района		г. Кореновск	
глубина	плотность, г/см ³	глубина	плотность, г/см ³
0 – 10	0,22	0 – 10	1,15
30 – 40	1,31	30 – 40	1,22
50 – 60	1,36	50 – 60	1,32
80 – 90	1,36	80 – 90	1,32
110 – 120	1,37	110 – 110	1,29

Несколько по-иному строение складывается у выщелоченных черноземов, которые имеют больше глины и ила и размещены в районах с большим количеством осадков (таблица 10).

Таблица 10 - Физические свойства черноземов сверхмощных малогумусных выщелоченных

Чернозем выщелоченный, Усть-лабинский район (Г. В. Завитков)			Чернозем выщелоченный, Краснодар (И. А. Кузнецов)		
глубина, см	плотность, г/см ³	общая скважность,%	глубина, см	плотность, г/см ³	общая скважность,%
0 – 10	1,27	52,3	0 – 10	1,23	52,2
35 – 40	1,28	52,0	10 – 20	1,32	49,3
75 – 80	1,43	46,3	20 – 30	1,29	50,4
110 – 115	1,41	46,1	60 – 70	1,36	47,8
150 – 155	1,43	49,2	120 – 130	1,40	46,8

Для выщелоченных черноземов характерна, в общем, меньшая величина скважности и заметное уплотнение в горизонте В. Здесь величина общей скважности снижается до 46%. Следует отметить, что и механический состав

этого горизонта более тяжел.

Соотношение капиллярной и некапиллярной скважностей здесь значительно хуже, чем на обыкновенных, слабокарбонатных и слабовыщелоченных черноземах (таблица 11).

Высокая капиллярная скважность позволяет предположить наличие большого объема неактивных пор в почве. Это обуславливает несколько меньшую, чем на обыкновенных черноземах, подвижность воды и относительно меньшую интенсивность микробиологических процессов.

Как видно, на выщелоченных черноземах мы встречаемся со значительным уплотнением в горизонте В. Хотя он и проницаем для корневой системы, затруднения при ее проникновении в глубину все же, очевидно, имеются.

Повышенная плотность, начиная с подпахотного слоя, является причиной более резкого, чем на обыкновенных черноземах, сокращения запасов подвижных форм питательных веществ, особенно нитратов. Она также делает менее доступной для растений почвенную влагу в горизонте В.

Таблица 11 - Некапиллярная и капиллярная скважности (в процентах от общей) сверхмощного малогумусного выщелоченного чернозема (И. А. Кузнецов)

Глубина, см	Капиллярная скважность	Некапиллярная скважность
0 – 10	82,1	17,9
10 – 20	94,5	5,5
20 – 30	89,9	10,1
60 – 70	88,7	11,3
120 – 130	85,3	14,7
140 – 150	83,5	16,5
150 – 200	74,9	25,1

В зоне выщелоченных почв часто встречаются уплотненные черноземы западин. По своим свойствам они близки к выщелоченным, но у них более резко выражено уплотнение в горизонте В, которое часто может начинаться сразу в подпахотном слое.

Уплотнение почвы в западинах, блюдцах, балках распространяется на глубину до 3 - 4 и более метров. Так, по наблюдениям Б. Н. Вербова, в больших западинах в районе станицы Елизаветинской плотность $1,6 \text{ г/см}^3$ наблюдалась на глубине свыше 3 м. В неглубоких западинах высокая плотность почвы мо-

жет уменьшаться уже во втором метре.

На черноземах западин растение встречает весьма неблагоприятные условия для роста корневой системы в глубину. Практически наблюдается поверхностное размещение корней, ограниченное взрыхленным пахотным слоем. В глубину они проникают в основном по следам трещин.

Здесь очень сильно подавлены процессы мобилизации питательных веществ, особенно накопление подвижных форм азота. Растения озимых культур, высеянные по западинам, на протяжении значительного периода страдают от недостатка азотного питания.

Для слитых черноземов характерны неблагоприятные физические свойства, высокая плотность слитого горизонта (таблица 12).

Таблица 12 - Физические свойства слитых черноземов

ст. «Маяк» (Ю. Н. Багров)			Крымск (Т. Ф. Дрыгина)	
глубина, см	плотность, г/см ³	общая скважность, %	глубина, см	плотность, г/см ³
0 – 10	1,27	52,3	0 – 10	1,21
35 – 40	1,28	52,0	20 – 30	1,47
75 – 80	1,43	46,3	60 – 70	1,56
110 – 115	1,41	46,1	90 – 100	1,59
150 – 155	1,43	49,2	120 – 130	1,58

Отрицательные свойства слитых черноземов во многом определяются их тяжелым механическим составом, большим количеством глины и ила. Для них также свойственна высокая величина капиллярной скважности. Ниже пахотного горизонта почти вся порозность представлена капиллярными порами. Большая ее часть - неактивные поры. Это определяет низкую водо- и воздухопроницаемость, слабую доступность влаги для растений, подавление процессов накопления питательных веществ и, очевидно, большие затруднения с ростом корней в глубину.

Здесь, как и на уплотненных черноземах западин, мы встречаемся с преобладанием поверхностного размещения корневых систем, которое является следствием высокой плотности почвы и ее переувлажнения в начальный период развития растений.

Строение всего профиля, и особенно строение пахотного слоя, в течение года претерпевает значительные изменения, вызываемые главным образом изменениями влажности почвы. Поэтому правильно было бы все данные по плот-

ности почвы сопровождать результатами определения влажности.

Для выщелоченных черноземов такая закономерность была установлена И. А. Кузнецовым, а для слитых черноземов - Ю. Н. Багровым.

Указанными исследователями и целым рядом других установлено, что по мере иссушения почвы растет величина плотности и уменьшается скважность почвы, если не учитывать объема появляющихся при высыхании трещин. Увлажнение даже очень плотной почвы уменьшает ее плотность и увеличивает скважность. Происходит это за счет громадной расклинивающей силы водных пленок, толщина которых растет по мере увеличения влажности.

Наши наблюдения за величиной плотности почвы в пахотном слое при изучении разных способов обработки почвы под озимую пшеницу показали, что после зимнего увлажнения к весне плотность почвы приходит к некоторому равновесному состоянию. Величина плотности в пахотном слое по разным приемам обработки и на необработанной пашне очень близки. Очевидно, зимне-весеннее увлажнение пахотного слоя доводит его до некоторой средней величины плотности, типичной для данной почвы.

На выщелоченном черноземе весной величина уплотненности почвы в пахотном слое на озимых посевах даже в тех случаях, когда вместо вспашки проводилась поверхностная обработка, не превышает $1,2 \text{ г/см}^3$.

На необработанной зяби перед началом полевых работ пахотный слой имеет небольшую плотность. По нашим наблюдениям, на выщелоченных черноземах ее величина не превышает $1,06 - 1,13 \text{ г/см}^3$. На обыкновенных, слабокарбонатных и каштановых почвах степных районов края уплотнение в пахотном слое в это время в общем будет еще меньше. Почти всегда плотность не превышает величины $0,9 - 1,1 \text{ г/см}^3$.

Па тяжелых глинистых почвах Закубанья, предгорий и дельты Кубани уплотнение пахотного слоя весной к началу полевых работ будет больше, чем в степных районах.

Вместе с тем нужно заметить, что после сильных пыльных бурь, когда верхняя часть почвенного профиля теряет много воды, ее плотность резко возрастает.

Значительные изменения строения пахотного слоя происходят в связи с обработкой почвы и в зависимости от того, какая культура возделывается на поле, какова ее агротехника. При этом хорошо заметно отличие в строении пахотного слоя у двух групп культур.

К одной группе относятся культуры сплошного посева, которые возделываются почти без обработки почвы в течение их вегетации (колосовые, злаково-бобовые смеси, убираемые на корм скоту, травы). Здесь мы встречаемся с относительно равномерной плотностью почвы в пахотном слое, которая постепенно нарастает с глубиной и может резко увеличиваться в небольшом слое в зоне

плужной подошвы.

Кстати сказать, образование четко выраженной плужной подошвы не всегда наблюдается. Она хорошо заметна в том случае, когда вспашка идет при повышенной влажности и на ту глубину, на которую ее проводили в прошлом году. При таких условиях ее плотность очень велика. По данным Л. А. Васильченко, твердость плужной подошвы на обыкновенным черноземе в несколько раз превышала твердость пахотного слоя.

В опытах автора на выщелоченном черноземе под озимой пшеницей, размещавшейся по стерне колосовых культур и по люцерне, величина общей скважности в мае в слое 0 – 12 см колебалась около 55 – 56%. На глубине 12 – 22 см она уменьшалась до 52 – 50%.

Строение пахотного слоя на посевах озимой пшеницы и других культур сплошного посева при размещении по пропашным предшественникам, после которых почва обработана только поверхностно, характеризуется наличием уплотнения. Эта повышенная плотность почвы наблюдается с глубины, на которую проводилась поверхностная обработка. Высокая плотность на таких полях подтверждается данными определений плотности почвы и ее твердости (Б. А. Захаров, И. А. Кузнецов и др.).

Естественно, что проявление указанной выше тенденции в наиболее резкой форме следует ожидать на более тяжелых типах почв (сильновыщелоченные, слитые, серые лесные почвы). Производственники хорошо знакомы с повышенной плотностью почвы на участках, где озимые культуры высевались без вспашки. При послеуборочной обработке таких полей обычно получается пашня с высокой глыбистостью, особенно в сухие годы. Более высокая плотность почвы на полях озимых, посеянных без вспашки, ухудшает пищевой режим. Причем это ухудшение проявляется сильнее на тяжелых почвах южных, закубанских районов.

Так, по данным, полученным П. В. Носовым совместно с автором, количество нитратов осенью на поле озимой пшеницы, посеянной по подсолнечнику без вспашки, в отдельные годы было в 3 – 4 раза меньше, чем на вариантах со вспашкой. Особенно сильно оно уменьшалось в слое почвы ниже 10 – 15 см, где на невспаханных участках наблюдалась повышенная плотность почвы. В этом слое на вспашке их было 41 – 84 мг, а там, где было проведено только лушение, - 15 – 17 мг на 1 кг абсолютно сухой почвы.

Положение усугубляется тем, что слитые и уплотненные черноземы, серые лесные почвы весной сильно переувлажнены. Высокая капиллярная скважность уплотненных слоев на невспаханных с осени участках при избытке воды способствует замедлению нитрификационных процессов.

Пшеница на участках поверхностной обработки, получая весной мало азота из-за уплотнения пахотного слоя за зиму и его перенасыщенности водой,

страдает от недостатка азотного питания в значительно большей мере, чем там, где она посеяна по вспашке. Растения имеют бледно-зеленый цвет.

Плотное, с высокой капиллярной скважностью строение пахотного слоя на посевах озимых, получивших только поверхностную обработку, часто является причиной более значительной гибели растений от вымокания. Вследствие снижения водопроницаемости, которое сильно проявляется на почвах южных и закубанских районов и. по западинам, на таких полях имеет место более длительный застой воды весной, чем по вспашке.

В отличие от полей, занятых культурами сплошного посева, на пропашных мы встречаемся с несколько иным типом строения пахотного слоя.

На пропашных, особенно к лету, замечается образование уплотненной прослойки, которая начинается в среднем с глубины междурядных обработок. Столь существенное повышение плотности является следствием давления, которое оказывают на почву колеса трактора и почвообрабатывающие органы сельскохозяйственных машин. Более двух третей всей площади поля подвергается в той или иной степени их воздействию. При уходе за почвой верхний небольшой слой разрыхляется, а ниже уплотняется. Глубина уплотнения захватывает слой почти до 20 – 25 см. Уплотнение во второй половине пахотного слоя возрастает, если работы по уходу за пропашными проводятся при повышенной его влажности. Естественно, что на тяжелых почвах южных районов края и в предгорьях уплотненность будет в общем больше, чем на обыкновенных и слабокислотных черноземах северных районов.

По нашим наблюдениям, на выщелоченном черноземе величина плотности почвы перед подготовкой под озимую пшеницу поля из-под подсолнечника на глубине 0 – 5 см колебалась около 1,1 – 1,2, а с глубины 10 – 15 см возрастала до 1,35 – 1,45 г/см³. Общая скважность во второй половине пахотного слоя уменьшалась иногда до 47 – 45%, а на долю капиллярной приходилось 95 – 100% от общей.

После уборки кукурузы отмечено аналогичное явление. Плотность с глубины 10 см увеличивается до 1,37 – 1,44 г/см³. В обоих случаях (и по кукурузе, и по подсолнечнику), начиная с 20 – 23 см, было заметно некоторое уменьшение величины плотности. Следовательно, примерно на этой глубине заканчивается зона уплотнения.

Предпосевная обработка почвы под яровые, особенно поздние культуры, оказывает заметное влияние на плотность сложения пахотного слоя, увеличивая ее ниже хода рабочего органа. Это влияние возрастает по мере увеличения числа проходов агрегатов и их веса. Оно больше при повышенной влажности почвы. Уплотнение орудиями предпосевной обработки возрастает на почвах южной и предгорной зон, имеющих тяжелый механический состав.

Даже при возделывании такой культуры, как свекла, под которую прово-

дится мало обработок до посева, уменьшение числа проходов почвообрабатывающих агрегатов весной не увеличивает плотность почвы (таблица 13).

Таблица 13 - Влияние предпосевной обработки почвы на ее плотность сложения в посевах сахарной свеклы (А. П. Царичанский, учхоз «Кубань», 1968 - 1970 гг.)

Обработка почвы	Глубина, см	Плотность, г/см ³	
		после всходов	перед уборкой
Весеннее боронования + предпосевная культивация	5 – 10	1,14	1,25
	10 – 15	1,31	1,34
	25 – 30	1,30	1,35
Один проход борон - культиваторов со шлейфами	5 - 10	1,12	1,25
	10 – 15	1,21	1,34
	25 – 30	1,29	1,34

Такие же результаты на указанных почвах были получены при предпосевной подготовке их под кукурузу (таблица 14).

Таблица 14 – Плотность почвы в слое 0 – 30 см на посевах кукурузы перед первой междурядной обработкой, г/см³, (учхоз «Кубань», Н. В. Добродомов)

Предпосевная обработка почвы	Среднее за 1972 – 1974 гг.
Боронование + две культивации	1,29
Две культивации	1,29
Одна культивация	1,27

Особенно велико уплотнение почвы к уборке пропашных предшественников на тяжелых почвах южных районов. Так, на слитых черноземах плотность почвы в пахотном слое при уборке кукурузы достигает 1,4 г/см³. На обыкновенных черноземах это уплотнение меньше. Обычно к уборке пропашных оно не бывает больше 1,25 г/см³.

Конечно, такое строение пахотного слоя к концу вегетации пропашных культур может быть более или менее четко выражено в зависимости от агротехники, применяемой при возделывании данной культуры, погодных условий,

оказывающих косвенное влияние на уплотнение почвы при обработке, а также от ее механического состава.

Свекловичные поля после уборки имеют в междурядьях более рыхлое строение, чем другие пропашные, вследствие разрыхления почвы подкапывающими лапами комбайнов. Однако они сильно уплотняются транспортом, вывозящим урожай.

Уплотнение почвы при возделывании пропашных культур во многом зависит от ее влажности. При относительно оптимальной для крошения влажности почвы плотность ее ниже, глубина культивации значительно возрастает. Обработка при более высоком уровне влажности и тем более при переувлажненном состоянии почвы, имеющей тяжелый механический состав, значительно увеличит ее плотность сложения.

Влияние числа обработок на плотной почве при возделывании пропашных культур в степных районах края показано в таблице 15.

Урожай корнеплодов при уменьшении числа междурядных обработок до двух практически был таким же, как и на участках с четырьмя междурядными обработками. Он колебался в пределах 333,2 – 240,6 ц/га. На обыкновенных черноземах в опытах этого же автора, выполненных в колхозе им. Калинина Успенского района, плотность почвы в пахотном слое на посевах свеклы колебалась в пределах 1,2 – 1,3 г/см³. Разница в уплотнении между обычной и минимальной обработками не превышала 5%. Если сорняки уничтожались гербицидами, урожайность также была практически одинаковой.

Опыты по сокращению числа предпосевных и междурядных обработок велись и на посевах кукурузы. Уничтожение сорняков в этих опытах достигалось применением гербицидов, вносимых под предпосевную обработку, и препаратов 2,4-Д, которые использовались в начале вегетации.

Таблица 15 - Плотность сложения почвы на посевах сахарной свеклы при различном числе междурядных культивации на выщелоченном черноземе в учхозе «Кубань» в 1968 – 1970 гг. (А. П. Царичанский)

Обработка почвы	Глубина, см	Плотность, г/см ³	
		середина июля	перед уборкой
Четыре	5 – 10	1,23	1,25
	10 – 15	1,37	1,34
Без обработок	5 - 10	1,34	1,29
	10 – 15	1,34	1,36

Две	5 - 10	1,25	1,25
	10 – 15	1,32	1,32
Три	5 - 10	1,25	1,37
	10 – 15	1,34	1,34

На выщелоченных и слабовыщелоченных черноземах в учхозе «Кубань» и колхозе «40 лет Октября» Динского района сокращение числа предпосевных и междурядных обработок до одной не вызывало увеличения плотности почвы. При сокращении числа весенних предпосевных обработок отмечается тенденция к уменьшению уплотнения почвы (Н. В. Добродомов). При использовании эффективных гербицидов минимализация не вызвала снижения урожайности зерна кукурузы (таблица 16).

Примерно к таким же выводам пришла и Г. В. Заколяжная, изучавшая возможность сокращения числа междурядных и предпосевных обработок при возделывании кукурузы на обыкновенных черноземах северной зоны края. Не отметив увеличения уплотнения почвы в пахотном слое, она рекомендует сократить количество предпосевных и междурядных обработок на посевах кукурузы до одной, если имеется возможность уничтожить сорняки гербицидами.

Таблица 16 - Урожайность зерна кукурузы в зависимости от предпосевной и междурядной обработок почвы (учхоз «Кубань», 1972 – 1974 гг.)

Предпосевная обработка	Количество междурядных культиваций	Урожайность зерна, ц/га
Весеннее боронование + две культивации	3	53,1
- // -	2	54,4
- // -	1	54,2
Одна культивация	3	53,7
- // -	2	54,3
- // -	1	53,7

Исследованиями ВНИИМК установлено, что уменьшение предпосевных и междурядных обработок поля при возделывании подсолнечника и клецвины до одной не вызывает существенного увеличения плотности почвы. На фоне применения эффективных гербицидов рекомендуется сокращать допосевные и

междурядные обработки почвы до одной.

Все почвообрабатывающие орудия в различной степени уплотняют почву в зависимости от ее влажности и механического состава. В отличие от других почв нашей страны на черноземах Кубани это явление сказывается сильнее и чем ближе к югу, тем больше. Даже борона при весеннем бороновании зяби уплотняет почву на глубине хода зубьев, особенно если этот слой переувлажнен. Значительное уплотнение создают дисковые луцильники и дисковые бороны, когда их применяют весной. Они действуют, как подземный каток - разрыхляя верхний обрабатываемый слой, создают подошву на глубине хода дисков. Ее хорошо видно, если аккуратно сделать разрез пахотного слоя. Образование такой подошвы особенно заметно на тяжелых почвах южных районов края. При подсыхании она усиливает глыбистость во время последующих обработок, если они проводятся на большую, чем дискование, глубину. Она же является причиной торможения процессов мобилизации питательных веществ.

Велико также влияние на урожай уплотнения почвы колесами трактора весной. Ниже представлены данные, полученные Б. Н. Вербовым на выщелоченном черноземе (таблица 17).

Таблица 17 - Влияние уплотнения почвы колесами трактора «Беларусь» на урожайность зерна кукурузы

Глубина, см	Плотность почвы в период всходов, г/см ³		Плотность почвы перед уборкой, г/см ³		Урожайность зерна, ц/га	
	вне следа колес	по следу	вне следа колес	по следу	вне следа колес	по следу
0 – 5	0,98	1,41	1,10	1,27		
5 – 10	1,16	1,44	1,21	1,38	59,3	40,7
10 – 15	1,27	1,46	1,36	1,43		
15 – 20	1,25	1,45	1,35	1,44		
20 – 25	1,26	1,40	1,37	1,39		
25 – 30	1,29	1,34	1,29	1,35		

Из таблицы видно, что уплотняющее действие колес трактора, прошедшего по полю во время первой предпосевной обработки, охватило весь пахотный слой. Причем оно сохранилось в течение всего вегетационного периода.

В весенний период уплотняющее действие как колесных, так и гусеничных машин простирается за пределы пахотного слоя даже на карбонатных черноземах, не говоря уже о тяжелых разностях южных районов края.

Урожай по следам колес может снизиться наполовину. Причем уплотняющее действие колес уменьшается с уменьшением влажности, при которой велась обработка (таблица 18).

На выщелоченных черноземах, по нашим наблюдениям, снижение урожая кукурузы по следу трактора «Беларусь», прошедшего по полю весной, в начале полевых работ, доходило до 22 - 39%, сахарной свеклы - до 27%. При этом влияние уплотнения в меньшей мере проявлялось в годы с большим количеством осадков в течение вегетационного периода.

Таблица 18 - Влияние уплотнения почвы колесами трактора «Беларусь» на урожайность кукурузы и подсолнечника на слитом черноземе (Г. А. Агаджанян)

Время уплотнения	Весовая влажность почвы в слое 0 – 20 см, %	Размещение рядков	Плотность, г/см ³	Урожайность подсолнечника, ц/га	Урожайность кукурузы, ц/га
22.04.1959	27,2	по следам колес	1,41	5,6	13,5
		между колесами	1,09	12,6	23,7
8.05.1959	24,4	по следам колес	1,39	11,4	19,6
		между колесами	1,10	17,0	30,4

На более легких почвах северных районов края влияние уплотняющего действия колес тракторов и машин меньше вследствие меньшей вероятности переувлажнения весной и более легкого механического состава. Но все же оно довольно значительно (таблица 19).

Таблица 19 - Влияние уплотнения почвы трактором Т-74 на урожайность озимой пшеницы и кукурузы (В. Х. Жижко)

Культура	Вид работы	Урожайность, ц/га	
		по колее	вне колеи
Озимая пшеница	Весеннее боронование	32,6	40,2
Кукуруза	Послевсходовое боронование	59,3	63,2

Уплотняющее действие тракторных агрегатов сильно проявляется и при

обработке виноградников. Их колеса идут по одному и тому же следу в 40 – 50 см от ряда при ширине междурядий 2 м. Уплотнение распространяется до глубины 40 – 50 см.

Величина плотности на глубине 10 – 20 см достигает 1,7 г/см³. В результате создается плотный экран, который препятствует распространению корневой системы винограда в междурядье, что, конечно, снижает урожай, особенно на тяжелых почвах.

В некоторых пределах строение пахотного слоя изменяется в случае применения катков, уплотняющее действие которых начинает увеличиваться, когда влажность почвы возрастает до 20 - 22%. По наблюдениям автора, при такой влажности и наличии 38% почвенных агрегатов больше 10 мм глубина действия катка 3-КК-6А (давление 250 г/см²) достигала 8 – 10 см.

Более тяжелый каток 3-КВГ-1,4 (давление 300 г/см²) уплотнял почву до глубины 12 см. Наибольшее уплотнение почвы отмечено в слое 0 – 5 см, в котором, однако, величина скважности при указанной выше влажности почвы уменьшалась не больше чем на 2 – 3% и очень редко на 4%.

Уплотняющее действие катков резко падает, если весовая влажность почвы снижается до 18 – 17%. При влажности 16% и ниже действие указанных выше марок катков ограничивается слоем 0 – 5 см при незначительных изменениях скважности. С другой стороны, при влажности больше 25 – 26% уплотнение резко возрастает. Высыхание пахотного слоя, прикатанного при такой влажности, обычно сопровождается появлением плотной прослойки, его способность к образованию трещин увеличивается. Очевидно, указанная влажность характеризует границу возможного применения катков названных типов.

Применение катков, выпускаемых промышленностью, на черноземных почвах Кубани при влажности, равной влажности разрыва капиллярной связи и больше ее, обычно дает отрицательный эффект, так как усиливает потери влаги через капиллярный подток и ведет к сильному уплотнению почвы. Уплотненная катком при такой влажности почва сильнее трескается, что еще более усиливает процесс физического иссушения. Отрицательное действие катка при высокой влажности будет возрастать по мере утяжеления механического состава почвы от северных районов края к южным.

Кроме влажности почвы, значительное влияние на изменение строения верхней части пахотного слоя оказывает ее механический состав. При повышенной влажности следует ожидать, что обыкновенные и слабокарбонатные черноземы будут уплотняться катками в меньшей мере, чем выщелоченные и особенно слитые.

Каковы же оптимальные показатели строения почвенного профиля и прежде всего пахотного слоя, поддающегося в какой-то мере регулированию приемами агротехники? Нужно заметить, что изучение этого важнейшего во-

проса, который является основанием всей теории обработки почвы, в условиях Кубани проводилось недостаточно. В свое время оно было начато для выщелоченных черноземов основателем агрофизического направления в изучении почв края И. А. Кузнецовым. Естественно, что оптимальные значения строения пахотного слоя должны быть свои, особые для каждой почвенной разности. Такое требование определяется прежде всего довольно большой разницей в механическом составе почв Кубани.

По мере утяжеления механического состава от обыкновенных черноземов к выщелоченным и слитым увеличивается продуктивный запас влаги, а значит, и абсолютное значение величины оптимальной влажности. Естественно, возникает необходимость некоторого увеличения капиллярной скважности как емкости влаги, удерживаемой в почве. Для выщелоченных черноземов имеются данные, полученные автором в лабораторных условиях, которые позволяют сделать вывод, что оптимальное значение строения на этих почвах характеризуется соотношением капиллярной и некапиллярной скважностей как 80% : 20%.

С другой стороны, как уже указывалось (данные П. В. Носова и автора), увеличение капиллярной скважности до ее значений, близких к 90% от общей порозности, резко замедляет процесс накопления нитратов.

Что касается обыкновенных черноземов, то здесь нет даже таких незначительных данных, какие получены на выщелоченных. Очевидно, для них, как относительно более легких по механическому составу, имеющих меньший запас непродуктивной воды, оптимальная величина капиллярной скважности будет близка к 75% от общей порозности.

Еще меньше мы можем сказать о лучшем строении слитого чернозема и других очень тяжелых почв предгорных и дельтово-плавневых районов, где поддерживать нужное для нас соотношение воды и воздуха очень трудно. Как известно, высокий абсолютный уровень увлажнения требуется при оптимальной влажности на слитых черноземах вследствие очень большого непродуктивного запаса воды.

Допустимая величина общей скважности, как одного из показателей, характеризующих строение пахотного слоя, для черноземов Кубани может быть принята в пределах 50 – 55%. соответственно оптимальная величина плотности будет 1,2 – 1,3. Нижний предел допустимой величины общей скважности, как об этом уже говорилось выше, определяется прежде всего ухудшением условий развития корней основных полевых культур, ухудшением аэрации и замедлением аэробных процессов, в частности процесса нитрификации.

Верхний предел определяется главным образом значительным усилением потерь влаги через диффузный механизм ее движения, усиливающийся при повышенной рыхлости в период иссушения.

С агрономической стороны оптимальные показатели строения пахотного слоя правильно было бы рассматривать в зависимости от условий увлажнения. Сказанное выше об оптимальных значениях, характеризующих строение пахотного слоя, относится к периоду иссушения (апрель - ноябрь), когда во всех районах Кубани растения обычно развиваются в условиях недостаточного увлажнения.

В холодный период, то есть в период влагонакопления, требуется более рыхлое строение пахотного слоя. Особенно большая рыхлость необходима в пахотном и более глубоких слоях в предгорных районах избыточного увлажнения. Большая величина некапиллярной скважности здесь в период влагонакопления позволяет несколько уменьшить переувлажнение почвы к весне.

Коренное изменение неудовлетворительных показателей строения почв Кубани, особенно тяжелых глинистых разностей южных районов, теоретически возможно путем приемов, обеспечивающих уменьшение вредного воздействия избытка глины и ила. Низкая общая скважность, при очень большой величине капиллярной ее части, большое уплотнение по отдельным горизонтам, порождающее «скудость» почв, в основном является следствием их тяжелого механического состава. Ослабить его отрицательное воздействие на физические свойства почвы можно путем значительного увеличения количества органического вещества и песка в ней, уменьшив тем самым вредное влияние избытка глины и ила.

В черноземах Кубани, как правило, очень мало песка (менее 0,5%). Между тем и практика и исследования показали, что увеличение количества песка в глинистой почве может резко изменить в положительную сторону величину ее общей скважности, уменьшить ее капиллярную часть.

Известно, что адыгейцы, жившие на берегах реки Лаба, широко применяли пескование при посадке кукурузы. Они бросали в лунку, куда высевались семена несколько горстей речного песка.

Конечно, коренное улучшение тяжелых почв предгорий Кубани с помощью пескования вряд ли осуществимо в настоящее время в широких масштабах вследствие громадных затрат и большого количества песка, необходимого для этой цели. Однако оно, без сомнения, может применяться на небольших участках и в закрытом грунте.

Очевидно, не следует сбрасывать со счета также и влияние на изменение строения пахотного слоя систематического внесения навоза. Данные, полученные в других областях страны, говорят о положительном его воздействии на величину общей скважности.

Заслуживает внимания такой прием, как запашка измельченной соломы колосовых, которая не может быть полностью использована в животноводстве. По данным зарубежных авторов, ежегодная запашка способна улучшать физи-

ческие условия в пахотном слое. Некоторое ухудшение пищевого режима почвы при заашке соломы, как это отмечал для выщелоченных черноземов М. И. Поляков, может быть исправлено внесением азотных удобрений.

Второй путь коренного улучшения строения тяжелых черноземных почв Кубани - увеличение количества органического вещества.

Черноземы Кубани в пахотном слое содержат в среднем 4 – 5% гумуса. Этого мало, чтобы уменьшить вредное влияние избытка глины.

Производственникам известно, что с увеличением количества органического вещества в почве заметно возрастает ее рыхлость и уменьшается связность и твердость. Примером может служить парниковая земля (смесь перегноя и почвы).

К сожалению, на почвах Кубани не проводились исследования, показывающие, какое количество органического материала нужно, чтобы начали улучшаться их неблагоприятные физические свойства. Очевидно, что его требуется очень много.

Для увеличения количества органического вещества, особенно на тяжелых по механическому составу слитых и уплотненных черноземах, плавневых и серых лесных почвах, должны использоваться все возможности. Это прежде всего введение в севообороты многолетних трав (люцерны, а в предгорьях и клевера), оставляющих в почве при хорошем урожае сена до 100 и более центнеров органического вещества на гектаре.

Здесь возможен высеv промежуточных бобовых культур осенью и запахивание их или уборка на зеленый корм весной. Это повышает интенсивность севооборота и оказывает влияние на улучшение физических свойств пахотного слоя. Однако в недостаточно увлажненных районах края указанная мера может ухудшить водный режим и снизить урожай основной культуры.

О. А. Черепахина, проводившая в зоне достаточного увлажнения опыты по весенней заашке в междурядья яблоневого сада различных сидератов, установила, что лучшие результаты дал осенний посев гороха. При осеннем посеве не ухудшается водный режим почвы. Под влиянием сидератов уменьшалась величина плотности и понизилась твердость почвы.

Увеличение рыхлости пахотного слоя наблюдалось в рисовых севооборотах при весенней заашке зеленой массы зимующего гороха (И. Д. Берко).

Т. М. Донская, изучавшая влияние промежуточных бобовых культур на физические свойства выщелоченного чернозема, также отмечает увеличение рыхлости почвы под влиянием заашки сидератов.

Система обработки почвы является важнейшим средством поддержания заданного строения в пахотном слое.

Следует особо подчеркнуть важную роль обработки почвы на тяжелых, склонных к значительному самоуплотнению черноземах Кубани.

Приемы и способы обработки могут изменять неблагоприятные физические условия пахотного слоя, во-первых, путем уменьшения вредного уплотняющего действия орудий и машин, которое так сильно проявляется на тяжелых почвах; во-вторых, в результате применения рациональных приемов, увеличивающих рыхлость почвы, а в отдельных случаях и несколько ее уплотняющих. Среди последних наиболее важная роль принадлежит плужной вспашке культурным плугом с предплужником. Пахота может сильно и на длительный срок изменить строение пахотного слоя. Определения его строения показали, что после проведения пахоты резко уменьшается величина плотности (до 0,8 – 0,9 г/см³) и возрастает общая скважность почвы (до 65 – 67%).

Пахота - эффективное средство уменьшения чрезвычайно высокой величины капиллярной скважности и увеличения объема активных пор в тяжелых почвах. После пахоты хорошего качества величина капиллярной скважности может снижаться до 50,% от общей порозности.

Высокая рыхлость почвы, созданная осенней пахотой по-разному сохраняется к началу и в течение вегетации.

На тяжелых сильновыщелоченных, уплотненных слитых черноземах и серых лесных, а также плавнево-луговых почвах, расположенных в районах с большим количеством осадков в течение холодного периода, зяблевая, вспашка уплотняется к весне настолько, что величина плотности на вспаханной с осени почве может быть близка к его значениям на полях, где пахота не проводилась. Определения плотности, сделанные автором на зяби (Северский район), показали разницу по этим двум вариантам в 0,05 – 0,07 г/см³. Конечно, для таких тонких оценок существующие методы определения плотности довольно грубы, но они говорят о значительном уплотнении вспаханной почвы к весне в южных районах края.

На обыкновенных, слабокарбонатных, слабовыщелоченных черноземах строение пахотного слоя созданное осенней пахотой, в большей мере сохраняется к весне.

Одним из средств сохранения к весне более рыхлого строения пахотного слоя является несколько более поздняя зяблевая вспашка в зоне тяжелым почв предгорий Кубани. Даже на относительно более легких обыкновенных черноземах срок зяблевой вспашки сказывается на плотности пахотного слоя к весне. Определение твердости пахотного слоя весной на участках ранней зяблевой вспашки и там, где была проведена комбинированная зяблевая обработка (несколько лущений и вспашка в октябре), показало, что в первом случае она была равна 6,6 кг/см², а во втором - 4,7 кг/см².

Позже вспаханная зябь в за кубанских и предгорных районах, обеспечивая более рыхлое строение пахотного слоя в период вегетации, улучшает условия развития растений обеспеченность их водой и пищей.

В опытах ВНИИМК на слитых черноземах Закубанья урожай кукурузы в среднем за три года по августовской зяби был на 11,2 ц/га ниже, чем там, где вспашка была проведена в конце сентября - октябре (П. Г. Семихненко, Г. А. Агаджанян).

Отсюда напрашивается вывод: на тяжелых почвах в районах избыточного их увлажнения в зимний период не спешить с подъемом зяби, а лучше проводить предварительную, борьбу с сорняками путем многократных лущений. Однако понятие «не спешить» должно сопровождаться точным расчётом для каждого хозяйства в отдельности, который позволял бы при любых условиях закончить зяблевую вспашку к началу осенней распутицы.

Если же зябь поднята рано, то это можно несколько исправить ее перепашкой. Определение твердости почвы весной, проводившееся бывшей Первомайской опытной станцией на участках ранней зяби, показало, что там, где зябь была перепашана с осени, ее твердость была равна 5,4 кг/см², а на контроле - 6,6 кг/см².

Другим средством сохранить к весне большую рыхлость пахотного слоя в районах тяжелых, избыточно увлажненных почв Закубанья и предгорья является отказ от дополнительной осенней обработки зяби. Это уменьшит ее заплывание и уплотнение к весне.

Здесь чем больше глыбистость зяби с осени, тем лучше ее качество весной. Надо еще раз повторить, что все сказанное выше лишь в определенной мере относится к почвам степной части края, имеющим не так много глины и ила и расположенным в районах, где в течение холодного периода выпадает немного осадков (120 – 170 мм). Естественно, что на обыкновенных, слабокарбонатных, каштановых, слабовыщелоченных почвах самоуплотнение пахотного слоя к весне проявляется не так сильно.

В степной части края, в зоне выщелоченных и слабовыщелоченных черноземов, встречаются уплотненные черноземы по западинам, блюдцам и балкам. На указанных почвах следует стремиться к проведению зяблевой вспашки в более поздние сроки и без выравнивания ее с осени. Конечно, последнее не всегда возможно, поскольку отдельные западины занимают небольшую площадь и их трудно обрабатывать так, как это делается на большей части поля.

На обыкновенных черноземах северных районов края на полях, подверженных ветровой эрозии и идущих под кукурузу и подсолнечник, рекомендуется почвозащитная обработка плоскорезами-глубококорыхлителями. Уплотнение в пахотном слое после такой обработки бывает несколько больше, чем по зяби (на 0,03 – 0,07 г/см³). В годы с недостаточным увлажнением эта разница увеличивается. В опытах, проводившихся в колхоза им. Кирова Новопокровского района, в среднем за 1972 – 1975 гг. плотность в слое 0 – 30 см перед первой культивацией кукурузы на зяби была 1,11, а на плоскорезной обработке - 1,16

г/см³. К уборке кукурузы она увеличилась соответственно до 1,17 и 1,21 г/см³, то есть и в данном случае не была выше оптимальной для роста и развития кукурузы. Урожай зерна кукурузы был практически одинаков по зяби и плоскорезной обработке.

Обработка играет важную роль в улучшении неблагоприятного строения пахотных слоев на тяжелых почвах юго-западной зоны. Один из таких приемов - применение почвоуглубителей при зяблевой вспашке почв с уплотненным слитым горизонтом (слитые и сильновыщелоченные черноземы западин, серые лесные почвы). Лапа почвоуглубителя позволяет взрыхлить уплотненный горизонт на глубину до 15 см ниже хода лемеха плуга. Улучшение строения уплотненного подпахотного слоя несколько усиливает аэрацию, что ведет к возрастанию процессов накопления доступных питательных веществ. Уменьшается зимне-весеннее переувлажнение пахотного слоя. Поверхностный сток воды, а значит, и явления эрозии тормозятся, так как усиливается внутрпочвенное движение воды по склону, которое в общем идет значительно медленнее, чем поверхностное.

На слитых черноземах южно-предгорной зоны края применение почвоуглубителей позволяет увеличить пористость пахотного слоя, что оказывает положительное влияние на урожайность. Так, в опытах Н. Н. Сиротенко использование почвоуглубителей при вспашке на 20 – 22 см полей после пропашных предшественников под озимую пшеницу позволило получить прибавку урожая в среднем за 1974 – 1977 гг. по 4,4 – 4,7 ц/га (колхоз «Россия» Гиагинского района).

Особенно важно применение почвоуглубителей на почвах, имеющих неглубокий пахотный слой, но со значительным уплотнением ниже его (серые лесные, светло-серые лесные, бурые и луговые почвы). В опытах, проводившихся в Закубанье Всесоюзным научно-исследовательским институтом табака и махорки (ВИТИМ), применение почвоуглубителей обеспечило устойчивую прибавку урожая табака, озимой пшеницы и сена люцерны. Здесь же положительные результаты дало кротование, проводившееся отделом земледелия ВИТИМ. Глубина хода дренов при зяблевой вспашке 50 см, расстояние между ними 105 – 110 см. Почва, обработанная таким способом, была менее переувлажнена весной и быстрее приходила в спелое состояние. Урожай табака повышался на 3,8 ц/га.

Однако не будет оправданным применение почвоуглубителей и кротователей для улучшения строения подпахотного слоя на обыкновенных и слабокарбонатных черноземах, которые, как об этом говорилось выше, имеют хорошее строение всего профиля и вряд ли нуждаются в каком-то его улучшении ниже глубины пахоты.

Заслуживает внимания способ улучшения строения уплотненных подпа-

хотных слоев тяжелых почв Закубанья путем их сверхглубоких рыхлений (И. А. Кузнецов, В. И. Уваров). Глубокое рыхление проводилось перед зяблевой вспашкой рыхлителем Р-80 на глубину 70 – 80 см через 50 см. Опыты закладывали на склоне 5 – 6°. Такой прием значительно изменял строение подпахотного слоя, что было заметно по изменению общей скважности на следующий год (таблица 20).

Таблица 20 - Влияние глубокого осеннего рыхления на изменение общей скважности серой лесной почвы (В. И. Уваров, 1967)

Глубина, см	Плотность, г/см ³		Общая скважность, %	
	без рыхления	глубокое рыхление	без рыхления	глубокое рыхление
0 – 10	1,33	1,04	50,0	60,4
10 – 20	1,39	1,14	47,5	57,0
20 – 30	1,47	1,23	44,3	53,4
30 – 40	1,40	1,24	47,7	23,7

Глубокое рыхление значительно уменьшило эрозионные явления весной и в течение зимы, так как усилился внутрипочвенный сток воды. Усилилось и поглощение воды почвой, ее переувлажненность заметно снизилась. Полевые работы на опытных участках начинались на 12 – 15 дней раньше. Глубокое рыхление оказало положительное воздействие на урожай. Его влияние наблюдалось в течение 3 лет (таблица 21).

Таблица 21 - Влияние глубокого рыхления на урожайность, ц/га

Культура	1964 г.		1965 г.		1966 г.	
	без рыхления	глубокое рыхление	без рыхления	глубокое рыхление	без рыхления	глубокое рыхление
Табак	-	-	7,3	19,4	-	-
Кукуруза	-	-	15,0	37,9	-	-
Озимая пшеница	13,4	18,8	15,9	30,5	11,4	24,0
Зимующий горох	14,7	19,5	10,5	27,3	-	-
Клевер (сено)	-	-	47,4	92,2	29,6	56,4

Глубокая вспашка является средством, изменяющим строение пахотного слоя на значительную глубину (таблица 22). Особенно сильно действует плантажная вспашка.

Таблица 22 - Влияние глубины вспашки на плотность чернозема выщелоченного (А. Я. Максимова, П. Н. Ярославская, 1967)

Глубина вспашки, см	1959 г.			1960 г.			1961 г.		
	0 - 15 см	15- 30 см	30 -45 см	0 - 15 см	15- 30 см	30 -45 см	0 - 15 см	15- 30 см	30 -45 см
22 – 25	1,35	1,30	1,27	1,28	1,35	1,36	1,24	1,30	1,35
30 – 32	1,30	1,22	1,27	1,26	1,25	1,30	1,19	1,22	1,35

Влияние глубокой вспашки на плотность сложения пахотного слоя заметно в течение всего вегетационного периода. Так, в опытах К. Н. Демешко, изучавшего твердость почвы на обыкновенном черноземе при разной глубине обработки, оно наблюдалось до уборки клещевины. Автор отмечает, что в годы с большим количеством осадков разница в величине твердости по вариантам меньше. На юге края, где выпадает много осадков и почвы имеют тяжелый механический состав, увеличение глубины зяблевой вспашки оказывает менее заметное воздействие на строение пахотного слоя в течение вегетационного периода.

Мы не рассматриваем все вопросы, касающиеся влияния глубины вспашки на плодородие почвы, поскольку это не является задачей настоящей работы. Они детально изучены на черноземах Кубани, особенно на выщелоченных. Установлена неодинаковая реакция растений на увеличение глубины вспашки. Наибольшая отзывчивость обнаружена у сахарной свеклы, кукурузы, клещевины, овощных культур. Не отмечена реакция на увеличение глубины пахоты у озимой пшеницы и яровых хлебов.

Установлена большая эффективность последствия глубокой вспашки почти для всех культур, которая сказывается на урожае в течение 2 – 3 лет.

Замечена такая закономерность: дальше на юг края по мере утяжеления механического состава почвы возрастает влияние глубокой вспашки на повышение урожая. Это отчасти можно объяснить менее благоприятным строением подпахотных слоев на тяжелых почвах Прикубанья и Закубанья, которые разрыхляются при проведении глубокой обработки.

Вместе с тем многие исследователи отмечают, что увеличение глубины вспашки на черноземных почвах степных районов свыше 30 – 35 см не приводило к увеличению урожаев культур, даже хорошо отзывающихся на нее

(здесь имеется в виду прямое действие глубокой вспашки, а не последствие).

Объяснение этому следует искать в неодинаковом эффективном плодородии пахотного и подпахотного слоев (С. А. Захаров, 1949). Потенциальное богатство их почти не отличается, но требуется время, чтобы активизировать вывернутый на поверхность подпахотный слой.

Углубление пахотного слоя, как средство улучшения строения подпахотного слоя на почвах имеющих неглубокий перегнойный горизонт (серые и светло-серые лесные, перегнойно-карбонатные, бурые и луговые почвы), должно проводиться с большой осторожностью. Припашка неплодородного слоя не должна превышать 3 – 4 см и сопровождаться внесением больших доз удобрений.

Глубокие рыхления как в предпосевной период, так и в период ухода - одно из средств регулирования строения верхней части пахотного слоя. Оно позволяет несколько разрыхлить уплотненную прослойку под пропашными культурами (таблица 23).

Таблица 23 - Влияние приемов предпосевной обработки зяби на урожайность подсолнечника и кукурузы на слитом черноземе, ц/га (П. Г. Семихненко, Г. А. Агаджанян, 1960)

Обработка почвы	Подсолнечник	Кукуруза
Культивация на 10 – 12см	13,6	26,1
Перепахка на 18 – 20см	11,4	22,3
Чизелевание на 18 – 20 см	17,3	33,7

Однако следует помнить, что проведение глубоких рыхлений обычно влечет за собой повреждение корней и усиление опасности иссушения обрабатываемого слоя, особенно при обработке образуется повышенная глыбистость. Поэтому в каждом конкретном случае следует исходить из оценки положительного и отрицательного влияния данного приема на условия роста и развития данного приема на условия роста и развития растений в связи с особенностями увлажнения. В частности, глубокое рыхление в предпосевной период возможно на участках, идущих под пропашные поздних и средних сроков сева, на тяжелых почвах южной и предгорной зон, если почва хорошо крошится, а поверхность пашни тщательно выравнивается.

В опытах И. А. Кузнецова, проводившихся на выщелоченном черноземе, на участках, где глубокое весеннее рыхление зяби было сделано при хромом крошении обрабатываемого слоя, урожай кукурузы повысился на 6 ц/га. При глубокой обработке неспелой почвы, приведшей к иссушению пахотного слоя,

урожай кукурузы снизился на 8 ц. Эти примеры говорят о необходимости творческого подхода к выбору приема предпосевной обработки.

В районах недостаточного увлажнения на обыкновенных, слабокарбонатных, слабовыщелоченных черноземах, которые меньше уплотняются в течение зимы, глубокие рыхления в предпосевной период в большинстве случаев проводить нецелесообразно.

Творческим должен быть подход и к проведению глубоких рыхлений, как к средству улучшения строения почвы при междурядной обработке пропашных, которая при любых условиях должна быть разноглубинной.

Стремление глубоко взрыхлить почву на этих полях часто связано с усилением потерь влаги вследствие большого ее испарения через диффузный механизм при увеличении скважности. Очевидно, нельзя сбрасывать со счета и повреждения, причиняемые растению.

При положительном решении вопроса о глубоких рыхлениях должны предприниматься все меры, обеспечивающие сбережение влаги, и прежде всего выбор такого срока их проведения, когда обрабатываемый слой хорошо крошится и образует, возможно меньшую глыбистость.

Примером различного влияния глубоких рыхлений на урожай может служить опыт, проведенный И. А. Кузнецовым на выщелоченном черноземе. В 1960 г. позднее глубокое рыхление долотами после размыкания междурядий на посевах свеклы 5 августа дало прибавку урожая 55 ц/га и значительно улучшило условия работы комбайна. В сухие же годы, когда при осуществлении такого приема получалась большая глыбистость, урожай не возросла, а иногда даже снижался.

Как уже говорилось, другим направлением обработки почвы, воздействующих на строение пахотного слоя, является уменьшение уплотняющего действия машин и орудий, особенно когда речь идет о почвах тяжелого механического состава при повышенной их влажности. В этом случае приобретает большое значение выбор времени для обработки. Необходимо категорически отказаться от выполнения любых операций при переувлажнении обрабатываемого слоя. Следует подчеркнуть крайнюю необходимость соблюдать это требование на тяжелых иловатых почвах предгорья и Закубанья.

Жизнь настоятельно выдвигает требование изучения возможности сокращения числа проходов орудий и машин в весенний период. Конечно, этот вопрос должен решаться осторожно, после всестороннего изучения.

Важным условием разумной минимализации приемов обработки почвы является повышение культуры земледелия, уменьшение засоренности полей, грамотное применение высокоэффективных гербицидов. Не следует спешить с введением минимализации. Быстрое ее внедрение без хорошей агротехнической подготовки, без окультуренности полей, без гербицидов - все это может

снизить плодородие почвы, увеличить засоренность наших полей, отрицательно повлиять на урожай сельскохозяйственных культур.

Структура почв Кубани в связи с их сельскохозяйственным использованием

Обычно под структурой почвы понимают совокупность разных по величине, связности, водопрочности и пористости агрегатов, характерных для данной почвенной разности или отдельных ее слоев. Способность же почвы образовывать агрегаты из механических элементов называют ее структурообразующей способностью.

Почвенная структура, складывающаяся из элементов твердой фазы, оказывает очень большое влияние на изменение двух других фаз почвы - жидкой и газообразной, а также на все химические и биологические процессы в ней. Однако не следует считать структуру почвы, как это делал академик В. Р. Вильямс, почти единственным звеном в системе агрономических мер по повышению урожая сельскохозяйственных культур.

Фетишизация структуры, как средства, с помощью которого мы можем регулировать условия жизни растений, без сомнения, выбивает из арсенала агрономии очень много других приемов их изменения.

Вместе с тем в настоящее время можно считать признанным всеми исследователями положение о том, что эффективное плодородие тяжелых по механическому составу почв, к каким относятся черноземы Кубани, в большей мере определяется их структурным состоянием.

Структуру почвы оценивают прежде всего по величине агрегатов. С агрономической точки зрения наиболее целесообразна, на наш взгляд, классификация агрегатов, предложенная П. В. Вершининым (1959). Он подразделил структурные агрегаты по величине следующим образом:

- 1) глыбистая, или мегаструктура, > 10 мм;
- 2) комковато-зернистая, или макроструктура, $10 - 0,25$ мм;
- 3) микроструктура с делением на грубую микроструктуру - $0,25 - 0,01$ мм и тонкую микроструктуру - $0,01$ мм.

Следует особенно обратить внимание на то, что глыбистой структурой называют комки уже больше 1 см, в понятии же многих работников сельского хозяйства глыбистая почва - это гораздо большие отдельности, весом в несколько килограммов.

Какой же структурный состав основных почв Кубани?

Отметим, что в наибольшей степени он изучен на выщелоченном черноземе. Некоторое представление об агрегатном составе сверхмощного малогумусного выщелоченного чернозема можно получить, рассматривая данные таб-

лица 24, в которой приведены результаты сухого фракционирования почвенных образцов.

Обращает на себя внимание незначительный процент пыли и очень большое количество глыбистых агрегатов, что можно объяснить тяжелым механическим составом данной почвы.

Количество пыли в пахотном слое к уборке пропашных культур редко превышает 3 – 4%, зато глыбистость может быть больше 60 – 70%.

Как известно, из всех механических элементов глина и ил оказывают наибольшее влияние на все остальные свойства почвы. Большое количество глины и ила в ней в значительной мере определяет ее глыбистость и связность.

Под связностью агрегатов понимают их способность противостоять механическому воздействию сил раздавливания. В воздушно-сухом состоянии агрегаты выщелоченного чернозема разрушаются при воздействии довольно большого груза. По наблюдениям автора, агрегаты размером 10 мм раздавливались грузом в 8 кг.

Таблица 24 – Агрегатный состав чернозема малогумусного сверхмощного выщелоченного в районе г. Краснодара

Глубина	Соотношение разных по величине агрегатов, %				
	> 10 мм	10 – 4 мм	4 – 1 мм	1 – 0,25 мм	< 0,25 мм
5 – 15	58	19	16	3	3
23 – 35	60	20	16	2	2
60 – 70	44	22	27	5	2

Без сомнения, одной из причин значительной глыбистости этой почвы в ее естественном состоянии является относительно небольшое количество гумуса. Хотя общий вес органического вещества па 1 га довольно велик и достигает 700 т, оно распределено на глубину до 200 см и поэтому не оказывает заметного влияния на уменьшение связности почвы. Количество гумуса слишком мало, чтобы смягчить неблагоприятное влияние избытка глины и ила.

На выщелоченном черноземе заметно увеличение глыбистой фракции в подпахотном слое, которое поразительно следует за утяжелением механического состава в этом горизонте и повышением плотности сложения. Глыбистость еще сильнее проявляется, начиная с подпахотного слоя, на уплотненных и деградированных черноземах западин, довольно часто встречающихся в зоне выщелоченных черноземов. Более тяжелый механический состав, особенно в подпахотном слое, высокая уплотненность всего горизонта В опре-

деляют еще более грубый их структурный состав, для которого характерно преобладание крупноглыбистой фракции.

Несколько слов о качестве агрегатов выщелоченных черноземов. Они отличаются плотным сложением, их скважность в среднем около 40%, или, другими словами, находится на уровне посредственной.

В горизонте В плотность комков увеличивается. Высокая плотность их - одна из причин некоторой скупости выщелоченного чернозема, обладающего большим потенциальным плодородием. Плотные, с небольшой скважностью агрегаты малодоступны для корневых волосков.

В общем, как в пахотном слое, так и по всему профилю выщелоченного чернозема мы встречаемся с преобладанием крупно-комковато-глыбистой и зернисто-комковатой структуры при небольшом содержании пыли.

Еще более неблагоприятен и груб агрегатный состав тяжелых по механическому составу слитых черноземов и некоторых плавневых луговых и серых лесных почв. По данным Ю. Н. Багрова (1962), глыбистая фракция в верхних слоях слитого чернозема достигает 70 – 75%, увеличиваясь в слитом горизонте до 80 – 90%. Содержание пыли даже в пахотном слое невелико и обычно несколько меньше, чем у выщелоченного чернозема. Оно даже при интенсивной обработке пропашных полей в пахотном слое не превышает 1 – 2%.

Поразительно велика связность агрегатов в сухом состоянии. Почвенные комки величиной 10 мм, взятые из подпахотного слоя в районе станицы Келермесской, разрушались лишь грузом в 16 – 17 кг.

Громадная связность, которую можно объяснить иловатым, глинистым механическим составом, является причиной почти полного отсутствия распыления структуры этих почв даже при интенсивной их обработке

Относительно менее глыбисто-структурный состав мощных и сверхмощных карбонатных черноземов. Структура их менее грубая, чем у выщелоченных и литых черноземов (таблица 25).

Таблица 25 - Агрегатный состав чернозема малогумусного мощного выщелоченного при сухом фракционировании (Е. С. Блажний)

Глубина, см	Процент соотношения разных по величине агрегатов				
	> 10 мм	10 – 7 мм	7 – 3 мм	3 – 1 мм	1 – 0,5 мм
0 – 10	52,3	9,3	18,8	10,1	4,7
10 – 20	50,8	9,5	15,1	11,8	6,7
30 – 40	14,0	5,8	43,4	15,6	15,2

Слабокарбонатные и слабовыщелоченные черноземы занимают промежуточное положение по качеству структуры. По этому признаку они лучше, чем выщелоченные и слитые черноземы, и более близки, особенно слабокарбонатные, к обыкновенным черноземам.

Обыкновенные черноземы в пахотном слое имеют несколько меньший процент глыбистой фракции, чем более тяжелые по механическому составу сильновыщелоченные, уплотненные и слитые черноземы. Однако и на этих почвах глыбистость при особых условиях, которые будут изложены далее, часто превышает 60% от массы обрабатываемого слоя.

На обыкновенных черноземах масса ниже пахотного слоя глыбистость гораздо меньше. Здесь нет такого резкого увеличения глыбистых фракций в подпахотном слое, которое типично для почв южной, прикубанской и закубанской частей края. Если в пахотном слое обычно преобладают комковатые агрегаты, то в подпахотном и более глубоких горизонтах - зернистые. Как обыкновенные, так и слабокарбонатные черноземы имеют довольно заметное количество пыли. Сухое фракционирование образцов, взятых в пахотном слое под пшеницей и пропашными культурами в колхозе им. Кирова Новопокровского района, показало, что процент фракции $< 0,25$ мм достигал 8 - 10. В подпахотном слое он был меньше, около 4.

Это говорит о том, что подпахотный слой здесь в отличие от пахотного менее распылен и отличается не только хорошим строением, как это уже отмечалось, но и хорошей структурой.

В поверхностном слое почвы количество пыли на обыкновенных черноземах может быть и больше. Так, в начале весны в этом же хозяйстве после зимы с частым чередованием промерзания и оттаивания почвы количество пыли в слое 0 – 5 см достигало 13 – 15%. Это значительно ухудшало устойчивость пашни против ветровой эрозии.

Структурные отдельности обыкновенных черноземов имеют по сравнению с почвами южной части края значительно меньшую связность в сухом состоянии. Так, в одном из опытов для разрушения воздушно-сухих агрегатов величиной 7 – 10 мм, взятых из пахотного слоя у станции Новопокровской, потребовалась нагрузка около 3 кг, то есть значительно меньшая, чем для разрушения таких же агрегатов на выщелоченном и слитом черноземах. Это можно объяснить меньшим количеством глины и ила, увеличивающих связность агрегатов, и значительным содержанием углекислых солей при почти одинаковом количестве песка и органического вещества у сравниваемых почв.

Само строение агрегатов обыкновенного чернозема тоже резко отличается от почв предгорья и Закубанья. Их агрегаты относительно более рыхлы. Сквашность близка к удовлетворительной или даже хорошей (40 – 50%). При таком строении комка корневые волоски используют доступные формы влаги

внутри агрегата. Стимулируется и микробиологическая деятельность. Это одна из причин, конечно наряду с общим удовлетворительным строением пахотного и особенно подпахотного слоев, которая определяет быстрый скачок в накоплении подвижных питательных веществ при наличии влаги и тепла. На тяжелых почвах южной части «рая такой процесс замедлен и нарастание микробиологической деятельности весной идет менее интенсивно.

Определенное структурное состояние почвы имеет важное значение, когда оно устойчиво к воде. Отсюда наряду с величиной и связностью структурных агрегатов большую роль играет их водопрочность. Именно последнее свойство определяет устойчивость созданного человеком строения пахотного слоя, длительность его сохранения.

Под этим свойством агрегатов имеют в виду их способность противостоять размывающему действию воды. Однако единого мнения по поводу - объяснения природы водопрочности не существует, хотя все исследователи и подчеркивают громадное значение органического вещества почвы в процессе создания водопрочности агрегатов.

Рассматривая вопрос о водопрочности структурных агрегатов, следовало бы подходить к этому явлению с точки зрения его двойкой природы. Во-первых, мы можем встретиться с водопрочностью, образовавшейся в результате стойкого химического, физико-химического и биологического закрепления коллоидов. Это необратимая коагуляция различных коллоидов ионами кальция и железа. При таком типе образования водопрочных агрегатов получаются комки с очень высокой пористостью (около 50%). Значительная часть скважности агрегата представлена порами аэрации. Пустоты комка достаточно широки для того, чтобы в них проходили корневые волоски растений, грибы и бактерии. Вода в этих относительно широких порах довольно подвижна и в значительной части доступна для растений. Это очень ценная структура, так как при высокой водопрочности комков имеет значительную скважность (свыше 50%), что обеспечивает превращение его потенциального богатства в эффективное, используемое растением плодородие.

Такая водопрочность в значительной мере присуща слабокарбонатным, обыкновенным и некоторым долинным черноземам Кубани.

Но есть и другая водопрочность почвенных агрегатов, которая обусловлена очень плотной упаковкой элементарных почвенных частиц. С ней мы встречаемся чаще на почвах тяжелого механического состава, содержащих очень большое количество глины и особенно ила. Явление плотной упаковки агрегатов четко проявляется на почвах, где избыток глины не компенсируется соответствующим увеличением органического вещества.

Агрегаты при такой водопрочности имеют очень низкую порозность (25 – 30%) при почти полном отсутствии активных пор. Корневые волоски растений

и бактерии не проникают в комок, так как его поры имеют очень малый диаметр. Подвижность воды в таких агрегатах очень мала вследствие ее связывания в микропорах. Корни здесь проникают в почву только через трещины и червороины. Все это ведет к тому, что богатство почвенного комка не используется растениями полностью. С указанным типам водопрочности мы встречаемся на слитых черноземах Закубанья, на уплотненных черноземах западин, а также на тяжелых плавневых почвах дельты Кубани. Она может возникать на глинистых и суглинистых почвах при их перемешивании в переувлажненном состоянии.

В наших опытах наибольшее увеличение водопрочности полностью распыленного выщелоченного чернозема было получено при его увлажнении перед перемешиванием до 30% весовой влажности. Водопрочность таких агрегатов, искусственно созданных из пыли, достигала 60 – 65%.

Однако определение их порозности заставило отнести эти агрегаты к агрономически неценным, так как она была очень мала – 29 – 35%.

Сторонники создания водопрочной структуры путем обработки при «влажности структурообразования» вряд ли могут выполнить свои рекомендации на тяжелых глинистых и суглинистых почвах Кубани. Обработка при такой влажности принесет больше вреда, чем пользы, так как приведет к излишнему уплотнению, «замазыванию» и «порче» структуры.

Вместе с тем увеличение водолпрочности агрегатов некоторые исследователи отмечали и при влажности более низкой, чем названная, в частности при влажности, равной той, которая характеризует «спелое» состояние почвы.

Как же обстоит дело с водопрочностью агрегатов на черноземах Кубани?

Прежде всего рассмотрим данные по этому показателю для выщелоченных черноземов (таблица 26).

Таблица 26 – Прочность структуры чернозема малогумусного сверхмощного выщелоченного в районе Краснодара на черном пару (И. А. Кузнецов)

Глубина, см	Процент водопрочных агрегатов			
	> 4 мм	4 – 1 мм	1 – 0,25 мм	всего
5 – 15	0,7	15,8	40,2	56,7
25 – 35	0,6	30,3	33,8	64,7
40 – 50	0,3	38,3	34,4	73,5
60 – 70	0,2	38,7	35,1	74,0
85 – 95	0,2	27,4	38,7	66,3

В течение вегетационного периода на выщелоченных черноземах четко заметно изменение водопрочности агрегатов. Она меняется, постепенно увеличиваясь от весны к лету. Наиболее низка прочность агрегатов весной, когда пахотный слой перед началом полевых работ переувлажнен. Наибольшая водопрочность наблюдается в летние месяцы, когда верхние слои почвы обычно иссушаются до (влажности устойчивого завядания и в действие вступают силы слипания между частицами).

Так, по данным С. А. Косинского, водопрочность агрегатов в слое 10 – 25 см на поле, засеянном подсолнечником, весной была 61%, летом - 64,8% и осенью - 67,6%.

Сезонная динамика структурного состава почвы объясняется прежде всего изменением влажности почвы, циклами и ритмом развития микроорганизмов в ней. При наличии значительных количеств влаги, особенно при переувлажнении весной или па поливных участках, усиливается расклинивающее действие водных пленок в почвенных комках, а значит, уменьшаются силы связи внутри них. Это приводит к уменьшению прочности агрегатов.

Водопрочность агрегатов на слитых черноземах в течение года сильно меняется. Весной, когда пахотный слой переувлажнен, прочность структуры невелика (24,8 – 36,6%). Когда же почва летом и осенью высыхает, количество устойчивых к действию воды агрегатов возрастает до 59,1 – 72,3% (Ю. Н. Багров).

Большая прочность агрегатов при низкой влажности на почвах, содержащих много глины, объясняется высокой плотностью их упаковки, очень малой общей и совсем незначительной активной порозностью.

Резкое снижение водопрочности при переувлажнении - следствие отсутствия стойкого физико-химического закрепления коллоидов, связывающих частицы почвы.

Особенно плохо с водопрочностью на слитых черноземах, серых лесных, тяжелых луговых почвах после зимы со значительными осадками в виде дождя, когда почва, утратившая водопрочность, сплывается в сплошную массу.

Водопрочность обыкновенных и слабокарбонатных черноземов несколько меньше, чем выщелоченных. Она здесь значительно больше уменьшается в пахотном слое по сравнению с подпахонным. Это явление можно объяснить меньшей устойчивостью агрегатов при механической обработке, большей микробиологической активностью обеспечивающей усиление аэробных процессов разложения органического вещества почвы.

Структура и ее свойства в значительной мере изменяются под влиянием погодных и других условий, а также в результате воздействия человека на почву в процессе ее сельскохозяйственного использования. Особенно динамичен характер этих изменений в пахотном слое.

Огромное влияние на степень крошения почвы, на структурные отдельные части оказывает влажность почвы. При низкой влажности на суглинистых и глинистых черноземах Кубани (около влажности завядания и ниже) водные пленки относительно тонки и их расклинивающее действие минимально. Они могут только очень незначительно уменьшать взаимодействие межмолекулярных сил сцепления. С нарастанием влажности, с утолщением водных пленок и ростом их подвижности усиливается расклинивающее действие менисков, уменьшаются силы сцепления между частицами, улучшаются условия крошения почвы на агрегаты.

С другой стороны, значительное увеличение влаги в почве ведет к усилению свойства текучести при воздействии орудий обработки почвы, усиливает слитость обрабатываемого пласта. Крошение его уменьшается и совсем сходит к нулю.

Влажность, при которой почва хорошо крошится на агрегаты, обычно характеризует так называемое «спелое» ее состояние, то есть такое состояние, при котором она наилучшим образом и с наименьшими усилиями обрабатывается.

Правильнее было бы говорить о некотором интервале увлажнения почвы, который характеризует «спелое» ее состояние. Для черноземов Кубани нижний ее предел - это переход от пленочных форм воды к капиллярным, когда влага в почве движется в основном по законам, характерным для пленочно-менискового механизма. Верхний предел лежит ниже предельной полевой влагоемкости и характеризуется резким увеличением липкости и текучести. Это влажность, равная примерно половине капиллярного насыщения почвы. Обычно влажность, характеризующую «спелое» состояние почвы, связывают с влажностью разрыва капиллярной связи (ВРК), при которой прерывается капиллярная, волосная связь в почвенной толще, хотя в ней еще имеются капиллярные формы воды. На черноземах Кубани ее величина изменяется в пределах 22 – 28% весовой влажности.

При таком увлажнении воды не настолько много, чтобы почва приобрела четко выраженное свойство текучести, но одновременно ее достаточно, чтобы значительно уменьшить силы сцепления между частицами и микроагрегатами. В этом случае слои воды играют роль смазки, облегчая взаимное передвижение агрегатов.

Интервал влажности, характеризующий «спелое» состояние почвы, будет различен для различных почв. С утяжелением механического состава этот интервал сужается, поскольку с увеличением количества физической глины и особенно ила требуется приложение более значительных сил, чтобы уменьшить связность почвенной массы, силы сцепления в которой будут гораздо больше, чем в легких, песчаных почвах, имеющих относительно небольшую удельную поверхность.

На легких почвах, где велик процент песка, крошение начинается при небольшой величине увлажнения и интервал влажности, характеризующий «спелое» состояние почвы, довольно широк.

Из черноземов Кубани наиболее широкий диапазон увлажнения, при котором они находятся в «спелом» состоянии, а значит, и хорошо обрабатываются, имеют супесчаные разности луговых черноземных почв. Эти почвы дают хорошее крошение в очень широком интервале увлажнения от влажности устойчивого завядания до количества влаги в почве, близкого к предельной полевой влагоемкости.

У почв степной части Кубани этот диапазон более узок и нижний его предел выражается довольно большой величиной весовой влажности. У слабокарбонатных, обыкновенных и каштановых почв северной зоны края период, при котором возможно хорошее крошение, более длинный. Весной, перед началом полевых работ, они очень скоро, в течение нескольких дней, приходят в «спелое» состояние, поэтому здесь в сравнении с южными районами очень важен возможно ранний, сжатый срок проведения весенних полевых работ, особенно при возделывании культур раннего и среднего сроков сева.

В отличие от почв северных районов края почвы юга (выщелоченные, слитые и уплотненные черноземы, серые лесные и тяжелые луговые почвы) приходят в «спелое» состояние весной позже. Диапазон увлажнения, при котором они хорошо крошатся, меньше. Период их спелости короче. Так, у слитых черноземов этот интервал увлажнения колеблется в узком пределе – 26 – 28% весовой влажности.

На тяжелых почвах юга Кубани значительно большая часть воды, накапливающейся к весне, подвержена действию сорбционных сил вследствие большой удельной поверхности почвенной массы.

Вода, связанная сорбционными силами, медленно, а на слитых и уплотненных черноземах западин очень медленно испаряется, и почва весной или после полива, в результате которого она переувлажнялась, медленно приходит в «спелое» состояние.

Здесь не следует излишне торопиться с началом выезда в поле - его надо приурочивать не к нарастанию температур, а к началу перехода в «спелое» состояние слоя, который будет обрабатываться.

На тяжелых почвах юга края довольно короткий период спелости весной или после увлажнения в течение вегетационного периода. Особенно короткий он на очень тяжелых по механическому составу слитых черноземах, а также на уплотненных черноземах западин.

На слитых черноземах и других очень тяжелых почвах период спелости весной, если не выпадают осадки, обычно не превышает 5 – 6 дней. Несколько больше он у выщелоченных черноземов. Из сказанного следует, что чем дальше

на юг края, чем тяжелее почва, тем более творческим должен быть подход к сроку начала ее обработки весной, тем сильнее требование уложиться с этой работой в короткий отрезок времени с тем, чтобы не упустить момента, когда почва хорошо крошится.

В опытах П. У. Бахтина, проводившихся как на подзолах, так и на черноземах, увеличение скорости движения плуга с 1,06 м/с до 1,46 м/с позволило увеличить на 15 – 20% относительную влажность почвы, при которой она хорошо крошилась. При скорости 1,46 м/с удалось удовлетворительно крошить почву, влажность которой характеризует нижний предел пластичности.

Применение скоростных тракторов позволяет с хорошим крошением обрабатывать более влажную почву.

Влажность почвы, наряду с механическим составом, определяет устойчивость агрегатов против распыления при крошении. При «спелом» состоянии обрабатываемого слоя на глинистых и суглинистых почвах Кубани распыление даже при очень интенсивной механической обработке невелико. Это видно из таблицы 27, в которой приведены результаты опыта по многократной поверхностной обработке выщелоченного чернозема при влажности почвы в обрабатываемом слое 24,8%.

Таблица 27 – Влияние многократной обработки почвы на содержание пыли в обрабатываемом слое

Обработка почвы	Процент пыли (< 0,25 мм) от массы почвы
Боронование 10 раз	4,2
Прикатывание 10 раз	4,4
Дискование 10 раз	4,9
Культивация 10 раз	5,2
Контроль (без обработки)	4,6

На обыкновенных приазовских черноземах также невелико распыление структурных агрегатов, если их обработка проводится в «спелом» состоянии.

Так, в опытах аспиранта Н. И. Алехина при влажности почвы 22,7% после 165 проходов тракторного агрегата с глубокорыхлителем количество пыли в слое 0 – 10 см не превышало 2,2%.

По данным Л. В. Вершинина, который изучал влияние скоростной обработки приазовских черноземов на их структурный состав, количество пыли при «спелом» состоянии почвы практически не увеличивалось. Увеличение ее количества начинается при снижении влажности меньше величины, характеризу-

ющей нижний порог «спелости» почвы. По особенно оно возрастает при иссушении почв до влажности устойчивого завядания.

Однако не все почвы, имеющие низкую влажность, сильно распыляются. Тяжелые, богатые илом разности, отличающиеся большой связностью агрегатов, в сухом состоянии слабо распыляются даже при интенсивной обработке.

На слитых черноземах многократная обработка даже при низкой влажности не увеличивает количество пыли свыше 1 – 3%.

Ниже приведены данные по количеству пыли после многократной обработки выщелоченного чернозема при влажности обрабатываемого слоя 8,2% от массы абсолютно сухой почвы.

Таблица 28 - Влияние многократной обработки почвы на содержание пыли в обрабатываемом слое

Обработка почвы	Процент пыли от веса почвы(< 0,25 мм)
Боронование 10 раз	4,9
Прикатывание 10 раз	7,4
Дискование 10 раз	10,2
Культивация 10 раз	9,3
Контроль (без обработки)	4,4

Однако на более легких обыкновенных и слабокарбонатных черноземах при низкой влажности следует ожидать большего распыления обрабатываемого слоя. По нашим наблюдениям, количество пыли на указанных почвах увеличилось при многократной обработке в сухом состоянии до 12 – 15%. Еще больше возростала эта опасность на легких долинных черноземах.

С увеличением скорости движения рабочего органа при низкой влажности почвы следует ожидать увеличения количества пыли. Однако у современных скоростных плугов (до 10 – 12 км/ч) последнее обычно почти не наблюдается. Очевидно, такое явление можно объяснить тем, что у таких плугов угол постановки лемеха меньше, чем у стандартных. Кроме того, весь корпус скоростного плуга имеет значительно большую пологость, что уменьшает сопротивление, а значит, и распыление агрегатов.

Следует отметить, что использование скоростных тракторов для обработки почвы позволяет значительно уменьшить глыбистость пашни, даже если она имеет низкую влажность. Вспашка обыкновенного чернозема скоростными плугами, двигающимися со скоростью 9 – 10 км/ч, позволяла уменьшать глыбистость на 15 – 22%.

Разделение сплошной массы на структурные отдельности происходит и при чередовании высушивания и увлажнения под влиянием объемных изменений. Этот процесс будет зависеть от дисперсности почвы, усиливаясь у почв тяжелого механического состава и уменьшаясь с увеличением количества песка в почве. Песок при определенном для каждой почвы количестве образует нечто в виде скелета, препятствующего уплотнению, образованию трещин и делению на комки. Черноземные почвы края, почти не имеющие песка и содержащие громадное количество ила и глины, сильно трескаются при высыхании. Этому способствует также большое их набухание при увлажнении, которое определяется пластинчатым характером монтмориллонита, составляющего основу материнской породы.

Уменьшение склонности к растрескиванию возможно при увеличении содержания органического вещества в почве. Однако для этого оно требуется в больших дозах.

Структурный состав изменяется также в зависимости от характера увлажнения. При быстром увлажнении вода заполняет все поры почвенного комка и в результате ее движения к центру сжимается почвенный воздух, как свободный, так и адсорбированный. Это ведет к разрыву комка на части. При медленном, особенно при капиллярном, увлажнении вода заполняет комок по узким порам, широкие остаются свободными и через них выходит сжимаемый воздух. При таком увлажнении разрушающей силе сжатого воздуха противостоят менисковые силы на поверхности комка в капиллярных порах. Поэтому медленное увлажнение почвы, например подпитыванием снизу при орошении, не ведет к ощутимому уменьшению водопрочности агрегатов.

Опыты, проводимые на выщелоченном черноземе, показали, что при быстром увлажнении образцы почвы потеряли до 15% водопрочности, а при капиллярном увлажнении потерь почти не было.

Кроме влажности, важную роль в крошении почвы на агрегаты при обработке играет величина ее плотности. Эти два фактора действуют во взаимной связи. Всем хорошо известно, что нижний предел увлажнения, который характеризует «спелое» состояние, всегда меньше для почвы, имеющей небольшую плотность. Зато для того чтобы удовлетворительно крошить плотную почву, требуется более высокий уровень увлажнения.

На черноземных почвах степных районов Кубани резкое возрастание глыбистости при их обработке отмечается тогда, когда плотность увеличивается до $1,3 \text{ г/см}^3$, а влажность уменьшается до величины, близкой к влажности завядания.

Высокая плотность сложения во многих случаях является причиной образования глыбистой структуры при обработке почвы. Как уже отмечалось, под пропашными культурами к уборке, начиная с небольшой глубины, образуется

четко выраженный уплотненный слой, иногда с очень значительной плотностью. Он является одной из причин высокой глыбистости при обработке пропашных предшественников под озимые. Отметим, что чем тяжелее по механическому составу почва, тем плотнее может быть этот слой и тем больше глыбистость.

Увеличение числа проходов агрегатов весной, особенно по влажной почве, уплотняет ее, и таким образом значительно повышается глыбистость при уходе за растением и дальнейшей подготовке поля.

Следовательно, понятие о физической спелости почвы как о состоянии, при котором достигается ее хорошее крошение при обработке, зависит от большого числа факторов. Среди них определяющими являются количество влаги, механический состав, уплотненность почвенной массы и скорость движения рабочих органов почвообрабатывающих орудий.

Структурный состав и его количество значительно меняются в зависимости от того, какие растения выращиваются в поле, и всего комплекса агротехнических мер, применяемых при их возделывании.

Наиболее сильно действует на структурный состав масса органического вещества, накапливаемого растениями, а также его количество.

Растения оставляют довольно различное количество органического вещества после уборки (таблица 29).

Таблица 29 - Количество органических остатков после уборки, ц/га

Культура	Выщелоченный чернозем, 0 – 40 см (И. А. Кузнецов)	Обыкновенный чернозем, 0 – 40 см (И. С. Сидоров)
Многолетние травы 1-го года	-	51,1
Многолетние травы 2-го года	120 – 150	96,7
Озимая пшеница	50 – 60	50,6
Подсолнечник	35	32,9
Кукуруза	30 – 45	38,0
Сахарная свекла	40	-

Количество органического вещества, которое оставляет в почве растение, особенности строения его корневой системы, ее компрессионное воздействие на почву, наряду с особым, присущим данной культуре характером приемов обработки, оказывают влияние на водопрочность агрегатов и вообще на структурный состав почвенной толщи.

Это влияние особенно сильно в пахотном и подпахотном слоях, где размещается основная масса корней (таблица 30).

Таблица 30 - Количество водопрочных агрегатов на сверхмощном малогумусном выщелоченном черноземе под разными культурами к их уборке (С. А. Косинский, И. А. Кузнецов)

Культура	Процент водопрочных агрегатов в слое 0 – 25 см
Многолетние травы 1-го года	68,5
Многолетние травы 2-го года	71,7 – 78,0
Озимая пшеница (оборот пласта)	67,8
Подсолнечник	6,9
Кукуруза	62,7
Свекла	61,8
Черный пар	57,8

Как видно из таблицы 30, наибольшее влияние на водопрочность структуры оказывают многолетние травы. Многие исследователи отмечают значительное увеличение водопрочности агрегатов после многолетних трав, начиная со 2-го года их использования.

В опытах бывшего Института сои и клещевины на обыкновенном черноземе возрастание водопрочности после многолетних трав в среднем за 2 года достигло 14% в пахотном слое и 15% в подпахотном. И. А. Кузнецов отмечает увеличение водопрочности на выщелоченном черноземе после 2 лет использования трав на 16 – 18%. Такое воздействие на водопрочность многолетние травы оказывали в первую ротацию севооборота. Во второй ротации на обыкновенном черноземе их влияние было несколько слабее.

Многолетние травы ощутимо влияют на водопрочность только при достаточно высоком урожае сена (не менее 40 ц/та), так как только при этом условии разовьется большая масса корней, воздействующих на почву. Сказанное не означает, что после люцерны всегда создается хороший агрегатный состав при крошении пласта почвообрабатывающими орудиями. Значительная плотность и обычно небольшое количество влаги в пахотном слое летом и осенью ведут к большой глыбистости, которая может достигать 60 и более процентов. При этом глыбистость возрастает по мере увеличения разрыва между временем косьбы трав и началом обработки почвы. Под пологом растущей травы почва

меньше иссушается. С его удалением процесс физического иссушения резко возрастает, появляются трещины, что является причиной образования крупных глыб при вспашке. Сокращение периода скашивания - обработка одно из средств уменьшения глыбистости.

В зависимости от условий увлажнения и уплотнения пахотного слоя его глыбистость к уборке культур изменяется в довольно широких пределах. На выщелоченном черноземе после люцерны - 39,5 – 75%; озимой пшеницы - 42,7 – 78,6%; кукурузы – 52 – 85,7%; подсолнечника – 50 – 81,4%. Некоторые исследователи, в частности И. А. Кузнецов, отмечают увеличение водопрочности после уборки хорошо развитых посевов озимой пшеницы, что может быть объяснено образованием у нее довольно значительной корневой массы, ее рыхлым строением и длительным периодом, в течение которого почва на посевах не обрабатывается. Разница в количестве водопрочных агрегатов после пшеницы и пропашных культур равна 7 – 10%.

Как и после трав, глыбистость при обработке стерневых предшественников будет зависеть от их уплотненности, которая в среднем меньше, чем на многолетних травах, а главное - от увлажнения пахотного слоя. Поэтому и здесь срок обработки имеет первостепенное значение в уменьшении глыбистости.

Водопрочность агрегатов в пахотном слое под пропашными культурами несколько меньше, чем под озимой пшеницей, что объясняется меньшей массой органического вещества, которое они оставляют в почве, и более интенсивной обработкой. После пропашных значительно увеличивается глыбистость в пахотном слое, особенно на тяжелых почвах юга края при сильной их иссушенности. Наименьшая водопрочность агрегатов наблюдается на черном пару, что является следствием интенсивной его обработки при отсутствии корневой массы растений. Однако здесь будет гораздо меньше глыбистость из-за большой влажности и рыхлости пахотного горизонта.

Орошение уменьшает водопрочность структурных агрегатов. Чем больше поливов, тем значительнее потеря водопрочности.

Ниже представлены результаты опытов В. Д. Огиенко, проведенных на выщелоченном черноземе (таблица 31).

Из таблицы видно, что уменьшение водопрочности идет в основном за счет самого верхнего слоя. Оно почти незаметно в подпахотном горизонте. Под влиянием орошения происходит уменьшение размеров водопрочных агрегатов. Заметно увеличивается количество комков 1 – 0,25 мм.

Этот же автор отмечает, что способ полива оказывает влияние на водопрочность структуры. Орошение дождеванием заметно уменьшает количество водопрочных агрегатов только в слое 0 – 5 см.

Таблица 31 - Водопрочность почвенных агрегатов, %

Культура	Глубина, см	Количество агрегатов > 0,25 мм	
		без полива	при поливе
Капуста (10 поливов)	0 – 5	69,4	53,7
	5 – 25	69,5	67,3
	40 – 60	81,4	79,2
Томаты (4 полива)	0 – 5	73,6	65,1
	5 – 25	73,8	70,0
	40 – 60	73,6	78,1
Люцерна 2-го года (3 полива)	0 – 5	69,1	64,6
	5 – 25	77,9	80,0
	40 – 60	82,1	81,7

Тип севооборота оказывает влияние на количество водопрочных агрегатов в почве (таблица 32).

Таблица 32 - Среднее количество водопрочных агрегатов (%) на выщелоченном черноземе опытного поля КНИИСХ (1960, 1964, 1971 гг., Л. П. Леплявченко, В. И. Казанкова)

Севооборот	Без удобрений	Система удобрений
Зернопропашной, насыщенный пропашными	58,6	58,2
Зернопропашной, насыщенный озимой пшеницей	63,3	63,9
Травяно-зернопропашной	70,6	67,9
Кукуруза бессменно	47,2	50,1
Озимая пшеница бессменно	55,5	58,0

Структурный состав пахотного слоя может меняться также под влиянием промораживания и оттаивания. Еще Митчерлих отмечал, что никакое орудие обработки не заменит действие мороза. Однако следует различать как положи-

тельное его действие, так и возможность отрицательного влияния на агрегатный состав.

Свободная влага в крупных порах замерзает при -1 , -2° . При этом ее объем увеличивается на 9%, что приводит к уплотнению прилегающей к порам почвы, улучшая действие сил сцепления почвенных частиц. Улучшаются также условия ортокинетической коагуляции коллоидов. Если в почве не все поры заняты водой, то хорошо проявляется рыхлящий эффект промораживания. Однако промораживание не увеличивает водопропускности агрегатов.

В тонких капиллярах при низкой влажности вода начинает замерзать при -4 , -5° . Если увлажнение почвы близко к влажности завядания, то замерзание произойдет только при -2° . Крошаще-рыхлящее действие мороза на сухой почве практически не проявляется.

В условиях края роль промораживания менее сильная, чем в условиях средней полосы страны. Но все же она четко проявляется, если зима, особенно ее вторая половина, не богата дождями и стоят низкие температуры.

Крошащее действие мороза бывает сильнее на рыхлых, вспаханных на зябь почвах. Обычно чем плотнее пахотный слой, тем на большие глыбистые агрегаты крошит его мороз и тем ниже требуется температура, чтобы это крошение происходило. В плотной почве вода находится в более тонких порах, поэтому она замерзает при более низких температурах. Влияние плотности почвы на структурный состав можно наблюдать после промораживания в холодную зиму участков, которые были подготовлены под озимь путем вспашки, в сравнении с получившими только поверхностную обработку. Мороз «облагораживает» почву, особенно когда она имеет грубую структуру и переувлажнена.

В условиях Кубани иногда проводят зимнюю обработку почвы, причем не редко при переувлажнении обрабатываемого слоя. Вот здесь и желательно, чтобы он был проморожен после вспашки, другими словами, чтобы пахота была проведена до вероятного наступления конца морозов.

Требование промораживания почв при отсутствии их переувлажнения влечет за собой необходимость ликвидации избыточного увлажнения пахотного слоя в зимне-весенний период, о чем чаще приходится заботиться в Закубанье.

Каковы же оптимальные показатели структуры на почвах Кубани?

Очевидно, что поставленный вопрос мы должны рассматривать дифференцированно для различных почвенно-климатических зон края. Кроме того, требования к качеству структуры будут меняться в течение года. При этом надо заметить, что в условиях Кубани не накоплено достаточно фактических данных для именно такого подхода к вопросам структуры.

Агрономический, прикладной подход к вопросам структуры возможен только как дифференцированный по почвам и в связи с изменением погодных

условий.

Прежде всего об оптимальном размере структурных агрегатов.

Для выщелоченного чернозема установлено, что влага теряется меньше всего в том случае, когда пахотный слой сложен из агрегатов величиной 0,25 – 3 мм. Такой вывод сделан нами на основе опыта, проводившегося в целях изучения скорости потерь влаги разными по величине агрегатами. Агрегаты величиной 10 мм теряли воду почти в 2 раза быстрее, чем те, что имели размер 0,25 – 3 мм.

Пищевой режим почвы наилучшим образом складывается особенно в период иссушения, когда пахотный слой состоит из агрегатов, размеры которых колеблются в пределах 1 – 3 мм. Обеспечивая лучшее сбережение влаги, такие агрегаты способствуют созданию условий для нормальной жизнедеятельности полезных микроорганизмов.

Наблюдения за динамикой нитратов в период подготовки почвы под озимые, проведенные П. В. Носовым совместно с автором настоящей работы, показали, что с увеличением глыбистости структуры в обрабатываемом слое в 2 раза количество нитратов уменьшалось в 4 – 5 раз. Это объясняется тем, что глыбистая почва теряла значительно больше влаги. Динамика же нитратов поразительно следовала за динамикой влажности. Если последняя снижалась до величины влажности завядания, то в почве наблюдались только следы нитратов.

Очевидно, указанный выше размер структурных агрегатов (1 – 3 мм) будет наилучшим для всего периода иссушения на всех черноземных почвах Кубани.

Для предотвращения ветровой эрозии важное значение имеет структурный состав верхнего 5-сантиметрового слоя. Его противозерозийные качества определяются прежде всего размером и связностью почвенных агрегатов.

Чтобы представить роль структурных отдельностей как средства борьбы с ветровой эрозией, следует рассмотреть механизм ее возникновения. Эрозию начинают частицы почвы величиной от 0,1 до 0,5 мм. Они приходят в движение, когда скорость ветра в приземном 15-сантиметровом слое достигает 3 – 7 м/с. Более крупные (больше 1 мм) фракции могут начать движение только при скорости 11 – 13 м/с. Однако такая скорость в приземном слое может иметь место только в том случае, если на высоте флюгера будет отмечен штормовой ветер (около 40 – 50 м/с).

Агрегаты величиной 0,1 – 0,5 мм начинают перекачиваться, и когда скорость их вращения достигнет 200 – 1000 оборотов в минуту, они делают скачок вверх и, пролетев на небольшой высоте, падают на поверхность почвы под углом 6 – 12°. В зависимости от состояния поверхности (агрегатного состава, растительных остатков, выровненности) частица может остаться на ней или сде-

лать новый скачок. Скачкообразное движение является характерным для передвижения частиц этого размера.

Падая в почву, агрегаты 0,1 – 0,5 мм могут выбить из нее пылеватую фракцию (0,1 мм), поднимаемую затем на большую высоту турбулентными потоками воздуха. Характерно, что эти частицы могут подняться в воздух главным образом под влиянием ударов частиц, движущихся скачкообразно. Это объясняется тем, что у самой поверхности вследствие ее неровности скорость ветра близка к нулевой, и он не может воздействовать, на легкие, пылеватые частицы.

При штормовых скоростях ветра агрегаты 0,1 – 0,5 мм, передвигаясь большими скачками, получив еще большую скорость вращения, могут быть причиной перемещения более крупных частиц - величиной 0,5 – 1 мм. Эти агрегаты движутся в основном перекачиванием от удара частиц 0,1 – 0,5 мм.

В результате ударов частиц, движущихся скачкообразно, может идти процесс распыления крупных отдельностей. Он чаще проявляется на почвах, агрегаты которых менее связаны (сильнее на обыкновенных, легких долинных, каштановых почвах Кубани).

Из изложенного выше следует сделать вывод, что комочки больше 1 мм в слое 0 – 5 см являются почвозащитными, а меньше 1 мм - эрозионно-опасными.

Многие исследователи считают, что особое влияние на снос почвы ветром оказывает содержание в ней эрозионно-опасных агрегатов. При увеличении их количества в пахотном слое свыше 50% резко возрастает опасность возникновения пыльных бурь. Наши наблюдения показали, что к вероятному началу пыльных бурь (январь - апрель) способами основной обработки почвы нельзя гарантировать создание эрозионно-устойчивого структурного состава в поверхностном слое почвы. Обычно к началу весны агрегатный состав этого слоя мало отличается по разным вариантам подготовки почвы (таблица 33).

Таблица 33 - Влияние основной обработки почвы на агрегатный состав слоя 0 - 5 см перед началом весенних полевых работ на обыкновенном черноземе в колхозе им. Кирова Новопокровского района (1972 – 1975 гг.)

Обработка почвы	Размер фракций, мм					
	> 10	10 – 3	3 – 1	1 – 0,25	< 0,25	сумма < 1
Поздняя зябь	5	13,8	47,6	25,4	8,2	33,6
Ранняя зябь	3	12,4	51,1	24,7	8,0	32,7
Почвозащитная обработка	10	16,5	43,2	22,2	7,3	29,5

В зимнее время на Кубани почва в верхней части пахотного слоя часто промораживается и оттаивает. Крошаще-рыхлящее действие промерзания почвы, чередующееся с периодами оттепелей, в значительной мере нивелирует структурный состав верхнего слоя пашни по разным вариантам ее обработки. Такой процесс резче проявляется в степных районах края и меньше в южно-предгорной зоне, где почва в большей степени в течение зимы бывает переувлажненной. Это было подтверждено серией лабораторных опытов. В течение двух месяцев образцы почвы периодически промораживались и оттаивались. В образцах обыкновенного чернозема после такого промораживания и оттаивания количество эрозионно-опасных агрегатов в среднем увеличилось в 2,5 раза, а в образцах выщелоченного - в 2 раза.

Погодные условия зимы оказывают значительно большее влияние на агрегатный состав верхней части пахотного слоя, чем способы обработки почвы (таблица 34).

Таблица 34 - Агрегатный состав почвы в слое 0 – 5 см перед началом весенних полевых работ на слабо выщелоченном черноземе в колхозе «Маяк революции» Курганинского района (М. С. Стручалин)

Обработка почвы	Размер фракций, мм					
	> 10	10 – 3	3 – 1	1 – 0,25	< 0,25	сумма < 1
1971 г.						
Поздняя зябь	2,0	3,0	27,5	50,0	17,5	67,5
Ранняя зябь	3,0	3,3	27,0	48,0	20,0	68,0
Почвозащитная обработка	1,5	1,5	30,0	49,0	18,0	67,0
1972 г.						
Поздняя зябь	8,8	22,4	49,3	16,9	2,6	19,5
Ранняя зябь	13,0	15,4	52,0	16,9	2,7	19,6
Почвозащитная обработка	13,9	14,2	47,0	17,7	2,2	19,9

Ввиду невозможности создать с помощью обработки гарантированный эрозионно-устойчивый агрегатный состав верхней части пахотного слоя, как средства защиты почвы от эрозии, остается обеспечить ее защиту живым (озимые и промежуточные посевы) или мертвым (стерня, пожнивные остатки) рас-

тительным покровом.

Для условий орошения оптимальный размер структурных агрегатов будет, наверное, больше, так как здесь происходит значительное уплотнение почвы при поливах.

В течение периода влагонакопления (холодный период) оптимальный размер агрегатов будет разным для районов, где не гарантировано осенне-зимнее промачивание почвенного профиля каждый год (каштановые почвы, слабокарбонатные и обыкновенные черноземы), и для районов, где оно наблюдается ежегодно (выщелоченные, слитые черноземы, серые лесные почвы).

Там, где нет гарантии зимнего восстановления запасов влаги, следует стремиться к небольшому размеру агрегатов в течение зимнего периода влагонакопления не только при обработке почвы под озимые, но и при зяблевой обработке, поскольку из-за недостаточного количества осадков зимой приходится бороться за уменьшение потерь влаги в течение холодного бесснежного периода. Конечно, оптимальный размер агрегатов в это время должен быть больше, чем для периода иссушения (10 – 30 мм).

Следует подчеркнуть, что стремление к значительному уменьшению структурных агрегатов в районах недостаточного увлажнения при зяблевой обработке почвы опасно, так как оно может явиться причиной усиления ветровой эрозии. Чем дальше на юг края, тем больше гарантия зимнего промачивания почвы и тем более крупноглыбистой должна быть структура в период влагонакопления. Здесь выпадает такое количество осадков, которое обеспечивает почти ежегодное полное восстановление запасов воды к весне, и, стало быть, ее не нужно сберегать зимой. В этих районах скорее выдвигается задача борьбы с весенним переувлажнением почвы. Крупные, глыбистые агрегаты на зяби в зимний период будут способствовать уменьшению избытка влаги к весне, а также лучше противостоять самоуплотнению тяжелой почвы. Все это касается ее структурного состояния на полях, идущих под яровые культуры. На полях озимых оптимальный размер структурных агрегатов такой же, как и для периода иссушения. Здесь следует стремиться к созданию мелкокомковатой структуры, которая обеспечит выполнение довольно трудной для условий степей задачи сбережения и накопления доступных форм влаги в верхней части пахотного слоя - важнейшего условия прорастания семян озимых и оптимального их развития в начале жизни.

Немаловажное значение имеет содержание пылеватых агрегатов в почве.

Академик В. Р. Вильяме указывал, что с увеличением количества пыли до так называемого «порога вредности» хорошо оструктуренная почва приобретает все качества бесструктурной и ее свойства становятся близкими к свойствам пыли.

Количество пыли, определяющее наступление «порога вредности», зави-

сит от величины структурных агрегатов. С увеличением их размеров требуется больше пыли, чтобы почва стала обладать свойствами бесструктурной. Наименьший «порог вредности» имеют почвы, в структурном составе которых преобладает фракция меньше 1 мм.

В. Р. Вильямс, указывал, что на структурных почвах «порог вредности» наступает при наличии 30 – 35% пыли от объема почвы. Точнее, количество пыли, характерное для «порога вредности», определяется величиной межагрегатной скважности. Но здесь нужно заметить, что ухудшение свойства почвы начинается при количестве пыли гораздо меньшем, чем то, что характеризует «порог вредности».

Об этом говорит опыт, проведенный на выщелоченном черноземе (таблица 35).

Таблица 35 - Капиллярная и некапиллярная скважность при разном соотношении почвенных агрегатов, %

< 0,25 мм	0,25 – 3 мм	Некапиллярная скважность	Капиллярная скважность
50	50	10	90
30	70	22	78
15	85	29	71
10	90	37	63
5	95	36	64
0	110	43	57

Значительное уменьшение величины некапиллярной и соответствующий рост капиллярной скважности, а значит, и ухудшение физических свойств начиналось у структурной почвы уже при количестве пыли около 15%. В данном случае капиллярная скважность значительно возрастала. Дальнейшее увеличение пыли резко ухудшало соотношение капиллярной и некапиллярной скважности.

Как указывалось выше, такого количества пыли нет на тяжелых разностях южной части края даже при очень интенсивной их обработке. Поэтому здесь почти исключена опасность ухудшения свойств пахотного слоя за счет увеличения количества пыли. Зато она возрастает на обыкновенных, слабокарбонатных черноземах, каштановых и перегнойно-карбонатных почвах, которые имеют «слабую» структуру и довольно сильно распыляются при обработке в сухом состоянии. В этой связи на перечисленных почвах важны мероприятия умень-

шающие распыление.

Кроме ухудшения основных физических свойств пахотного слоя, увеличение количества пыли оказывает влияние и на процесс образования корки. Прочность и толщина корки при увеличении количества пыли значительно возрастает. Так, на выщелоченном черноземе почвенный образец, содержащий обычное для этой почвы количество пыли - 4,1%, образовал после смачивания корку, которая деформировалась при нагрузке в 2,1 кг/см². Образцы с содержанием 12% пыли дали корку, разрушавшуюся усилием в 3,4 кг/см². Увеличение количества пыли резко повышает способность почвенной массы к образованию трещин, глыбистости и к уплотнению при обработке.

Следует подчеркнуть, что указанный выше оптимальный размер структурных агрегатов обеспечивает значительную устойчивость верхних слоев почвы в противозрозионном отношении. Как уже отмечалось, эрозионно-опасными считают агрегаты меньше 1 мм. Если почва содержит 40 – 50% таких агрегатов, то открытые участки земли могут выдуваться ветром, и тогда потери частиц указанного размера из верхнего слоя почвы достигают 60%.

В связи с этим в районах с наибольшей опасностью ветровой эрозии (северные, северо-восточные, приазовские районы и армавирская платформа) весной следует стремиться к выбору приемов обработки почвы, уменьшающих выход фракции < 1 мм при крошении обрабатываемого слоя. Кстати, в районах развитой ветровой эрозии распространены в основном обыкновенные и слабокарбонатные черноземы, имеющие относительно слабую структуру, поэтому здесь забота об уменьшении ее распыления стоит острее, чем в южных районах края.

Одним из важнейших средств регулирования структурного состава почвы является ее рациональная обработка.

Увеличение глубины зяблевой вспашки на черноземных почвах ведет к улучшению структуры и верхней части пахотного слоя.

На поверхность выпахивается слой, имеющий хороший структурный состав. Это подтверждается данными И. А. Кузнецова (1946) и Н. И. Куколева (1950), полученными на выщелоченном черноземе. Первый автор указывает на увеличение водопрочности агрегатов на 7 – 8% при увеличении глубины вспашки с 20 до 30 см; второй говорит об уменьшении количества пыли в пахотном слое на вариантах с глубокой вспашкой.

Однако изложенное выше касается только черноземов. На почвах с неглубоким гумусовым горизонтом увеличение глубины вспашки может ухудшить структуру в пахотном слое.

Особенно остро стоит вопрос о регулировании структурного состава почвы при ее обработке под озимые.

К посеву озимых пахотный слой должен иметь мелкокомковатое струк-

турное состояние. Особенно важно обеспечить такой структурный состав в степных районах края, где часто бывают затруднения в получении всходов.

Мелкокомковатый агрегатный состав пахотного слоя, особенно верхней ее части, играет важную роль в сбережении влаги, основного условия, определяющего появление всходов озимых культур. Следует также иметь в виду, что при низких уровнях увлажнения величина почвенных агрегатов, окружающих семена озимых культур, оказывает влияние на их набухание и прорастание.

В наших опытах изучалось влияние агрегатов выщелоченного чернозема величиной 0,25 – 1, 1 – 3, 7 – 10 мм при весовой влажности 17, 19 и 21%. Наибольшее влияние на прорастание семян оказала величина агрегата при влажности почвы около 17%, то есть когда она была близкой к влажности устойчивого завядания.

Всходы в сосудах с фракцией 7 – 10 мм появились почти на 5 дней позже, чем в сосудах с агрегатами размером 0,25 – 1 мм и 1 – 3 мм. Это можно объяснить улучшением контакта между почвой и семенем. При влажности около 19% влияние структурного состава на прорастание проявилось слабее, а в сосудах, где почва была увлажнена до 21%, оно отсутствовало. Отсюда задача подготовки почвы под озимые заключается в том, чтобы обеспечить мелкокомковатый структурный состав, особенно когда влажность посевного слоя низкая.

Важным условием уменьшения количества глыбистых структурных агрегатов является разумная минимализация обработки почвы яри возделывании пропашных предшественников озимых культур. Особое значение имеет сокращение числа проходов агрегатов во время предпосевной подготовки почвы под пропашные культуры на тяжелых почвах южных и предгорных районов, которые весной к тому же из-за избытка влаги сильно уплотняются тракторными агрегатами.

По нашим наблюдениям, на слитом черноземе Северского района при трех допосевных обработках под кукурузу плотность в пахотном слое к уборке достигала 1,49 г/см³, при одной – 1,38 г/см³. Глыбистость вспашки под озимые этого предшественника составляла соответственно 83 и 69%.

В борьбе с глыбистостью при подготовке почвы под озимые большое значение имеет сбережение влаги ко времени проведения этой работы. Отсюда большое значение, особенно в годы с малым количеством осадков в летне-осенний период, приобретает уменьшение разрыва между временем уборки предшественника и обработкой поля под озимые. Последнее более важно для предшественников сплошного посева (колосовые, травы). Так на выщелоченном черноземе в учхозе «Кубань» при вспашке стерни на второй день после уборки количество глыбистых агрегатов не превышало 38%. При вспашке же через 20 дней оно достигло 67%.

Сильно снижает глыбистость уменьшение глубины обработки. Оно при разумном его применении значительно улучшает качество основной обработки почвы под озимые и предпосевной обработки под яровые культуры.

Пахота стерни на глубину 18 – 20 см в описанном выше случае дала глыбистость почти на 30% меньшую, чем при вспашке на глубину 25 – 27 см. Однако в отдельных случаях и более глубокая вспашка под озимые культуры может привести к уменьшению глыбистости. Это возможно тогда, когда вспашка делается глубже уплотненной прослойки, особенно если уборка колосовых проходила в дождливую погоду и почва была уплотнена колесами тракторов, комбайнов, автомобилей. Увеличение глубины вспашки может уменьшить глыбистость, поскольку на поверхность извлекается менее уплотненный слой.

Особенно резко уменьшается количество глыбистых структурных отдельностей в случае замены вспашки пропашных предшественников поверхностными обработками. Так, в одном из опытов при обработке поля из-под кукурузы под озимую пшеницу процент глыбистой фракции в слое 0 – 10 см на той части поля, которая была вспашана на 20 см, составил 71%, а там, где проводилось лушение дисковой бороной, – только 22,5%.

Послеуборочное лушение пропашных предшественников тяжелыми дисковыми боронами также уменьшает глыбистость при последующей вспашке этого поля.

Уменьшает образование глыбистой фракции применение мелкой обработки перед более глубокой, например лушение стерни на 8 – 10 см непосредственно перед вспашкой ее на полупар. Такое лушение, проводимое на поле, имеющем низкую влажность пахотного слоя, заметно уменьшает глыбистость при последующей вспашке.

В сухую осень при вспашке на зябь менее глыбистая пашня бывает на участках, получивших глубокое корпусное лушение, или там, где незадолго до глубокой зяблевой вспашки проводилась мелкая пахота.

Таким образом, лучшее крошение почвы при ее обработке достигается комплексом приемов, которые сводятся к проведению в оптимальные сроки глубоких рыхлений в предпосевной и послеуборочной периоды и к уменьшению числа операций на поле, если обрабатываемый слой имеет повышенную влажность.

Можно привести такой пример. В учхозе «Кубань» на тяжелом выщелоченном черноземе до посева кукурузы на одной части поля провели глубокое рыхление при оптимальной влажности почвы. Другая часть поля обрабатывалась культиватором на глубину 8 – 10 см. После уборки поле вспахали на 16 – 18 см. Глыбистость на участке глубокого рыхления была на 15% меньше, чем на прокультивированном.

Заканчивая рассмотрение способов обработки почвы, как средства регу-

лирования ее структурного состояния, следует подчеркнуть, что приемы, обеспечивающие накопление и сбережение влаги на уровне, характеризующем спелость почвы, в той или иной мере обеспечивают улучшение агрегатного состава в процессе воздействия на почву почвообрабатывающих орудий.

Чередование культур, севооборот, - одно из средств, оказывающих влияние на структуру почвы и ее качества.

Выше уже отмечалось положительное влияние озимых культур на структурный состав почвы. Поэтому смена пропашных озимой пшеницей в полевых севооборотах будет несколько улучшать структуру.

Для изменения неблагоприятных физических свойств слитых черноземов, серых лесных и луговых почв необходимо введение травопольных севооборотов.

Вряд ли приходится доказывать необходимость полного освоения травопольных севооборотов на орошаемых землях, в том числе и при возделывании риса на плавневых и луговых почвах, где структура, как и другие физические свойства, нуждается в улучшении.

Заслуживает внимания предложение о введении в севообороты в зоне достаточного увлажнения и при орошении промежуточных культур, подобных зимующему гороху. Они оставляют в почве большую корневую массу. В последующем, когда проблема получения зеленого корма не будет столь острой, станет вопрос о запашке их как сидератов.

В литературе освещается положительное влияние на структуру почвы органических удобрений, однако заметное их действие возможно только при внесении больших доз навоза.

Одним из средств улучшения структуры почвы является применение искусственных структурообразователей.

Почти все эти вещества, которые часто называют криллиумы, являются производными органических кислот - акриловой, метакриловой и малеиновой и имеют двойную этиленовую связь, способную к раскрытию, то есть к образованию веществ полимерного строения.

Примерами криллиумов могут служить полиакриламид, полиакрилнитрил, гидролизированный полиакрилнитрил.

Список веществ, которые испытываются в качестве структурообразователей, непрерывно увеличивается, но все они должны отвечать следующим требованиям.

Во-первых, растворяться в воде для того, чтобы их можно было вносить в почву в форме растворов. Однако, попав в почву после коагуляции или денатурации, они не должны растворяться и набухать в воде, вернее, их набухание не должно быть больше, чем у данной почвы. Появление способности переходить в раствор или сильно набухать приведет к потере создаваемой водо-

прочности.

Далее, криллиумы должны быть устойчивы к разложению микроорганизмами. Точнее - они должны, по возможности, медленно разлагаться ими с тем, чтобы дольше сохранялась водопрочность, приобретенная почвой под их влиянием.

Они не должны быть ядами для микроорганизмов и растений, а должны постепенно в результате деятельности микробов использоваться растениями.

Наконец в результате применения структурообразователей должна создаваться пористая, упругопрочная и водопрочная структура.

Применение криллиумов во многом будет зависеть от дешевизны и их высокой активности при малых дозах внесения в почву. Считается, что если доза превысит 0,5 – 1,0 т на 1 га, или 0,01 - 0,1% от массы почвы, то применение этих веществ будет ограниченным. К сожалению, последнее условие пока плохо выполняется. Кроме того, криллиумы еще дороги.

Важным условием эффективного применения криллиумов является выбор оптимальной влажности почвы. Лучшим интервалом увлажнения при их внесении будет влажность, характеризующая ее «спелое» состояние. Избыточное увлажнение приводит к созданию очень плотных комков.

Многие исследователи подчеркивают положительное действие криллиумов на физические свойства почвы. Прежде всего отмечается значительное увеличение водопрочности агрегатов. В отдельных опытах количество неразмываемых водой агрегатов достигало 90%. Указывается также на увеличение пористости агрегатов, увеличение водопроницаемости, снижение липкости и сокращение испарения. Действие структурообразователей на глинистых и суглинистых почвах сохраняется до трех лет. На легких почвах этот срок короче.

Однако в настоящее время нет единства в оценке значения применения искусственных структурообразователей. Одни ученые указывают на большой эффект, другие отмечают неустойчивость их действия на плодородие почвы или совсем отрицают наличие такого влияния.

Очевидно, дело тут в различии почвенно-климатических условий районов проведения опытов и в слабой изученности техники применения препаратов в соответствии с условиями данного района.

Что же касается Кубани, то практически можно указать лишь на одну работу, проведенную на Кубанской опытной станции (Н. Г. Грибкова). Здесь испытывался полиакриламид в дозах 0,1 – 0,2% от веса почвы при внесении его на глубину 10 и 20 см. Было установлено увеличение водопрочности агрегатов в 1,5 раза по сравнению с воздействием на нее люцерны. Снизилась способность почвы к коркообразованию и к появлению трещин, увеличилась водопроницаемость. Получены значительные прибавки урожая озимой пшеницы, зернобобовых, кукурузы. Действие препаратов наблюдалось в течение трех лет.

Некоторые особенности водного режима почв Кубани

Выдающийся представитель агрономической науки П. А. Костычев так характеризовал зависимость урожаев сельскохозяйственных культур от водного режима: «Если все другие факторы представляют эпизодические причины, снижающие урожай, то вода является постоянно действующим фактором».

Громадное богатство черноземов Кубани, обилие тепла и продолжительный вегетационный период очень часто неполностью используются растением из-за недостатка доступной для них влаги, источником которой практически является только почва.

Растение потребляет из почвы большую массу воды. Суммарный расход влаги, в который входит как ее потребление растением, так и испарение почвой, достигает громадных величин, исчисляемых тысячами кубических метров на гектар.

Так, по данным М. И. Цырулик, для формирования урожая свеклы в 247 – 265 ц с 1 га на слабовыщелоченном черноземе Кубани потребовалось 4880 – 6290 м³ воды на каждый гектар.

На выщелоченном черноземе урожаи зерна кукурузы 33,4 – 72,2 ц с 1 га были получены при суммарном расходе воды с 1 га, равном 3090 – 4170 м³ (Зиневич Л. В., 1964).

Урожаи подсолнечника в 25 – 29 ц с 1 га потребовали расхода воды на одном гектаре от четырех до шести с половиной тысяч кубических метров (П. Т. Агаркова).

Расход влаги одним гектаром озимой пшеницы, которая давала урожаи 25 – 35 ц с 1 га, достигал 3500 – 5000 м³.

При орошении эти цифры значительно возрастают параллельно с ростом урожая.

Расход воды на создание одного центнера урожая довольно сильно меняется по годам. Обычно в неурожайные, сухие годы он выше, чем в годы, когда получают высокие урожаи.

Так, в опытах кафедры растениеводства КСХИ средний расход воды на создание одного центнера зерна кукурузы достиг 67 м³/га при колебаниях в течение трех лет от 52 до 92 м³/га. При этом самый большой расход воды на центнер зерна отмечен в 1957 г., когда был получен самый низкий урожай зерна кукурузы (33,4 ц/га). Урожай в 73,2 ц/га собрали в 1955 г. при расходе воды на 1 ц зерна 57 м³/га.

Расход влаги сахарной свеклой также сильно изменяется по годам. В годы с высоким урожаем корней он колеблется в пределах 7 – 11 м³ на 1 ц корней. При низких урожаях он может увеличиваться до 18 – 22 м³.

Довольно велик расход воды плодовыми садами. В зависимости от по-

родного состава, возраста и урожая плодовые насаждения используют от 2000 до 7000 м³ воды на одном гектаре. Следует заметить, что эти данные, очевидно, занижены, так как наблюдения за влажностью почвы обычно проводятся до глубины, не превышающей двух метров. Корневая система многих плодовых растений проникает на значительно большую глубину. Так, на черноземах Кубани корни яблони проникают на глубину свыше 3 – 3,5 м.

Почвенная влага неодинаково потребляется растением по фазам роста и развития. Наибольшее количество влаги растению нужно в период формирования репродуктивных органов. Например кукуруза в период от всходов до появления метелок (50 – 55 дней) потребляет 37% от всего количества воды, расходуемой за вегетацию, а за 10 дней до выметывания и 20 дней после него - 39%. В фазе налив - полная спелость расходуется всего 24% влаги (Зиневич Л. В.).

Озимая пшеница от начала кущения до выколашивания расходует свыше 70% воды от ее общего количества, потребляемого за вегетационный период.

Сахарная свекла в условиях Кубани за время от посева до начала июля расходует от 20 до 26 м³/га воды в одни сутки. В июле - августе, когда идет формирование корня, среднесуточный расход воды достигает уже 35 – 50 м³/га. В период сахаронакопления (со второй половины августа) среднесуточный расход падает до 15 – 25 м³/га.

Особенно важно снабжение растений влагой и другими факторами жизни в так называемый критический период.

Под критическим периодом по отношению к любому фактору жизни понимают такой относительно небольшой интервал вегетационного периода, в течение которого растение испытывает наибольшую потребность в данном факторе жизни и при его недостатке резко снижает урожай. В общем у большинства растений он охватывает промежуток вегетационного периода, в течение которого заканчивается формирование репродуктивных органов, идет оплодотворение и формирование плода. Однако критический период может захватить и более значительную часть жизни растений.

В условиях Кубани довольно часто критический период по отношению к влаге совпадает с ее недостатком в почве. Это не значит, конечно, что его не может быть в снабжении растений другими факторами жизни, например, в обеспечении доступными питательными веществами. При всем большом значении других факторов в создании урожая на землях Кубани первостепенное значение придается снабжению растений водой и особенно в критические периоды.

Критические периоды по обеспечению сельскохозяйственных культур влагой в среднем наступают в следующие сроки.

Озимая пшеница, озимый ячмень - вторая половина мая - начало июня (выколашивание - налив).

Кукуруза - вторая - третья декады июня - первая - вторая декады июля (10 – 15 дней до выметывания - 20 дней после него).

Подсолнечник - вторая половина июня - начало июля (образование корзинки - налив).

Сахарная и кормовая свекла – июль - август (период интенсивного формирования корнеплодов). Указанные выше календарные сроки нужно рассматривать как приближенные. Разница в начале критического периода между прикубанскими, предгорными и северными районами может достигать 10 – 20 дней.

Недостаток влаги в критический период очень сильно сказывается на урожае. Он может снизиться в зависимости от периода и остроты засухи на половину и даже на большую часть от среднего. С другой стороны, выращивание растений в условиях слабой обеспеченности водой в первый период их развития, предшествующий критическому, почти не сказывается на урожае.

Так, в опытах Л. В. Зиневич недостаток воды, начиная от всходов до выметывания, или сильная засуха от всходов до фазы 7 – 8-го листа вызвали уменьшение вегетативной массы, не снижая урожая зерна, в тех случаях, когда в дальнейшем растение было хорошо обеспечено влагой (таблица 36).

Таблица 36 - Урожайность кукурузы при различном увлажнении почв (вегетационный опыт)

Влажность почвы по периодам в % от полной влагоемкости					Масса одного растения, г	
всходы 7 листьев	7 листьев - выметывание	выметывание – цветение початков	начало формирования початков – начало молочной спелости	молочная спелость	надземная масса	зерно
60	60	60	60	60	182,6	88,3
40	40	60	60	60	172,7	94,2
40	40	40	40	40	139,3	71,0
60	60	40	40	40	146,1	4,8

Снижение урожая вследствие недостатка воды в критический период зависит также от того, в каких условиях росло растение до этого времени. Если растение вегетировало в условиях избыточного увлажнения, тогда недостаток

влаги в критический период окажет большое влияние на снижение урожая. Происходит это в основном не только потому, что растение «не закалилось», а и потому, что в условиях избыточного увлажнения его корневая система формируется в верхних горизонтах и мало распространяется в глубину. Неглубокая корневая система хуже снабжает растения влагой. Она не сможет взять воду из более глубоких горизонтов, меньше затрагиваемых иссушением.

Состояние увлажнения почвы характеризуют разными способами. Чаще мы встречаемся с оценкой состояния смоченности почвы по ее весовой влажности, под которой понимают выраженное в процентах отношение массы воды в образце к его абсолютно сухой массе.

Иногда для характеристики водного режима приводят данные по запасам влаги. Запас влаги в почве выражают в миллиметрах водного столба.

Если рассчитывают величину запаса в данном слое почвы на одном гектаре, то принимают, что 1 мм водяного слоя даст 10 м^3 воды на 1 га.

Уровень увлажнения почвы можно выразить также в процентах объемной влажности, которую еще называют влажностью от скважности. Она показывает, какая часть почвенных пор занята водой. Влага, находящаяся в почве, неодинакова с точки зрения ее физических свойств, ее подвижности и доступности для растений.

Большое производственное значение придается знанию того предельного запаса влаги, который почва может накопить при ее смачивании на ту или иную глубину.

Представление о такой предельной влажности почвы связывается с величиной предельной полевой влагоемкости (ППВ). Ее синоним наименьшая влагоемкость (НВ) относится к тому случаю, когда грунтовые воды залегают глубоко.

Существует несколько различных определений ППВ. На наш взгляд, под этой величиной следует понимать то максимальное количество влаги, которое почва может относительно долго удерживать в корнеобитаемом слое, если исключить испарение сверху и подпитывание снизу. При этой влажности вода в основном испытывает действие менисковых сил, удерживающих ее в почве. Всасывающее давление обычно очень небольшое. Так, на обыкновенном черноземе оно не превышает 0,33 атм. При ППВ на тяжелых по механическому составу почвах влага в основном занимает поры с диаметром входного отверстия меньше 60 – 30 мк.

Методика определения ППВ изложена в книге «Агрофизические методы исследования почв», М., 1966.

В полевых условиях величина ППВ чаще всего наблюдается на глубину промачивания почвенного профиля весной после схода снега. В течение летне-осеннего периода в условиях Кубани влажность почвы, близкая к ППВ, может

сохраняться в течение короткого времени после очень сильных дождей или поливов. Глубина ее распространения обычно затрагивает только верхние слои почвы.

Рассматривая данные таблицы 37 и 38 можно заметить почти у всех почв края довольно четкую закономерность, заключающуюся в уменьшении величины ППВ с глубиной.

Таблица 37 – Весовая влажность почвы при ППВ

Ленинградский район, обыкновенный чернозем (В. И. Святко)		Краснодар, выщелоченный чернозем (И. А. Кузнецов)		Октябрьский район, сли- той чернозем (Ю. Н. Баг- ров, Е. С. Блажний)	
глубина, см	влажность, %	глубина, см	влажность, %	глубина, см	влажность, %
0 – 20	30,3	0 – 20	30,4	0 – 10	39,9
20 – 40	28,9	20 – 60	27,5	25 – 30	38,2
60 – 80	27,6	60 – 100	26,2	60 – 70	23,1
100 – 120	25,3	100 – 160	24,9	120 – 130	31,7
140 – 160	22,6	160 – 200	22,9	160 – 168	27,8
180 – 200	22,5				

Таблица 38 - Запасы влаги в мм, соответствующие величине ППВ
(по Е. С. Блажнему и И. А. Кузнецову)

Глубина, с м	Чернозем обыкновенный	Чернозем выщелоченный	Черноземы слитые
0 – 20	75	74	80
0 – 60	206	214	220
0 – 100	339	356	380 – 421
0 – 160	534	567	632 – 686
0 – 200	640	694	873

Объясняется это некоторым нарастанием уплотнения почвы с глубиной, которое уменьшает ее водоудерживающую способность. Последнее довольно хорошо заметно у почв, имеющих уплотненные слабоводопроницаемые гори-

зонты. Можно, например, указать на слитые черноземы, где ППВ слитого горизонта невелика. Зато над ним длительное время сохраняется переувлажнение почвы.

Нужно отметить, в отличие от остальных горизонтов, значительную динамичность ППВ пахотного слоя. Ее значения здесь будут меняться в зависимости от способов, сроков и глубины обработки почвы, от того, какая культура занимает поле. Так, отказ от отвальной вспашки на 20 см как средства основной подготовки почвы и замена ее лущением снижает ППВ пахотного слоя на 6 – 10 мм.

Увеличение глубины зяблевой вспашки с 20 – 22 см до 30 см увеличило ППВ на выщелоченном черноземе на 8 – 15 мм. На уменьшение величины ППВ с глубиной оказывает влияние уменьшение количества гумуса в нижних слоях почвы, который как известно, обладает большой водоудерживающей способностью.

В связи с использованием почвенной влаги растениями ее подразделяют на продуктивную и непродуктивную. Границей продуктивной и непродуктивной воды в почве принято считать влажность устойчивого завядания растений (ВЗ). Эта величина выражается в процентах весовой влажности, при которой растение в условиях нормально насыщенной водными парами атмосферы не может извлекать из почвы воду в количестве, достаточном для восстановления тургора.

По мнению большинства исследователей, при ВЗ в почве, кроме гигроскопической влаги, имеется также и некоторая часть рыхлосвязанной, пленочной воды, причем та ее часть, слою которой находятся ближе к слоям гигроскопической. Всасывающее давление при ВЗ колеблется около 15 атм (всасывающее давление - отрицательная величина, характеризующая способность почвы, ненасыщенной влагой, поглощать ее в жидкой или парообразной форме).

Почвенная влага при ВЗ в значительной мере связана сорбционными силами и практически почти не передвигается в жидком виде. Поэтому потери ее из почвы очень замедлены и идут через диффузный механизм.

В литературе, освещающей вопросы, связанные с ВЗ, имеются значительные расхождения при объяснении существа этой величины. На наш взгляд, наиболее правильно с агрономической стороны характеризует способность почвы отдавать влагу растениям точка зрения И. В. Лобанова. Он предлагает характеризовать ее двумя величинами: во-первых, величиной «критической для растений почвенной влажности» (т. е. ВЗ), при которой растение теряя тургор, еще извлекает из почвы влагу; во-вторых, величиной «мертвого запаса» влаги в почве, при котором корни растений уже совершенно не способны брать ее из почвы, так как сила их всасывающего давления не может преодолеть силу сорбции, связывающую молекулы влаги на поверхности почвенных частиц.

Некоторые исследователи принимают величину «мертвого запаса» равной максимальной гигроскопической влажности почвы.

Влажность устойчивого завядания определяют вегетационным методом и на основании зависимости между ее величиной и другими почвенными «константами» (Агрофизические методы исследования почв, М., 1966).

Для практической работы лучше использовать результаты определения влажности завядания, полученные вегетационным методом. Они более достоверно отражают понятие об этой важной величине.

В литературе имеются расхождения в оценке методов определения ВЗ. Не вдаваясь в их детальный разбор, нужно заметить, что некоторые исследователи критикуют предложенный С. И. Долговым и описанный в вышеназванной книге метод вегетационных миниатюр в основном из-за небольшого объема почвы, используемого для выращивания растений, который не позволяет получить хорошо развитую корневую систему.

Определение ВЗ на выщелоченном черноземе и на плавневых почвах Кубани, проводившееся И. А. Кузнецовым, позволило ему сделать вывод о целесообразности использования вегетационных сосудов объемом в 0,5 л при одиннадцатикратной повторности.

Некоторое представление о влажности завядания дает величина полевой остаточной влажности почвы при уборке культурных растений во второй половине лета в районах недостаточного и неустойчивого увлажнения.

Таблица 39-Влажность устойчивого завядания растений в % весовой влажности

Ленинградский район, обыкновенный чернозем (В. И. Святко)		Краснодар, выщелоченный чернозем (И. А. Кузнецов)		Октябрьский район, слитой чернозем (Ю. Н. Багров)	
глубина, см	влажность, %	глубина, см	влажность, %	глубина, см	влажность, %
0 – 20	14,4	0 – 20	15,8	0 – 10	21,3
20 – 40	15,5	20 – 40	16,1	25 – 30	22,4
60 – 80	15,2	60 – 80	16,0	60 – 70	23,4
100 – 120	14,8	100 – 120	15,4	120 – 130	22,7
140 – 160	14,7	180 – 200	15,2	160 – 168	20,1
180 – 200	14,4				

Величина ВЗ во многом определяется особенностями самой почвы и прежде всего ее механическим составом. Анализируя данные по механическо-

му составу и ВЗ, можно сделать вывод о зависимости между количеством физической глины и ила в почве и величиной ВЗ. Увеличение процентного содержания мелких и мельчайших частиц почвы ведет к значительному увеличению удельной поверхности, к возрастанию адсорбционной способности. В качестве примера можно указать на то, что пахотный слой песчаной почвы на 1 га имеет поверхность всех частиц, равную примерно 70 км². У легких суглинков она равна 2000 – 3000 км². А у тяжелых суглинков и глин достигает громадной величины - около 10000 км².

Большая сорбционная поверхность у тяжелых по механическому составу почв ведет к связыванию большого количества влаги в недоступных для растения формах, к увеличению влажности завядания. В степных районах Кубани величина ВЗ в общем увеличивается с севера на юг с утяжелением механического состава от обыкновенных и слабокислотных до слабовыщелоченных, выщелоченных и слитых черноземов.

Увеличение содержания органического вещества почвы, имеющего коллоидный характер и большую удельную поверхность, также ведет к возрастанию недоступного для растений запаса влаги в почве, увеличивает ВЗ. Однако это обычно заметно при резком различии в содержании гумуса. Последнее не типично для почв Кубани и в качестве примера можно привести высокую величину влажности завядания искусственно созданной парниковой земли. Эта почва (две части выщелоченного чернозема, смешанного с одной частью перегноя) имела влажность завядания около 19%, что значительно больше, чем у чернозема без примеси перегноя.

Только этим можно объяснить то, что рассада в парниках часто страдает от недостатка влаги при еще значительном увлажнении почвы. Парниковая земля требует более частых поливов, чем обычный кубанский чернозем.

Биологические особенности растения, определяющие его способность отнимать у почвенных частиц влагу, подверженную действию сорбционных сил, оказывают некоторое влияние на величину влажности устойчивого завядания, на величину недоступного для растений запаса влаги в почве.

Имеются данные, которые говорят об изменении ВЗ по фазам роста и развития растений при определении ее биологическим методом. Общая закономерность примерно такая. В начальные фазы развития растений (всходы - кущение) величина ВЗ будет наибольшей. В это время корни еще хорошо не развились, их всасывающая способность относительно невелика. Наименьшую величину ВЗ можно наблюдать в период максимального развития корневой системы и при наибольшей величине ее всасывающей способности. Обычно это период цветения - налив.

В опытах Л. В. Зиневич, которая изучала изменение ВЗ по фазам развития кукурузы на выщелоченном черноземе, было установлено, что глубокое завя-

дание кукурузы наступало в фазе 7 – 8-го листа при 14,5% весовой влажности. В фазе выметывания это состояние отмечалось при 13,4%, а в период налива при 12,2%. Почвенная плотность также является одним из факторов, оказывающим в известных пределах влияние на величину влажности устойчивого завядания. С увеличением плотности почвы до 2 г/см³ вся влага в почве при ППВ становится недоступной для растений. В условиях Кубани данные, подтверждающие влияние плотности почвы на ВЗ, были получены на выщелоченном черноземе Б. Н. Вербовым. Они представлены в таблице 40.

Таблица 40 - Влияние плотности сложения почвы на влажность устойчивого завядания

Плотность почвы, г/см ³	Кукуруза		Озимая пшеница	
	весовая влажность почвы, %	влажность от скважности, %	весовая влажность почвы, %	влажность от скважности, %
0,8	15,3	17,5	15,4	17,6
1,0	15,2	24,3	16,1	25,7
1,2	15,8	34,5	16,1	35,1
1,4	16,3	48,1	16,4	48,4
1,6	17,2	68,9	16,5	66,1

Из таблицы 40 видно, что с увеличением уплотнения возрастает непродуктивный объем почвенной влаги. Увеличение недоступного запаса влаги с повышением плотности можно объяснить уменьшением диаметра пустот в почве, которое затрудняет, а потом и прекращает рост корневых волосков. Кроме того, при уменьшении размера промежутков создается такое положение, когда адсорбированная вода, потерявшая свойства жидкости, перекрывает микрополости, изолируя свободную влагу от корневых волосков. Почвы, имеющие большую плотность, требуют большое количество воды для того, чтобы обеспечить нормальное развитие растений.

Следует также сказать о возможном влиянии парообразной влаги почвенного воздуха на процесс завядания растений. Доказана возможность удлинения периода вегетации растений при влажности почвы меньше ВЗ в том случае, когда через нее пропускали воздух, имеющий относительную влажность около 92%. Этим, очевидно, в какой-то мере можно объяснить существование растений в полевых условиях при влажности, равной или даже меньшей ВЗ. В данном случае они, вероятно, используют парообразную влагу, притекающую из нижних, более влажных слоев.

Как доказала М. М. Абрамова, в том случае, когда влажность почвы равна ВЗ, относительная влажность почвенного воздуха равна 100%. Значит, в естественных условиях на процесс завядания растений, задерживая его, окажет влияние влага почвенного воздуха.

Различная величина ВЗ определяет разницу в непродуктивных и продуктивных запасах влаги в почвах Кубани. Можно четко проследить закономерное уменьшение продуктивных запасов влаги по мере утяжеления механического состава от каштановых почв к слитым черноземам. Количество продуктивной воды в общем уменьшается с севера на юг края при увеличении общих запасов при ППВ. Наименьшими запасами продуктивной влаги обладают слитые черноземы, уплотненные черноземы западин, тяжелые глинистые почвы плавней, серые лесные почвы. Все они содержат до 75 – 80% физической глины и много ила.

Запас продуктивной влаги при ППВ почти во всех зонах с глубиной уменьшается. Это уменьшение невелико на относительно более легких и не имеющих резко выраженных плотных слоев разностях северных районов края. В южных районах с их тяжелыми уплотненными почвами сокращение продуктивных запасов с глубиной выражено более резко и особенно заметно, начиная с подпахотного слоя. Увеличение непродуктивного запаса влаги объясняется более резким утяжелением механического состава с глубиной на слабовыщелоченных, слитых и уплотненных черноземах, на тяжелых почвах плавней.

Повышенная плотность, которая обычно наблюдается глубже обрабатываемого слоя, на вышеназванных почвах является также одной из причин уменьшения доступности почвенной влаги для растения.

Изложенное позволяет сделать вывод о том, что, несмотря на большие весенние запасы влаги и относительно хорошую обеспеченность осадками, почвы южных районов края так же, как и северных, могут иметь плохую влагообеспеченность летом вследствие значительного непродуктивного запаса влаги.

Рассмотрим теперь такой вопрос, как доступность продуктивной влаги для растений. Вся ли она одинаково используется растениями? Какова величина оптимального увлажнения почвы?

В литературе имеется много данных, которые доказывают неодинаковую подвижность и доступность для растений почвенной влаги в интервале от ВЗ до ППВ. Все авторы указывают на то, что с увеличением количества воды в почве растет ее подвижность, а значит, и доступность для растений.

И. А. Кузнецов систематизировал данные по подвижности почвенной влаги на черноземах Кубани, подразделив продуктивную влагу в интервале от ВЗ до ППВ на слабоподвижную, которую растение усваивает со значительными энергетическими затратами, и легкоподвижную, высокопродуктивную, хорошо усвояемую (таблица 41 и 42).

Таблица 41 – Соотношение общих и продуктивных запасов влаги в почвах Кубани при ППВ, в мм (по И. А. Кузнецову)

Глубина	Каштановые (х. Сенной)			Обыкновенные (г. Ейск)			Выщелоченные (г. Краснодар)			Слитые (Гиагинский район)		
	общие	продуктивные		общие	продуктивные		общие	продуктивные		общие	продуктивные	
		мм	%		%	мм		мм	%		мм	%
0 – 20	66	40	61	75	44	59	74	34	45	60	26	42
20 – 60	120	60	50	131	57	44	140	54	39	160	32	20
60 – 100	119	61	51	133	51	38	142	54	38	160	31	19
100 – 160	168	74	44	195	69	35	211	75	36	240	44	18
0 – 160	473	225	50	534	221	41	567	217	40	620	133	21
0 – 200	-	-	-	640	262	41	694	277	40	850	270	32

Таблица 42 – Подвижность и доступность для растений почвенной влаги при ППВ (в слое 0 – 100 см)

Название почвы	Непродуктивная		Продуктивная слабоподвижная		Высокопродуктивная, легкоподвижная		Общее количество воды, мм
	мм	%	мм	%	мм	%	
Каштановые почвы	145	48	100	33	60	19	305
Обыкновенные черноземы	185	55	100	29	60	16	345
Слабовыщелоченные черноземы	190	54	100	29	60	17	350
Выщелоченные черноземы	200	56	100	28	60	16	360
Центрально предкавказские черноземы	200	50	130	33	70	17	400
Слитые черноземы	240	67	80	22	40	11	360

Как видно из таблицы 42, слабо доступных форм воды при предельных ее запасах на всех почвах в 1,5 – 2 раза больше, чем легко подвижных, хорошо доступных. Количество воды, хорошо доступной для растений, относительно невелико (19 – 11%). Небольшое количество легко подвижной воды при предельных ее запасах - особенность тяжелых почв. С утяжелением механического состава почвы и увеличением ее плотности от каштановых почв до слитых черноземов оно уменьшается, достигая у последних мизерной величины - 11% от всего запаса, то есть почти в два раза меньше, чем у более легких каштановых почв. Это является одной из причин медленного просыхания и созревания почв южной и особенно предгорной части края по сравнению с почвами северных ее районов.

За границу подвижности влаги в диапазоне от ВЗ до ППВ в настоящее время многие исследователи принимают так называемую влажность разрыва капиллярной связи (ВРК), или влажность разрыва влагопроводных пленок, или влажность замедления транспирации. Этот термин в настоящее время широко используется в литературе по водному режиму. Понятие о данной величине нужно считать условным, так как в почве нет капиллярной системы в идеальном смысле этого слова. Обычно под ВРК понимают такую влажность почвы, при которой свойство сплошности водяного тела прерывается и практически теряется волосная связь между всей массой воды.

Передвижение воды в почве в жидком виде при ВРК резко уменьшается и практически прекращается вследствие того, что она уже подвержена действию довольно значительных сил. Так, на обыкновенном черноземе при таком уровне увлажнения всасывающее давление достигает величины в 3 атм.

С возрастанием величины ВРК уменьшается количество подвижной влаги в почве, а значит, уменьшается и возможность ее испарения, но одновременно падает степень доступности воды для растений. Чем тяжелее механический состав почвы, тем больше величина ВРК. На почвах Кубани она будет возрастать от обыкновенных к выщелоченным и дальше к слитным черноземам. У очень тяжелых глинистых почв величины ВРК и ППВ будут близки и даже могут быть одинаковыми.

На почвах структурных ВРК наступает при более высокой влажности. В бесструктурных распыленных почвах в силу наличия большого объема капиллярных пустот разрыв капиллярной связи наступает при более низкой влажности, и они быстрее просыхают. Поэтому улучшение структуры почвы, уменьшающее подвижность влаги при испарении, является важнейшим средством ее сбережения.

ВРК - очень важный показатель. Она характеризует данную почву и является границей резкого, скачкообразного изменения подвижности воды. Влага в почве в этот момент остается в основном в виде пленок и менисков, подвиж-

ность которых невелика. Ниже этой величины вследствие связывания влаги сорбционными силами в несколько раз уменьшаются потери воды на испарение.

ВРК, как уже отмечалось, граница резкого изменения доступности влаги для растений, следствием которого является ухудшение их развития. Некоторые исследователи рассматривают величину ВРК как влажность замедления роста растений. Очевидно, это довольно точное ее название с точки зрения их способности использовать воду почвы. Именно при этом уровне увлажнения начинает постепенно снижаться продуктивность растений.

Определение ВРК по методу С. И. Долгова, выполненное нами на выщелоченном черноземе по зяби до предпосевной обработки, показало, что ее величина для пахотного слоя изменялась в пределах 23,3 – 25,8%. Была установлена зависимость ВРК от плотности почвы в пахотном слое. Весной на необработанной зяби при величине плотности пахотного слоя 1,08 г/см³ она составила 23,6%, а после предпосевной культивации (плотность 0,84 г/см³) - 25,5%; по следам колес трактора «Беларусь», где плотность сложения увеличивалась до 1,57 г/см³ - 19%.

В случае значительного увеличения уплотненности почвы ВРК наступает при меньшей влажности. Это значит, что большее количество воды находится в более подвижном состоянии. В условиях высокой начальной влажности это приведет к большим потерям воды.

По данным В. И. Святко, ВРК в пахотном слое на обыкновенном черноземе весной была равна в среднем 23%.

ВРК, или ее синоним - влажность замедления роста растений, можно считать нижним пределом оптимального для растений увлажнения.

Рассматривать величину оптимальной для развития растений влажности почвы нужно всего не как некоторую почвенную «константу», а как интервал увлажнения почвы, в рамках которого, даже для данной почвы, ее значения меняются в зависимости от целого ряда условий. Именно так представлял эту величину академик Д. Н. Прянишников. Кроме того, не должно быть одностороннего подхода к показателю ВРК. Уровень оптимального увлажнения следует рассматривать в связи с воздушным режимом почвы при данной влажности. Очевидно, на оптимальную для развития растений влажность нужно смотреть, как на лучшее соотношение воды и воздуха в почве. Однако такое направление не всегда имеет достаточно данных для характеристики почвы.

Оптимальная для растений влажность почвы будет различной для разных почв, так как это связано с различным непродуктивным запасом влаги в них. Значит, с увеличением непродуктивного запаса воды от обыкновенных к выщелоченным и слитым черноземам должно увеличиваться абсолютное значение величины оптимальной влажности почвы.

С утяжелением механического состава диапазон влажности, при которой создаются оптимальные условия для роста и развития растений, сужается. Наоборот, у легких типов почв он довольно широк.

На почвах очень тяжелого типа вследствие большого непродуктивного запаса влаги абсолютное значение величины оптимальной влажности должно быть очень значительным. В этой связи в них при данной влажности могут создаваться условия, когда небольшое увеличение количества воды резко ухудшает аэрацию. По мнению большого числа исследователей, работавших в различных районах страны, уменьшение количества воздуха в почве меньше чем до 15% от ее объема ведет к падению урожая. Данные, полученные на выщелоченном черноземе, позволяют предположить, что эта величина является наименьшим показателем аэрации, который можно допустить, не снижая урожая на данной почве. Надо заметить, что вопрос об оптимальном сочетании воды и воздуха на почвах Кубани мало изучен. В первую очередь этот важный показатель плодородия должен изучаться на тяжелых, иловатых почвах южных и предгорных районов края, где поддержание уровня оптимального увлажнения является очень сложной задачей вследствие большого непродуктивного запаса влаги и резкого ухудшения условий аэрации при наличии в почве достаточного количества хорошо доступной для растений почвенной влаги.

Оптимальная влажность почвы будет разной для разных растений. Это определяется их биологическими особенностями, и в первую очередь особенностями развития их корневой системы, ее мощностью и сосущей силой. Немаловажное значение имеет требование данного вида растений к воздушному режиму почвы. Воздух является антагонистом воды в почве, и оба эти фактора оказывают влияние на рост и развитие растения в диалектическом единстве.

На Кубани первой работой по определению величины оптимальной влажности почвы является работа Л. В. Отрыганьева, который изучал в условиях вегетационного опыта влияние влажности почвы на урожай подсолнечника. Наиболее высокий урожай был получен при влажности, близкой к величине ППВ, которая для данной почвы в пахотном слое в зависимости от его сложения колеблется в пределах 30 – 34% весовой влажности.

Наибольший урожай табак дал на выщелоченном черноземе при влажности около 80% от полной влагоемкости, то есть примерно при таком же уровне увлажнения, как и в опытах с подсолнечником. На относительно более легкой по механическому составу серой лесной почве оптимальная влажность для роста и развития табака имела более широкий диапазон (60 – 80% от полной влагоемкости).

Опыты А. В. Отрыганьева проводились в вегетационных сосудах, и поэтому в сравнении с полевыми условиями они имеют, очевидно, несколько за-

вышенную величину оптимальной для развития растений влажности почвы.

Объем почвы, используемой корнями в полевых условиях, значительно больше, чем в вегетационных сосудах, поэтому и нижний предел оптимальной влажности может быть уменьшен без ущерба для роста и развития растения.

Изучением влияния влажности почвы на рост и развитие кукурузы на выщелоченном черноземе занималась Л. В. Зиневич (1964, 1965). Она пришла к выводу, что лучшие условия для развития кукурузы создаются при влажности почвы в зоне размещения основной массы корней, равной 80 – 85% от ППВ. При этом отмечается неодинаковая ее величина по фазам развития кукурузы.

В опытах отдела земледелия КНИИСХ наиболее высокий урожай зерна кукурузы был получен там, где влажность не уменьшалась ниже 80% от ППВ.

Я. В. Губанов указывает, что при поддержании влажности почвы в метровом слое ниже 75% от ППВ темпы роста сахарной свеклы, возделываемой при орошении, в течение июля – августа сохранялась на уровне 4 – 5 г в сутки. При влажности, равной 65% от ППВ, они уже снижались до 2 – 3 г в сутки.

Этот же автор отмечает, что если влажность в полевых условиях поддерживается на уровне не ниже 75% ППВ, то урожай корнеплодов повышается по сравнению с естественным увлажнением в северных районах края на 167, в центральных – на 250 и в южных – на 196 ц с 1 га.

И. А. Кузнецов отмечает, что наивысший урожай на тяжелых почвах Кубани получают при влажности почвы 75 – 80% от общей скважности. Если же количество воды в почве превышает 80%, то урожай снижается, а при полном насыщении почвы он равен нулю.

При изучении водного режима в саду С. Ф. Неговелов установил, что нижний порог оптимального увлажнения на тяжелых суглинках находится в пределах 80 – 85%.

Для того чтобы получить наиболее высокую продуктивность растения, его нужно обеспечить влагой дифференцированно по периодам роста и развития. Оптимальная для растения влажность будет разной по фазам развития.

В первый период роста и развития растение требует, как оптимальную, более низкую степень увлажнения почвы. Во время формирования продуктивных органов необходим более высокий уровень оптимальной влажности почвы. Так, в период прорастания зерна озимой пшеницы сорта Безостая-1 оптимальные условия на выщелоченном черноземе создаются при весовой влажности почвы, равной 22 – 24%. Дальнейшее увеличение количества воды в почве не улучшает прорастания семян. В наших опытах на выщелоченных черноземах (влажность завядания около 16%) семена озимой пшеницы при влажности 15% не прорастали. Когда почва увлажнялась до весовой влажности 17,05%, всходы появлялись на 15-й день. Хорошо прорастали семена при влажности 19,2%. Они дали массовые всходы на 7-й день.

В почве с влажностью 21% прорастание началось на 6-й день (96,2%). Разницы во всхожести семян при увлажнении почвы в интервале 21 – 25,9% практически не было.

В опытах Г. Г. Солошенко на обыкновенном черноземе (влажность завядания 15,6%) семена озимой пшеницы сорта Краснодарская-39 начали прорастать при влажности 15,8% через 20 дней, на 8-й день начали появляться всходы на участках с влажностью 18,5%. При увлажнении, равном 19,8 и 21,8%, всходы появились на 5-й и 4-й день. Дальнейшее повышение влажности не привело к улучшению всхожести семян.

Почти для всех полевых культур установлено, что в начале их роста, когда идет дифференциация и формирование корневой системы, требуется несколько меньшая влажность почвы, чем в период формирования репродуктивных органов. Это вызвано прежде всего тем, что такой относительно высокий уровень увлажнения почвы будет способствовать быстрому росту корней в глубину. При сильном увлажнении рост корней тормозится. В условиях кубанских черноземов корни быстрее растут в глубину при весовой влажности только на 5 – 6% большей ВЗ.

Быстрый рост корней в глубину в начале развития растений - очень важное условие высокого и гарантированного урожая в условиях недостаточного увлажнения. Чем глубже идут корни в почву к моменту наступления критического периода, тем лучше сможет противостоять растение неблагоприятным условиям, используя влагу из глубоких слоев.

Л. В. Зиневич на основании исследований, проводившихся на выщелоченном черноземе, делает вывод, что оптимальной влажностью почвы в зоне размещения основной массы корней растений кукурузы до фазы 7 – 8 листьев является влажность, равная 70% от ППВ. В период до окончания налива кукуруза требует 80 – 85% от ППВ. Изучая влияние влажности почвы на урожай табака, И. П. Быковская установила, что недостаток воды в начальные фазы развития при улучшении водоснабжения в последующем не ведет к снижению урожая.

Остановимся теперь на расходе почвенной влаги и ее пополнении, то есть попытаемся дать характеристику основных составляющих водного баланса почвы. В это понятие входит совокупность всех расходных и приходных его статей за определенное время.

Водный баланс можно принять за количественное выражение водного режима почвы, который понимают как динамику распределения влаги по всему почвенному профилю, зависящую от самой почвы и от окружающей ее среды.

Каждая из составляющих водного баланса имеет разное значение. Рассмотрим начнем с расходной части баланса и прежде всего с одной из главных его статей - испарения с поверхности почвы, то есть с физического испаре-

ния.

Физическое испарение - это потеря влаги из i почвы, идущие под влиянием физических причин: температуры почвы и воздуха, скорости движения воздуха и его влажности, количества воды и физических свойств почвы. Сюда не входят потери воды через использование ее растениями. Они отнесены к биологическим потерям.

В настоящее время методы определения испарения влаги из почвы можно подразделить на прямые, которые позволяют получить данные по f испарению путем прямых измерений, и косвенные, которые дают сведения об испарении расчетным путем на основании зависимости между испарением и другими физическими показателями.

К прямым методам могут быть отнесены: режимные наблюдения за влажностью почвы, применение испарителей и лизиметров.

Методы теплового баланса, турбулентной диффузии, расчет испарения по изменениям температуры и влажности почвы (метод А. Р. Константинова) относятся к косвенным методам.

Для степных районов при глубоком залегании грунтовых вод наиболее приемлемым и простым методом определения испарения является метод режимных наблюдений за влажностью или установка испарителей с учетом осадков вблизи их размещения.

Метод Константинова может быть использован для более частых определений испарения при наличии метеорологической будки, установленной вблизи участка, для которого проводится расчет испарения.

Потери влаги в условиях Кубани довольно значительны. Они имеют тенденцию возрастать от южных районов к северным. В степной части края величина испаряемости (потери влаги с водной поверхности) за год достигает 800 мм при сумме осадков 450 – 550 мм. В Прикубанье, где количество осадков около 600 – 650 мм, испаряемость колеблется от 700 до 730 мм.

Дальше на юг, в предгорных и горных районах с количеством осадков, равным 800 – 1100 мм, она уменьшается до 650 мм. На Черноморском побережье величина испаряемости снижается до 600 мм за год.

Интенсивность физического иссушения почвы будет определяться ее влажностью и причинами, влияющими на передвижение влаги к испаряющей поверхности, физическими показателями, характеризующими испаряющую поверхность, а вернее, и весь почвенный профиль, и, наконец, суммарным притоком радиационной энергии.

Физическое испарение воды из почвы прежде всего является функцией ее влажности. Наиболее велики потери воды при полной влагоемкости. Они равны испарению с водной поверхности. Основные условия, влияющие на их величину, - это энергия солнечной радиации и приземная скорость ветра. Физические

свойства почвы не оказывают влияния на потери воды в этом случае. Увлажнение почвы, равное ее полной влагоемкости, практически не наблюдается в полевых условиях. Чаще всего самым высоким уровнем увлажнения почвы является величина предельной полевой влагоемкости, с которой мы можем встретиться в первые дни после схода снега весной, сразу после очень сильных дождей или после поливов.

Общие потери влаги при ППВ очень велики и могут достигать 8 – 10 мм в сутки, что является следствием большой влагопроводности почвы, которая определяется значительной подвижностью воды при таком увлажнении. Движение влаги идет в жидком виде и определяется в основном капиллярным механизмом. Вода притекает к горизонту испарения, который при полной влагоемкости совпадает с поверхностью почвы, а при ППВ и меньше ее - опускается в глубину пахотного слоя. Если влажность пахотного слоя равна ППВ, то горизонт испарения находится на глубине около 3 – 5 см. При этой влажности потери воды на тяжелых по механическому составу почвах ограничиваются пахотным и реже подпахотным слоями.

Основной путь уменьшения потерь воды при влажности почвы, близкой к ППВ, заключается в том, чтобы прервать капиллярный подток влаги к горизонту испарения. Это можно достигнуть взрыхлением пахотного слоя на самой его поверхности (весеннее боронование зяби, мелкие культивации).

С уменьшением влажности уменьшается и подвижность воды, а значит, и влагопроводность почвы, что является следствием усиления действия сорбционных сил. Особенно резко уменьшается испарение при ВРК, (когда водное тело прерывается вследствие разобщения капиллярной связи и усиления воздействия сорбционных сил на оставшуюся в почве влагу. Если в интервале от ППВ до ВРК действовал капиллярно-пленочный «механизм» передвижения жидкой влаги (при преобладании капиллярного), то при ВРК и меньше ее движение жидкой влаги определяется пленочным «механизмом». Скорость передвижения капиллярной воды к зоне испарения на суглинистых почвах Кубани может превышать 20 см в час.

Процесс иссушения почвенного профиля при влажности, меньшей, чем ППВ, во многом определяется физическими свойствами почвы и особенно ее механическим составом, структурностью и плотностью. Выше уже отмечалось, что с увеличением количества глины и улучшением структуры почвы возрастает величина ВРК, то есть уменьшается подвижность влаги, а значит, и ее потери через испарение.

На тяжелых бесструктурных почвах, где почти вся вода находится в связанном состоянии, ВРК может совпадать с величиной ППВ.

На Кубани условия, близкие к указанным выше, могут сложиться в оглеенных и слитых горизонтах слитых черноземов, серых лесных и тяжелых луго-

ВЫХ ПОЧВ.

Из опыта М. М. Абрамовой вытекает вывод о значительном влиянии структуры на иссушение. Так, в том случае, когда почва состояла из агрегатов 1 – 3 мм, ВРК наступала при влажности, только на 3% меньшей ППВ. Когда же изучались агрегаты 1 мм, разница между ППВ и ВРК составляла уже 7 – 8% весовой влажности. В первом случае вода могла передвигаться в жидком виде, а значит, и испариться 1/12 часть влаги от ее запаса при ППВ, а во втором уже 1/5.

Рассматривая процесс физического испарения воды в интервале ППВ – ВРК на различных почвах края, можно заметить разницу в его течении. Почвы, имеющие меньшее количество глины и ила (каштановые, обыкновенные, слабокарбонатные, легкие долинные черноземы и супесчаные аллювиальные почвы), довольно быстро, в течение нескольких дней весны, теряют свободные формы воды из пахотного слоя, а иногда и глубже. Их влажность в пахотном слое за эти несколько дней достигает ВРК, то есть они доходят до «спелого» состояния. После этого потери воды на испарение резко уменьшаются.

Иное положение наблюдается на тяжелых, содержащих много ила и глины почвах южных районов края (сильновыщелоченные и слитые черноземы, уплотненные черноземы западин, серые лесные и тяжелые луговые почвы). Вследствие большого количества глины и ила на этих почвах очень велик процент связанной воды. ВРК наступает здесь при более высокой влажности. Процесс потерь воды через физическое испарение очень замедлен. Иссушение весной иногда в течение недели и больше затрагивает слой всего в 5 – 6 см, под которым довольно долго сохраняется почва с влажностью, равной или близкой к ППВ.

Как уже отмечалось, на почвах степной части края (каштановые, обыкновенные, слабокарбонатные, слабовыщелоченные, легкие луговые) физическое иссушение в интервале ППВ – ВРК идет через притекание жидкой влаги к фронту иссушения, который вначале размещается на глубине 3 – 5 см, а затем относительно быстро спускается вниз. Жидкая влага превращается в парообразную именно на этой глубине и уходит из почвы. Скорость истечения парообразной влаги из почвы окажет влияние на темп иссушения, поскольку чем меньше будет упругость водяных паров почвенного воздуха в межагрегатном пространстве над фронтом испарения, тем большее количество молекул воды будет переходить из менисков в парообразное состояние. По мере ухода на глубину фронта испарения относительная влажность почвенного воздуха в приповерхностном слое уменьшается, что также усиливает отток пара.

Скорость ухода на глубину фронта испарения будет зависеть не только от механического состава, но и от структуры почвы. Как уже отмечалось, в почве, имеющей оптимальный размер структурных агрегатов, ВРК наступает раньше

вследствие более быстрого разобщения водного тела почвы. Поэтому на хорошо оструктуренной почве после высыхания небольшого слоя агрегатов перемещение фронта иссушения в глубину резко замедляется. В этой связи создание на поверхности почвы структурного слоя из оптимальных по величине агрегатов (1 – 3 мм) - важнейшее условие уменьшения физического испарения.

Мы уже говорили, что на тяжелых почвах южных районов края после подсыхания с поверхности 5 – 6-сантиметрового слоя (потери воды резко уменьшаются).

В дальнейшем фронт иссушения опускается вниз почти параллельно глубине образования трещин, которые на этих почвах, да и вообще на почвах, богатых глиной, играют огромную роль в процессе физического иссушения. Борьба с ними является важнейшим условием уменьшения физического иссушения почвы.

В интервале ВРК – ВЗ действует пленочный и диффузный механизм передвижения почвенной влаги. Общие потери воды при физическом испарении значительно уменьшаются. На выщелоченном черноземе они в 10 и более раз меньше потерь при ППВ. Относительно небольшие потери влаги определяются слабой подвижностью связанной сорбционными силами пленочной воды, скорость движения которой исчисляется 10 – 20 см в месяц.

В таком интервале влажности физическое испарение может охватить почвенную массу на значительную глубину, если есть условия для оттока паров. В этом случае уже нет хорошо выраженного фронта испарения. Каждый комок испаряет влагу в межагрегатное пространство, откуда она устремляется к поверхности. Возрастает роль трещин в увеличении потерь воды.

При названном выше интервале увлажнения велико влияние оптимальной плотности почвы и размера почвенных агрегатов на уменьшение процесса физического испарения.

Физическое испарение на почве, лишенной растительности, в течение периода иссушения, как правило, затрагивает только первый метр почвенного профиля. Этот вид иссушения практически действует в слое 60 см и редко до 100 см. Причем к концу периода иссушения дефицит влаги в среднем был не более 50 – 60 мм. Однако оказанное выше относится к участкам, которые обрабатывались по типу черного пара. На таких полях рыхление части пахотного слоя предотвращало образование трещин, наличие которых может привести к распространению физического испарения на большую глубину.

Последнее особенно опасно на тяжелых, уплотненных почвах южных районов края, склонных к образованию трещин на глубину свыше одного метра.

Потери влаги в интервале ВЗ – воздушно-сухое состояние почвы мизерны, так как вода в этом случае связывается уже очень большими сорбционными

ми силами. Они возможны только в поверхностных слоях почвы. Пахотный слой такое иссушение охватывает, если долго нет осадков, при его чрезмерной рыхлости, глыбистости или расчлененности большими трещинами.

На процесс физического иссушения оказывает влияние строение почвы, особенно строение пахотного слоя. Конечно, потери влаги под влиянием изменения строения менее значительны, чем в зависимости от количества воды в почве. Изучение этого вопроса имеет большое производственное значение, так как позволяет искать пути уменьшения физического иссушения. Влияние строения пахотного слоя на физическое иссушение следует рассматривать в зависимости от влажности почвы.

Выше указывалось, что это влияние не проявляется при полной влагоемкости и становится заметным при предельной полевой влагоемкости и меньше ее.

В интервале ППВ – ВРК движение почвенной влаги к фронту испарения, как об этом уже говорилось, осуществляется с помощью капиллярного механизма. Здесь большое значение имеет появление на поверхности пашни рыхлого слоя почвы, который можно создать неглубоким рыхлением. Он быстро высыхает и действует как мульчирующий. Физическое иссушение замедляется, так как капиллярный подток влаги прерывается на большей глубине, чем до рыхления, что ведет к углублению фронта испарения. Во-вторых, над фронтом испарения появляется более толстый, чем до рыхления, мульчирующий слой с высокой относительной влажностью почвенного воздуха. Это уменьшает потери влаги с менисков фронта испарения.

Роль такого сухого рыхлого слоя хорошо видна в том случае, когда при вегетационных опытах для уменьшения испарения поверхность почвы покрывают слоем песка. По нашим наблюдениям, 1,5 – 2-сантиметровый слой песка уменьшал потери влаги в 5 – 8 раз.

Общеизвестна роль весеннего боронования зяби, которое создает при высоком увлажнении почвы рыхлый, быстровысыхающий слой, значительно уменьшающий потери влаги в интервале ППВ – ВРК.

Естественно, что чем выше температура приземного слоя воздуха и прогрев почвы, тем мощнее должен быть такой слой. Его создают с помощью весеннего боронования на глубину 4 – 6 см. Такую глубину обеспечивают на зяби средней уплотненности тяжелые и средние бороны.

Нужно заметить, что борона, особенно тяжелая, хорошо выполняя задачу по разрыхлению верхнего слоя почвы при закрытии влаги или при летних работах неглыбистой почвы, вместе с тем оставляет после себя довольно неровную поверхность пашни. По нашим наблюдениям, на участке, где шлейф шел за бороной, влажность почвы в слое 3 – 6 см была на 4,2% больше, чем там, где проводилось только одно боронование. В результате этого после про-

хода шлейфа прорастало почти в два раза больше сорняков, которые уничтожались предпосевной культивацией.

Однако не везде весеннее боронование зяби выполняет стоящие перед ним задачи. Ранее уже отмечалось, что тяжелые почвы, содержащие около 70 и более процентов глины, очень медленно просыхают в начале весны. Долгое время у них в просохшем состоянии сохраняется слой 3 – 6 см, под которым почва имеет влажность, близкую к ППВ.

Наблюдения, которые проводились автором на выщелоченном черноземе, показали, что весеннее боронование зяби не оказывало влияния на иссушение пахотного слоя в первые 6 – 10 дней со времени начала полевых работ (таблица 43).

Таблица 43 - Влияние весеннего боронования зяби на влажность пахотного слоя, %, (1958 г., учхоз «Краснодарское»)

Глубина, см	Через 6 дней		Через 10 дней		Через 14 дней	
	боронование	без боронования	боронование	без боронования	боронование	без боронования
5 – 10	27,7	27,5	23,6	22,9	20,6	17,8
10 – 15	29,7	29,4	28,5	28,7	26,3	22,6
15 – 20	28,5	28,9	29,3	29,6	28,4	25,4

Разница во влажности почвы наблюдалась только с появлением трещин на менее рыхлых с поверхности неборонованных участках. Это бывает обычно через 10 дней после проведения боронования, то есть тогда, когда уже можно приступать к предпосевной культивации. Так как весеннее боронование на тяжелой глинистой почве проводится при значительном ее переувлажнении во второй половине пахотного слоя и приводит к «порче» структуры, а также к

уплотнению почвы, рекомендуется отказаться от него на тяжелых почвах предгорья, Прикубанья и в дельтово-пойменном районе. Первую обработку почвы весной нужно делать при созревании почвы на глубину ее крошения культиватором в агрегате с боронами.

Рыхлый мульчирующий слой, уменьшающий физическое испарение, можно создать также и с помощью пожнивного лушения. Следует подчеркнуть, что в условиях Кубани, когда после уборки обычно стоит сухая жаркая погода, мощность взрыхленного слоя должна обеспечить надежную защиту нижележащих горизонтов от иссушения. Совершенно неприемлемо мелкое лушение на 4 – 5 см. Оно не выполняет своей задачи. Ниже представлены результаты определения влажности почвы через 21 день после проведения лушения стерни (таблица 44).

Таблица 44 - Влияние глубины лущения стерни на влажность пахотного слоя, %

Глубина, см	Стерня без обработки	Лущение на глубину 4 – 5 см	Лущение на глубину 10 – 12 см
0 – 5	7,4	7,9	7,9
5 – 10	17,2	17,9	17,4
10 – 15	20,7	19,8	23,3
15 – 20	19,7	19,5	23,3
20 – 25	22,3	23,1	24,6

Минимальная глубина послеуборочного лущения 8 – 10 см.

Хорошие результаты дает применение катков типа ЗКК-6А после лущения, особенно когда оно проводится на большую глубину и в сухую погоду (например, лемешное лущение). С помощью катков глубокоовзрыхленный слой уплотняется, что уменьшает потери влаги из него.

Совсем другой подход к роли строения пахотного слоя как средства уменьшения физического иссушения при влажности почвы, меньшей или равной ВРК. Как уже отмечалось, основной путь потерь воды в этом случае ее испарение с агрегатов и почвенных частиц в толще почвы и диффузия паров к поверхности пашни. Вот почему приобретает особое значение состояние плотности почвы. Увеличение ее скважности, особенно некапиллярной, ведет к большим потерям влаги. Чем рыхлее почва летом, когда ее влажность обычно ниже ВРК, тем больше потери влаги через физическое испарение.

Автором проводились наблюдения за влажностью почвы при различном строении пахотного слоя. В лабораторных условиях почву, имеющую влажность 24,7% (то есть близкую к ВРК) и взятую из пахотного слоя, помещали в вегетационные сосуды. В одной серии сосудов почва была оставлена в рыхлом состоянии (общая скважность 57,6%), в другой ее уплотнили с поверхности грузом в 270 г/см², в третьей уплотненную прослойку прикрыли слоем рыхлой почвы в 5 – 6 см. Через 24 дня в сосудах послойно была определена весовая влажность (таблица 45).

Рыхлая почва при исходной влажности 24,7% потеряла наибольшее количество воды, так как вследствие высокой межагрегатной скважности здесь были наилучшие условия для диффузии паров. Сосуды, где уплотнение проведено с поверхности, потеряли несколько меньше воды - диффузия водяных паров здесь тормозилась наличием уплотненной прослойки. Меньшее испарение отмечено в третьем вегетационном сосуде. Здесь потери влаги в парообразном состоянии значительно уменьшались благодаря наличию уплотненной прослойки с рыхлым мульчирующим слоем.

Таблица 45 - Весовая влажность почвы в сосудах, %

Глубина, см	Строение		
	рыхлое	уплотненное с поверхности	рыхлое + уплотненная прослойка
5 – 10	19,6	20,3	23,6
10 – 15	19,8	21,3	24,6

Такой же опыт проведен в полевых условиях после уборки колосовых культур при влажности в пахотном слое меньше ВРК (средняя влажность в пахотном слое 23,1%). На одном из вариантов стерня была оставлена без обработки, а на втором вспаханная на глубину 20 см почва была уплотнена с поверхности тяжелым катком. На третьем варианте во вспаханной на глубину 20 см почве создали с помощью катка уплотненную прослойку, прикрытую сверху рыхлым слоем, образовавшимся после прохода борон в агрегате с катком.

Четвертый вариант - пахота на 20 см без дополнительной обработки.

Пятый вариант - лущение стерни на 8 – 10 см. Стерня, которая совсем не обрабатывалась особенно сильно теряла влагу в период появления больших трещин. Однако через 32 дня пахотный слой здесь был меньше иссушен по сравнению с вариантом, где вспашка проводилась без дополнительной обработки. На участке с такой вспашкой в пахотном слое к данному сроку не было совсем продуктивных форм влаги, а верхняя его половина имела влажность, равную максимальной гигроскопической.

Почва, не подвергавшаяся обработке, высохла меньше, чем вспаханная. Там же, где вспаханную почву уплотнили катком, потери влаги были невелики. Еще меньшими они оказались на варианте, где в хорошо крошащемся пахотном слое была заложена уплотненная прослойка.

Определение испаряющей способности психрометрической установкой А. Г. Дояренко показало, что потери воды при увлажнении почвы, равном или меньшем ВРК, на уплотненных катком участках несколько уменьшаются. Так, при влажности в слое 0 – 15 см, равной 23,3%, уплотнение почвы катком с давлением 250 г/см^2 снизило величину испарения до $596 \text{ мг/с с } 1 \text{ м}^2$. Там же, где почва оставалась рыхлой, оно составило $620 \text{ мг/с с } 1 \text{ м}^2$.

Данные научных учреждений и практика многих хозяйств края показали целесообразность применения катков при обработке почвы, имеющей влажность меньше ВРК. Особенно часто такая влажность в обрабатываемом слое наблюдается в период подготовки почвы под озимые, пожнивные и поукосные посевы.

В наших опытах на выщелоченных черноземах было установлено, что применение катков в агрегате с плугом при полупаровой обработке почвы под

озимые в годы с сухой осенью способствует лучшему сбережению влаги в посевном слое (таблица 46).

Таблица 46 - Влажность почвы на глубине заделки семян при посеве озимой пшеницы на выщелоченном черноземе учхозе «Кубань», %

Год	Прикатывание	Без прикатывание
1954	15,1	11,5
1955	16,0	14,7
1956	17,0	14,4
1957	16,0	12,5
1958	18,5	14,5
1960	18,9	16,8

В годы с сухой осенью прикатывание почвы при посеве озимых культур способствовало получению более дружных всходов, увеличивало полевую всхожесть семян. В результате урожай зерна озимой пшеницы возрос на 3–4 ц/га.

Физическое испарение при влажности почвы, меньшей ВРК, особенно сильно возрастает, когда общая скважность увеличивается больше 56 – 57%.

Всякое рыхление в сухой, жаркий период таит в себе опасность иссушения разрыхляемого слоя. Глубину рыхления можно считать вероятной глубиной возрастания физического иссушения. Особенно важно помнить об этом, проводя предпосевную и междурядную обработки, подготовку почвы под посев озимых культур.

Нередко глубина культивации полупара превышает глубину посева озимых. Это может вызвать иссушение посевного, слоя, то есть поставит появление всходов в зависимость от выпадения осадков.

Если в таких случаях нельзя избежать глубокой обработки (например, большая засоренность поля), то культивацию нужно сочетать с прикатыванием.

Следует отказаться от паровых культиваторов при уходе за полупарами. Такие орудия сильно рыхлят и оборачивают почву, а значит, иссушают ее.

Лучше использовать культиваторы с плоскорежущими рабочими органами и бороны-культиваторы.

В опытах Г. Г. Солошенко на обыкновенных черноземах северной зоны края (колхоз «Октябрь» Павловского района) применение борон-культиваторов, как и сочетание их с кольчатыми катками при уходе за полями, получившими полупаровую обработку, обеспечило сохранение на глубине заделки семян 3,3 –

3,6% весовой влажности. В годы с сухой осенью таким путем можно получить более дружные всходы озимых.

Структурный состав пахотного слоя, так же как и строение, во многом определяет физическое иссушение при влажности почвы, равной ППВ и меньше ее. Решающее значение в этом случае имеет размер агрегатов. Наблюдения, проводившиеся в лабораторных условиях при начальной влажности, близкой к ППВ, показали, что меньше влаги теряла почва, состоящая из агрегатов величиной 1 – 3 мм. Агрегаты 10 мм и 0,25 мм потеряли соответственно на 62 и 74% больше влаги. Наблюдения за влажностью почвы в поле дают много примеров большого физического иссушения почвы, состоящей из глыбистых агрегатов. В таблице 47 представлены результаты определения влажности почвы перед весенним посевом кукурузы в учхозе «Кубань» (выщелоченный чернозем). На одном участке почва обрабатывалась корпусным луцильником в агрегате с бороной. Она дополнительно не разделялась и имела повышенную глыбистость. На другом варианте после такой же обработки почва была разделена и ее глыбистость уменьшилась.

Таблица - 47 Влажность почвы до посева кукурузы, %

Глубина, см	Глыбистый участок	Разделенный участок
5 – 10	18,1	23,1
10 – 20	21,8	24,8

С увеличением глыбистости физическое иссушение почвы особенно возрастает в летний период в связи с повышением температуры и понижением относительной влажности воздуха.

Летом могут создаваться такие условия, когда глыбистый пахотный слой может иссушаться до влажности, близкой и даже меньшей ВЗ, в течение одной недели. Особенно велика вероятность его иссушения в период июль - сентябрь, когда температура почвы на ее поверхности может достигать 50 и более градусов.

Кроме физического иссушения, потери влаги из почвы возможны и биологическим путем. Биологическое иссушение - это результат потребления влаги культурными растениями. Если на июле развиваются сорняки, они могут быть также причиной значительного иссушения. Глубина иссушения растениями зависит от глубины распространения их корневой системы. Фронт биологического иссушения совпадает с глубиной проникновения корней. Какова же вероятная глубина проникновения корней культурных растений, а значит, и глубина биологического иссушения на черноземах Кубани? Глубина развития корней

для одних и тех же растений будет сильно колебаться в зависимости от увлажнения почвенного профиля. В годы с обильными осадками в период вегетации и при орошении корневая система проникает на меньшую глубину. В степных, недостаточно увлажненных районах края неглубокое проникновение корней может быть следствием неполного промачивания почвенного профиля к весне. В этом случае корни не проникают в слои, влажность которых равна или меньше ВЗ.

Физиологически сухая почва даже в том случае, когда она выражена тонкой прослойкой, - непреодолимый барьер для корневой системы растений. Препятствием для роста корней в глубину могут быть уплотненные горизонты и прослойки.

Уплотненные слои на слитых черноземах, серых лесных почвах, черноземах западин локализуют развитие корневой системы. Отдельные корни проникают в глубину только по трещинам и ходам землероев.

Во многом глубину проникновения корней определяет плодородие почвенных горизонтов, в частности, мощность гумусового слоя. Неглубокое распространение корней по этой причине можно наблюдать на серых и темно-серых лесных почвах предгорных и горных районов края, на луговых почвах поймы Кубани и других рек.

Для условий Кубани имеется не так много данных, которые позволяют судить о глубине проникновения корней культурных растений. Большинство из них получены на выщелоченном черноземе, и представленные ниже данные являются лишь приблизительными (в см):

Озимая пшеница	120 – 200
Яровая пшеница	100 – 150
Яровой ячмень	100 – 150
Кукуруза	120 – 200
Сахарная свекла	200 – 300
Подсолнечник	250 – 350
Люцерна	350 и более
Яблоня	350 и более

Длина вегетационного периода культурного растения оказывает значительное влияние на величину биологического иссушения почвы. Чем дольше вегетирует растение и чем позднее оно созревает, тем больше влаги будет ис-

пользовано, тем сильнее оно иссушит почвенный профиль.

Вследствие физического и биологического иссушения почвы к концу вегетации каждой культуры образуется недостаток влаги. Его называют дефицитом и чаще выражают в миллиметрах продуктивной влаги.

Дефицит влаги - это разница между ее запасом при ППВ и фактическим наличием воды в почве в данный момент.

Для характеристики водного режима культур - предшественников используют величину дефицита продуктивной влаги в период их уборки.

Величина дефицита меняется по годам. В годы с большим количеством осадков в период вегетации она значительно уменьшается. У глубококорневых растений дефицит во втором и третьем метрах в этих условиях уменьшается, так как в почву, избыточно увлажненную в верхних слоях, корневая система не проникает на большую глубину.

Неполное промачивание к весне (на глубину до 1 м), что нередко наблюдается в северных, приазовских, восточных и таманских районах края, может явиться причиной практически почти одинакового дефицита влаги к осени под всеми полевыми культурами.

Величина урожая оказывает влияние на осенний дефицит под данной культурой, хотя здесь и не всегда бывает четко выраженная корреляция. Агрономам хорошо известен факт получения разных урожаев при несуществующих различиях в количестве потерянной почвой воды.

Наконец, величина дефицита влаги будет зависеть от количества растений на единице площади. Ниже представлены средние значения дефицита продуктивной влаги под основными полевыми культурами для выщелоченного чернозема в районе г. Краснодара (таблица 48).

Таблица 48 - Дефицит продуктивной влаги при уборке урожая, мм

Глубина, см	Предельные запасы влаги	Продуктивные запасы влаги	Дефицит после разных предшественников						
			черный пар	занятой пар	озимая пшеница	кукуруза на зерно	сахарная свекла	подсолнечник	люцерна
0 – 100	360	164	38	90	110	135	140	140	140
100 – 200	335	134	10	30	55	85	100	100	120
200 – 300	305	95	0	5	5	5	20	30	40
0 – 300	1000	393	48	125	170	225	260	270	300

Следует подчеркнуть, что приведенные в таблице данные получены в результате многолетних наблюдений за влажностью почвы и что они очень средние.

Величина дефицита очень сильно изменяется по годам. Так, по нашим наблюдениям, дефицит запасов продуктивной влаги на выщелоченном черноземе после уборки озимой пшеницы в течение пяти лет колебался от 149 до 260 мм, после люцерны - в пределах 230 – 337, кукурузы – 152 – 270, подсолнечника – 210 – 330 -мм.

Значительные изменения по годам в запасах продуктивной влаги к уборке сельскохозяйственных культур на карбонатных черноземах отмечает В. И. Святко (таблица 49).

Таблица 49 - Дефицит запасов продуктивной влаги в слое 0 – 200 см к уборке урожая (колхоз «Родина» Ленинградского района), мм

Культура	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.
Занятой пар	115	116	122	128
Озимая пшеница	216	285	158	229
Кукуруза на зерно	202	262	211	204
Кукуруза поукосного посева	209	319	261	269
Сахарная свекла	244	264	290	312
Подсолнечник	240	271	252	299
Люцерна	-	-	286	348

Рассматривая данные таблица 49, можно отметить в общем значительно меньшие потери влаги из почвы под черным паром в сравнении с полями, занятыми сельскохозяйственными культурами, то есть мы видим преобладание биологического иссушения над физическим.

Нужно оговориться, что такие данные по запасам влаги на черном пару могут быть получены только при полном отсутствии на нем сорной растительности и при поддержании верхней части пахотного слоя в рыхлом состоянии, исключая появление трещин.

На обыкновенных черноземах северных и северо-восточных районов края на черном пару потери влаги будут несколько значительнее, чем средние значения, представленные выше.

Из всех полей севооборота, занятых растениями, наименьший дефицит к

осени наблюдается на занятом пару. В данном случае имеется в виду вино-овсяной пар, где уборка завершена в мае и пашня содержится до осени по типу черного пара. На этом поле продуктивная влага из первого метра используется не полностью. Из второго метра используется только около четвертой части всей продуктивной воды. На занятом пару к осени остается значительное количество продуктивной влаги. И что особенно важно, верхние слои почвы, в том числе и пахотный слой, при правильной обработке имеют такое количество влаги, которое гарантирует появление всходов и нормальное развитие озимых с осени.

Под озимой пшеницей в среднем влага используется из первого и второго метров. Однако в какой-то мере возможно использование влаги третьего метра, например, в том случае, когда весной и в начале лета выпадает недостаточное количество осадков, а корнеобитаемый слой промочен зимними осадками на всю глубину. Тогда корневая система может проникать и в третий метр, если его влажность больше ВЗ. Так, в 1962 г., характеризовавшемся недобором осадков в течение весны и лета, озимая пшеница, давшая высокий урожай, использовала влагу с глубины более двух метров. Аналогичное положение наблюдалось и в 1968 г.

Озимая пшеница не полностью использует продуктивную влагу первого и второго метров. В среднем к концу вегетации дефицит продуктивной влаги в первом метре составляет свыше 60% от ее запаса при ППВ. Во втором метре его величина несколько меньше и составляет около 40% от ППВ. Однако по годам колебания в запасах влаги очень велики вследствие различного биологического иссушения почвы растениями озимой пшеницы, неодинакового количества осадков в период вегетации и весеннего запаса воды по годам и по предшественникам.

Ниже представлены колебания в запасах продуктивной влаги при уборке озимой пшеницы по данным некоторых метеорологических станций Краснодарского края.

Таблица 50 - Запас продуктивной влаги после уборки озимой пшеницы, мм

Метеостанция	Годы	0 – 20 см		0 – 100 см	
		среднее	колебания	среднее	колебания
Крымск	1950 – 1957	25	2 – 46	141	55 -218
Майкоп	1946 – 1957	25	7 – 47	101	52 – 205
Славянск	1945 – 1957	26	2 – 58	99	12 – 282
Краснодар	1936 – 1957	18	0 – 43	84	45 – 140

Усть-Лабинск	1950 – 1957	23	2 – 54	98	24 – 216
Каневская	1950 – 1957	5	2 – 46	42	2 – 187
Тихорецк	1949 – 1957	17	2 – 38	83	20 – 146
Белоглинская	1950 – 1957	18	0 – 43	70	11 – 136
Кущевская	1941 – 1957	28	0 – 54	55	9 - 105

Таблица 50 подтверждает сделанные выше выводы. Из нее видны очень большие колебания запасов влаги по годам как в пахотном, так и в метровом слое почвы. Но следует еще раз подчеркнуть, что дефицит продуктивной влаги к уборке озимой пшеницы будет во многом определяться количеством весенне-летних осадков. Влияние этого фактора проявляется сильнее в равнинно-террасовом и в предгорных районах края. В степных районах и особенно в зоне обыкновенных черноземов он сказывается меньше.

Кстати сказать, потребление влаги пшеницей в годы с неполным протачиванием почвенного профиля к весне будет различным при ее размещении по разным предшественникам. Отсюда возможна разная величина дефицита продуктивной влаги к уборке пшеницы. Естественно, что эти различия будут сильнее проявляться в недостаточно увлажненных районах на обыкновенных и слабокислотных черноземах и в годы с небольшим количеством осадков в весенне-летний период.

В таблице 51 приведены данные по дефициту продуктивной влаги под озимой пшеницей при ее посеве по разным предшественникам на обыкновенных черноземах Ленинградского района (В. И. Святко).

Таблица 51 – Дефицит продуктивной влаги под озимой пшеницей во время уборки, мм

Слой, см	Предшественники			
	озимая пшеница	кукуруза на зерно	сахарная свекла	подсолнечник
1966 год				
0 – 100	95	94	107	95
100 – 200	79	78	62	79
0 – 200	174	172	169	174
1967 год				

0 – 100	97	104	95	94
100 – 200	39	56	63	63
0 – 200	136	160	158	157

Как видно из таблицы 51, разница в дефиците под озимой пшеницей по предшественникам к ее уборке была заметна в 1967 г., когда запасы влаги в корнеобитаемом слое к весне не восстановились, а осадков в апреле – июне выпало меньше среднего многолетнего их количества.

В 1966 г. дефицит к уборке пшеницы был одинаков по всем предшественникам, что можно объяснить большим весенним запасом влаги в почве и значительным количеством осадков в марте - мае (195 мм).

В общем под озимой пшеницей к ее уборке в средний по увлажнению год остаются неиспользованные растениями довольно значительные запасы продуктивной воды. Они несколько меньше в северных и северо-восточных районах края и больше в южных. Однако они сильно колеблются по годам. Колебания в запасах влаги по годам определяют, при недостаточном количестве летних осадков в степных районах края, стихийный характер урожаев пожнивных культур, высеваемых после уборки колосовых.

Глубина иссушения почвы кукурузой, убираемой на зерно, на черноземах в среднем ограничивается 1,5 – 1,8-метровым слоем. Чаще глубина иссушения не превышает 120 – 160 см. При этом из первого метра кукуруза в средний по увлажнению год использует почти всю продуктивную воду. Дефицит доступной для растений влаги в указанном слое к уборке может быть близок к ее запасам при предельной полевой влагоемкости. Влага из второго метра используется в меньшей мере, так как корневая система кукурузы часто не проникает во вторую его половину. Но все же кукуруза забирает из второго метра почти всегда около половины предельного запаса продуктивной воды.

Дефицит продуктивной влаги в почве при уборке кукурузы, выращиваемой на силос, будет меньше, чем при ее уборке на зерно. Иссушение в первом метре примерно такое, как и под озимой пшеницей. Во втором метре оно в среднем даже меньше.

Подсолнечник черноземах Кубани часто использует влагу из всей трехметровой толщи почвы. В среднем дефицит продуктивной влаги в первом метре может быть равным ее запасам при ППВ. Из второго метра продуктивная влага используется также в значительных количествах (в среднем 70 – 80%). Иссушение третьего метра резко колеблется по годам. В сухие годы подсолнечник из этого горизонта использует до 70% всей доступной влаги (таблице 52).

Таблица 52 - Запасы продуктивной влаги в слое 0 – 200 см на обыкновенном черноземе в колхозе «Родина» Ленинградского района (в среднем за 1964 – 1967 гг., В. И. Святко)

Культура	Запасы продуктивной влаги к уборке, мм
Занятой пар	174
Озимая пшеница	73
Кукуруза на зерно	75
Сахарная свекла	18
Подсолнечник	38
Люцерна	29

По нашим наблюдениям, проводившимся в 1954 – 1958 гг., запасы продуктивной влаги после уборки подсолнечника на выщелоченном черноземе колебались в пахотном слое от нуля до 32 мм; в первом метре от 18 до 99 мм; во втором метре их величина менялась в пределах 19 – 60 мм. В критический период в средний по увлажнению год подсолнечник большую половину воды берет из второго и третьего метров. Обычно основное количество влаги (65 – 82% от всей ее массы), потребляемой им за вегетационный период, расходуется до цветения. Однако в различные годы мы встречались с разным использованием влаги подсолнечником и разным ее дефицитом к уборке этой культуры. Так, Н. Т. Агаркова указывает, что в 1962 г., когда в течение вегетации выпало осадков значительно меньше нормы, подсолнечник уже к цветению взял всю продуктивную влагу с глубины до двух и легкоподвижную до трех метров. Дефицит к уборке подсолнечника был очень велик. Когда же в течение вегетации выпадало много осадков (1960), растения подсолнечника использовали влагу (причем в основном легкоподвижные ее формы) только до двух метров.

Дефицит продуктивной влаги после уборки подсолнечника в зоне обыкновенных и слабокарбонатных черноземов обычно значительно больше, чем в Прикубанье и предгорьях.

Так, по данным В. И. Святко, полученным на обыкновенных черноземах Ленинградского района в 1965 г., запасов продуктивной влаги в пахотном слое после подсолнечника не было. В слое 0 – 100 см они составляли только 23 мм, а на глубине 100 – 200 см - 38 мм. Иссущение почвы под сахарной свеклой во многом подобно ее иссущению под подсолнечником. Здесь мы также могли встретить к концу вегетации почти полное использование продуктивной влаги первого и второго метров почвенного профиля, а также значительное иссуше-

ние слоя 200 – 300 см. Глубже 300 см корни обычно не берут влагу, а если и берут, то в годы с небольшим количеством летних осадков.

Потребление воды свеклой идет очень интенсивно. В зоне обыкновенных и слабокарбонатных да и на слабовыщелоченных черноземах в средний по влагообеспеченности год свекла в период образования основной массы листьев (май – июнь) использует почти всю продуктивную влагу первого метра. В зоне выщелоченных черноземов, в Закубанье и предгорье, в средний по увлажнению год иссушение верхнего метра может заканчиваться в среднем в июле. За указанный выше период свекла использует 50 – 60% всей влаги, которая потребляется ею за вегетационный период.

Во время формирования корнеплода, начиная с июня – июля, растения используют в значительной мере влагу второго и третьего метров, которой недостаточно для формирования высокого урожая. Поэтому урожай свеклы во многом будет зависеть от осадков в июне – августе. Эта зависимость проявляется сильнее в годы с неполным восстановлением запасов влаги весной.

Люцерна использует влагу с большей глубины. Для условий выщелоченных черноземов установлено, что она способна потреблять влагу капиллярной каймы при уровне грунтовых вод около 5 м.

К концу вегетации люцерна может на 80 – 90 и более процентов использовать продуктивную влагу первого и второго метров. Влажность этих слоев достигает величин, близких к ВЗ. В степных районах края только в верхней части первого метра почвенного профиля накапливается несколько больше влаги за счет выпадения осадков.

В северной зоне края на обыкновенных черноземах в двухметровом слое после люцерны 2 – 3 года почва практически иссушается до влажности завядания.

Иссушение третьего метра также велико. К концу лета в этом слое может оставаться 20 – 30% продуктивной влаги от ее запаса при ППВ. Люцерна первого года жизни использует влагу до глубины, не превышающей двух метров. Дефицит продуктивной влаги на этом поле около 220 – 260 мм.

В тех случаях, когда люцерна распахивается после, первого укоса, дефицит к осени относительно невелик. Обычно он немного больше, чем на занятом пару, и меньше, чем после озимой пшеницы.

Возделывание пожнивных культур, которые раз мешаются по ячменю и пшенице, увеличивают общий дефицит влаги в почве к периоду влагонакопления. Конечно, это относится к тем не так частым в степной зоне случаям, когда пожнивное растение формирует достаточно высокий урожай. Дефицит после уборки поживной кукурузы колебался в пределах 220 – 280 мм в годы с хорошим ее урожаем. В годы, когда она слабо развивалась, он был близок к дефициту по зяби, поднятой по стерне колосовых.

Дефицит продуктивной влаги под плодовыми насаждениями определяется их породным составом и возрастом. Чем старше дерево, чем мощнее и глубже его корневая система, чем длиннее период до созревания плодов, тем меньше доступной для растений воды остается в корнеобитаемом слое.

Иссушение почвы плодовыми довольно значительно даже в увлажненных районах края. Так, по нашим наблюдениям, под тридцатилетним яблоневым садом дефицит в слое 0 – 200 см достигал 235 – 275 мм. Растения использовали почти всю продуктивную влагу.

По данным С. Ф. Неговелова и Г. М. Соляник, глубина иссушения в плодоносящем яблоневом саду была неодинакова под проекцией кроны и в междурядье. В ряду под кроной она превышала 3 метра, в междурядье – 160–180 см.

Сорные растения способны значительно увеличивать дефицит влаги на любом предшественнике не только в верхнем слое, но и на большую глубину.

Особенно велико иссушение почвы под кулигами глубококорневых сорняков (осот розовый, вьюнок полевой, амброзия полыннолистная). Эти растения развивают на черноземах Кубани громадную корневую систему: осот розовый до 4 – 6 м, вьюнок до 2 – 4, амброзия до 3 м. Потребление ими влаги близко к тем величинам, которые характерны для глубококорневых культурных растений.

При определении запаса влаги после озимой пшеницы в 2-метровом слое в осенний период на плотной кулиге осота розового почти не было продуктивных запасов влаги. Дефицит продуктивной влаги был равен 268 мм.

Надо думать, что высокий дефицит влаги после глубококорневых сорняков скажется на урожае не только текущего года, но и последующих лет. Причем, чем меньше вероятность полного восстановления весеннего запаса влаги, тем сильнее влияние сорняков на снижение урожая.

Сорняки, имеющие неглубокую корневую систему, тоже иссушают почву. Например, просо куриное и мышей обычно ограничивают зону иссушения 100 – 130 см. Однако его интенсивность очень велика.

Определением влажности почвы перед поздней зяблевой вспашкой на участках, где после уборки колосовых поле поддерживалось лушением в черном состоянии, и там, где оно покрылось сплошным ковром мышея и проса куриного, выявлены резкие различия в запасах влаги. На варианте с лушением дефицит продуктивной влаги в первом метре был равен 81 мм. Там же, где развивались сорняки, он составил 147 мм. Сорняки использовали почти всю продуктивную влагу первого метра. Это значит, что на засоренном участке в период влагонакопления потребуется почти на 60 мм осадков больше, чтобы увлажнить почву к весне.

Рассмотрев в общих чертах вопросы, связанные с иссушением почвы, остановимся на некоторых основных факторах восстановления запасов влаги в

ней.

В приходной части уравнения водного баланса главная роль принадлежит атмосферным осадкам. Они основной фактор в восстановлении запасов влаги, которую почва потеряла в результате биологического и физического иссушения.

Способность почвы усваивать, атмосферные осадки зачастую характеризуют коэффициентом их продуктивности. Для этого от суммы осадков за данный период вычитают величину стока и количество воды, не достигшее корнеобитаемого биологически активного слоя. Оставшаяся влага, выраженная в процентах в сумме осадков, дает представление о продуктивности осадков того или иного периода.

Биологически неактивный слой почвы, то есть верхний слой почвы, где отсутствует поглощающая корневая система растений, будет разным в разное время года. Так, например, в летние месяцы на пропашных он, как правило, простирается до глубины 10 – 15 см и даже больше, весной на колосовых культурах около 4 – 5 см. Уменьшается он также в периоды сильных дождей и при орошении. Активная корневая система в этом слое гибнет вследствие низкой влажности и высокой температуры, которая летом может достигать 50°. На поверхности почвы в верхнем слое остаются только проводящие корни. Значит, осадки, которые проникают только в этот слой и не достигают слоя с активной корневой системой, считаются непродуктивными.

Продуктивность осадков будет разной в течение года. Наиболее высокой она бывает в холодный период, или как его еще называют, в период влагонакопления. Календарно он начинается в среднем со второй половины ноября и заканчивается в первых числах апреля. В степной равнинной части края на черноземных почвах продуктивность осадков в это время очень высока (до 90 и более процентов). Меньше она в горных и предгорных районах, где довольно велик поверхностный сток.

В теплый период, который именуется периодом иссушения, продуктивность осадков резко снижается, возрастает глубина иссушенного, не имеющего активной корневой системы слоя, растет температура и уменьшается относительная влажность воздуха, что увеличивает испарение, начиная с момента выпадения осадков. Летом возможно испарение дождевых капель в момент падения или даже тогда, когда они не достигли поверхности почвы. По данным

И. А. Кузнецова, продуктивность осадков апреля - мая - 50 – 80%, июля - августа - не более 30%, сентября - октября до 50%. Конечно, это очень средние цифры. Они значительно изменяются в зависимости от интенсивности осадков, водно-физической характеристики почвы и особенно ее пахотного слоя. Многие исследователи считают непродуктивными летние осадки до 5 мм. Некоторые указывают на непродуктивность осадков 5 – 10 мм. Очевидно, правильное

было бы связывать понятие об их продуктивности с увлажнением верхних слоев почвы до выпадения осадков, с их строением и структурным составом.

Для того, чтобы влага опустилась па большую глубину, на сухой почве потребуется больше осадков, чем на влажной. Это особенно заметно на тяжелых суглинистых и глинистых почвах Кубани, влагоемкость которых очень велика. Так, чтобы смочить пахотный слой обыкновенного или выщелоченного чернозема, который иссушен до максимальной гигроскопической влажности, потребуется 63 – 68 мм воды. Если же он будет иссушен до влажности устойчивого завядания, то только 30 – 35 мм. Это следует помнить всегда и особенно в том случае, когда не предпринимаются меры по уменьшению физического иссушения на полях, где влажность в пахотном слое понизилась до влажности устойчивого завядания.

Последующие потерн воды потребуют большего количества осадков для восстановления ее запасов.

Небольшие осадки летом (меньше 5 мм) тем эффективнее, чем влажнее почва и моложе растение. Если почва суха, а корни значительно углубились, то летом осадки даже в 10 мм могут быть неэффективными для растений. Такой вывод делают многие исследователи, работавшие в степных районах СССР.

Однако вряд ли следует сбрасывать со счетов освежающее влияние этих небольших осадков и их роль в повышении относительной влажности воздуха. Кроме того, нужно учитывать также и различное их использование летом разными культурами. Исследованиями С. Ф. Неговелова, проводившимися на выщелоченном черноземе, установлено, что различные растения оказывают разнес влияние на продуктивность летних осадков. Клещевина рассеивает воду садков, частично разбрасывая ее по периферии листовой поверхности. Подсолнечник часть воды собирает у корневой шейки, а часть сбрасывает по периферии.

Наибольшей способностью собирать осадки обладает кукуруза, которая в фазе выметывания может собрать у корневой шейки до 80 – 90% всей воды, выпавшей на растение. Так, при дожде в 9 мм большая часть площади под

кукурузой осталась несмоченной, но глубина промачивания у стебля достигла 35 см. В дальнейшем там развилась масса корней. Часть почвы под подсолнечником была не смоченной при дожде в 13 мм, но у корневой шейки промачивание достигло 18 см.

Под клещевиной, наоборот, более глубокое промачивание почвы наблюдается в междурядье, дальше от стебля.

Растения, формирующие мощный и плотный травостой (многолетние травы, озимые хлеба), значительно уменьшают продуктивность летних осадков. Небольшие дожди (до 5 и даже больше миллиметров) в сухую погоду могут вообще не достигнуть почвы, испарившись на густой листовой поверхности.

Структурный состав верхних слоев почвы во многом определяет продуктивность осадков и глубину их проникновения. Мелкокомковатая почва (агрегаты 1 - 3 мм) будет меньше иссушаться. Значит, потребуется и меньше влаги, чтобы промочить ее на большую глубину. На такой почве испарение после выпадения осадков проходит менее интенсивно.

Глыбистая почва очень плохо аккумулирует влагу летних осадков. По нашим наблюдениям, на почве, глыбистость которой составляла около 70%, к непродуктивным могут быть отнесены летние осадки даже в 12 мм.

Велика роль строения пахотного слоя в повышении эффективности осадков. При несколько уплотненном строении пахотного слоя лучше фиксируются небольшие летние осадки.

Почвенная корка также оказывает влияние на процесс поступления влаги в почву, что особенно заметно при небольших и средних по количеству воды дождях. На почвах, содержащих много ила и глины и образующих толстую и очень плотную корку, она может стать серьезным препятствием в повышении продуктивности небольших осадков в период иссушения.

Смачивание почвенного профиля во многом определяется его водопроницаемостью. Это способность пропускать и впитывать влагу, измеряемая количеством воды, проникающим в почву в единицу времени. Процесс проникновения воды в почву представляет собой сложное явление и проходит в два этапа. Первый, начальный, - впитывание, второй фильтрация (начинается при полном насыщении почвы влагой).

Величина водопроницаемости определяется прежде всего величиной скважности, вернее, величиной некапиллярной скважности почвы. Наличие уплотненных слоев и прослоек значительно уменьшает поступление воды в нее.

По нашим наблюдениям, на выщелоченном черноземе резкое, почти в два раза, уменьшение водопроницаемости наблюдается при уменьшении скважности почвы до 47%. При этом снижение по земле резкое, почти в два раза, уменьшение во всем пахотном слое. Достаточно небольшой плотной прослойки, чтобы водопроницаемость резко упала.

Размер структурных агрегатов и их водопрочность оказывают существенное влияние на скорость проникновения влаги. Она резко возрастает с увеличением агрегатов и повышением их водопрочности.

Влажность почвы, на которую поступает вода, оказывает влияние на величину водопроницаемости. При небольших ее значениях последняя увеличивается. Чем больше в почве ила и глины, то есть чем больше ее влагоемкость, тем большее количество влаги впитывается в начале смачивания и тем резче падение скорости поступления воды в дальнейшем.

Водопроницаемость после насыщения почвы влагой будет определяться набуханием ее коллоидов, которое ведет к уменьшению некапиллярных пор,

разрушению структурных агрегатов, уменьшению активной части почвенных пор вследствие увеличения толщины пленок воды, подверженных влиянию сил сорбции.

Явление, когда водопроницаемость резко уменьшается после набухания тяжелого по механическому составу слитого уплотненного или оглеенного горизонта, мы наблюдаем на серых лесных, тяжелых луговых почвах и на слитых черноземах.

Впитывание постепенно уменьшается и через определенное время для каждой почвы (на выщелоченном черноземе примерно через два часа) устанавливается почти постоянная скорость фильтрации влаги вниз.

Почвы степной части края (каштановые, обыкновенные, слабокарбонатные, слабовыщелоченные, выщелоченные, долинные черноземы) имеют высокую водопроницаемость. Начальная скорость впитывания воды осадков в период иссушения здесь очень велика. В летние месяцы при большой иссушенности верхних слоев почти все почвы края способны усваивать на обработанных участках ливень в 35 – 40 мм в первый час. Особенно велика водопроницаемость почв степной зоны. Так, по данным И. А. Кузнецова, на выщелоченном черноземе скорость впитывания за первые 10 мин - 27 мм, за 30 мин - 48 мм, за 60 - 66,8 мм, за 120 мин - 83,7 мм.

Еще выше она на обыкновенных и легких долинных черноземах. А. А. Васильченко, проводивший исследования на старопахотной почве в Новокубанском районе, указывает, что впитывание влаги в течение первого часа достигало 160 мм.

Иное дело на тяжелых почвах равнинно-террасового, дельтово-пойменного и предгорного районов, на почвах степных западин. В летне-осенний период, когда эти почвы иссушены, они вначале впитывают такое же количество воды, как и почвы степной части края. Но это происходит только до тех пор, пока будет насыщен слой над уплотненным горизонтом, который есть у большинства из них (серые и светло-серые лесные почвы, слитые черноземы - слитой горизонт; черноземы западин - уплотненный горизонт, начинающийся часто сразу ниже пахотного; лугово-болотные, перегнойно-глеевые - оглеенный горизонт). После насыщения уплотненного слоя нисходящий ток воды прекращается. Дальнейшее промачивание профилей возможно в том случае, если в течение нескольких месяцев над уплотненным горизонтом будет сохраняться гравитационная влага, создающая гидростатическое давление.

Водопроницаемость почвы под разными культурами значительно отличается. Это определяется как агротехникой данной культуры, так и воздействием самого растения на почву. По нашим наблюдениям, скорость впитывания на выщелоченном черноземе в течение одного часа была такой (мм):

Люцерна 3-го года	220
Озимая пшеница	92
Кукуруза	58

Разница в скорости впитывания определилась, прежде всего, высоким качеством структуры и большой иссушенностью почвы под многолетними травами. Несколько меньшая водопроницаемость почвы под кукурузой по сравнению с озимой пшеницей, очевидно, объясняется более высокой плотностью почвы примерно со второй половины пахотного слоя. Даже на более легких и рыхлых обыкновенных черноземах данные, полученные А. А. Васильченко, подтверждают высокую водопроницаемость на полях из-под многолетних трав. Здесь скорость просачивания воды на люцерне достигала 220 мм в час, а на пропашных - только 160 мм.

Приемы основной обработки почвы, увеличивающие ее рыхлость, как и все меры, направленные на уменьшение уплотнения почвы при проведении тех или иных операций по уходу за почвой и растением, будут способствовать водопроницаемости.

Так, по нашим данным, на участках озимой пшеницы, высеянной по кукурузе, которая была обработана только поверхностно, на выщелоченном черноземе водопроницаемость была примерно наполовину меньше, чем на участках, которые были вспаханы. Можно ожидать, что на более тяжелых по механическому составу почвах равнинно-террасового, дельтово-пойменного и предгорного районов, а также на западинах приповерхностной обработке она будет еще меньше. Это увеличит процент гибели озимых от вымокания на участках, поверхностно обработанных под посев озимых культур. Увеличение глубины зяблевой вспашки, особенно на почвах с уплотнением в подпахотном слое, будет также повышать скорость впитывания влаги. По данным ВНИИМК (А. Я. Максимова, П. Н. Ярославская), зяблевая пахота под подсолнечник на глубину 30 – 32 см увеличивала водопроницаемость выщелоченного чернозема на 28%.

Глубокая зяблевая вспашка, увеличивая водопроницаемость и влагоемкость верхних слоев почвы, способствует увеличению весеннего запаса влаги.

Влияние глубокой вспашки на весенний запас проявляется в годы, когда осадки холодного периода не полностью восстанавливают влажность всего почвенного профиля.

На почвах, которые имеют более рыхлое строение пахотного слоя, не следует ожидать заметного возрастания водопроницаемости при увеличении глубины обработки (обыкновенные, слабокарбонатные, легкие долинные черноземы). Однако и на этих почвах при уплотнении верхних слоев на значительную глубину глубокая вспашка, очевидно, обеспечит резкое повышение водопроницаемости.

На почвах плавнево-дельтового и предгорных районов, которые, как это

было показано в начале пашей работы, имеют неблагоприятное строение, применение почвоуглубителей при наличии неглубокого плодородного слоя (серые, лесные, пере-гноино-глеевые, аллювиально-луговые почвы), а также глубокая пахота и указанные выше приемы на слитых черноземах и черноземах западин значительно увеличивают водопроницаемость. Это несколько уменьшит площади подтопляемых земель, снизит вред от весеннего переувлажнения.

По данным В. И. Уварова (1968), проводившего глубокое рыхление серой лесной почвы рыхлителем Р-80 в системе зяблевой обработки, этот прием значительно усиливал впитывание влаги и ее сброс по склону через внутрпочвенный сток, что явилось одной из причин уменьшения переувлажнения пахотного слоя к весне.

Осадки, являясь основным источником пополнения влаги в почве, играют решающую роль в восстановлении ее запасов. Особое значение имеет ликвидация осеннего дефицита влаги за счет осенне-зимних осадков. Однако это возможно не ежегодно, не во всех районах края и не по всем предшественникам.

Восстановление запасов почвенной влаги на всю глубину корнеобитаемого слоя, который на черноземных почвах Кубани достигает трех и более метров, оказывает громадное влияние на урожай многих культур, особенно озимых.

Работами большого числа исследователей, выполненными в степных районах Кубани, доказана важная роль осенне-зимних осадков, восстанавливающих запасы воды в почве к весне. Чтобы урожай озимой пшеницы меньше зависел от осадков, выпадающих перед наступлением критического периода, необходимо обеспечить промачивание почвы весной на всю глубину вероятного распространения корней пшеницы, то есть до 2 м. Чем меньше глубина промачивают почвы весной, тем больше зависимость урожая озимых от осадков весны и начала лета. В данном случае его величина будет определяться стихийным фактором, не регулируемым с помощью агротехники в условиях богарного земледелия.

При осенне-зимнем промачивании почвы на глубину до 2 м корневая система проникает до 180 – 200 см. Растения при отсутствии осадков используют, особенно во вторую половину критического периода, влагу второго метра, покрывая за ее счет недостаток притока воды из уже значительно иссушенного верхнего горизонта.

В этом отношении хорошим примером могут служить весна и начало лета 1968, 1979 гг., когда в степных районах края почти не было осадков. Тем не менее там, где посеы озимых развили глубокую корневую систему, способную использовать влагу второго метра, удалось получить средний и высокий урожай.

В настоящее время существуют детально разработанные методы прогноза

урожаев озимых культур. Вес они, как правило, требуют знания запаса влаги в корнеобитаемом слое весной. Для условий равнинной части Кубани средний для данной точки урожай озимой пшеницы при условии нормального числа растений и их хорошего развития к весне гарантируется глубиной восстановления ППВ до 180 см. Снизить его могут только стихийные бедствия или же действие ветров при низкой относительной влажности воздуха (около 30%) в период налива зерна.

Нужно также указать на довольно высокую прямую корреляцию между осенними осадками и урожаем озимой пшеницы. Такая зависимость наблюдалась нами при изучении условий прорастания озимой пшеницы в 1953 – 1958 гг. на выщелоченных черноземах.

Блестящий знаток пшениц России профессор А. И. Носатовский неоднократно подчеркивал большое значение своевременных, дружных и достаточно густых всходов озимой пшеницы.

Проблема получения всходов озимой пшеницы в степных, особенно северных районах Кубани стоит очень остро в связи с большим дефицитом влаги к уборке, который образуется в пахотном слое на ее предшественниках.

Имеет значение также относительно небольшое количество осадков, выпадающих в период подготовки и посева озимых при незначительной их продуктивности.

При запасах продуктивной влаги в пахотном слое меньше 5 мм всходы не появляются. Дружные всходы можно ожидать в том случае, если в пахотном слое будет около 20 мм доступной для растений влаги. Однако для характеристики возможности появления всходов следует использовать данные по увлажнению слоя 0 – 10 см, в который заделывают семена.

Если в этом слое через 8 – 12 дней после посева еще останется 5 – 6 мм влаги, можно ожидать появления всходов. Если же увлажненный до такого состояния слой будет подстилаться физиологически сухим, то при отсутствии осадков верхняя его часть быстро потеряет влагу и всходы погибнут. Правда, они могут и не погибнуть, но для этого нужно, чтобы озимь взошла в конце ноября в декабре при значительном снижении температур с преобладанием пасмурной погоды и при высокой относительной влажности воздуха.

Осенне-зимние осадки, определяющие запас доступной для растений влаги к началу весенней вегетации, оказывают значительно меньшее влияние на урожай яровых культур. Здесь в среднем практически отсутствует прямая зависимость урожая от весеннего запаса влаги. Это ничуть не умаляет роль глубины промачивания почвы к весне, как условия глубокого проникновения корневой системы. Надо заметить, что роль осенне-зимнего запаса влаги в создании урожая яровых культур возрастает при недостаточной обеспеченности растений осадками в течение вегетационного периода. Естественно, что во всей степной

зоне такая зависимость будет проявляться чаще, чем в юго-западной.

Так, по данным ВНИИМК, для недостаточно увлажненных районов края установлена зависимость между урожаем подсолнечника и весенним запасом влаги (П. А. Бузинов, Н. Т. Агаркова, 1964).

В зоне недостаточного увлажнения наличие такой связи отрицается.

При увлажнении сухой почвы, начиная с осени, можно наблюдать перемещение вниз довольно четко выраженного фронта смачивания. Влага заметно движется вниз только тогда, когда вышележащие слои будут увлажнены до ППВ. При этом между фронтом смачивания и горизонтом, где устанавливается влажность, равная ППВ, лежит слой почвы в 15 – 30 см. В нем влажность будет меньше ППВ, но не ниже ВРК.

Конечно, при наличии уплотненных прослоек процесс увлажнения тормозится. Над этими слоями при большой их плотности (общая скважность 46 – 44%) влажность почвы в процессе смачивания может достигать больших величин. Такое явление мы наблюдаем на почвах со слитым или оглееным горизонтам (слитые черноземы, серые лесные почвы предгорья края, уплотненные черноземы западин).

Велико значение трещин и ходов землероев при смачивании профиля с уплотненными горизонтами. Если они начинаются в верхних рыхлых слоях, то проводят много воды, ускоряя увлажнение всей толщи.

Скорость и глубина промачивания иссушенного почвенного профиля к весне будут определяться водопроницаемостью, дефицитом влаги к началу периода влагонакопления, количеством осадков и их продуктивностью.

Восстановление запасов воды к весне будет идти по-разному в разных зонах края и по разным предшественникам. Сравнивая средние многолетние данные по количеству осадков за период влагонакопления со средними показателями дефицита продуктивной влаги после уборки различных культур, можно получить ориентировочные сведения о вероятности и глубине восстановления запасов влаги к весне. Следует подчеркнуть, что эти выводы будут очень общими и приближенными, так как по годам значительно меняется как дефицит влаги после уборки культур, так и количество осадков.

Остро стоит вопрос о восстановлении дефицита запасов продуктивной влаги к весне в северном, приазовском, восточном районах степной зоны, а также в таманском районе прибрежно-черноморской зоны. Во всех этих районах можно полностью гарантировать ежегодное восстановление запасов влаги к весне только после черного и занятого паров и в верхнем метре после колосовых предшественников.

Однако следует заметить, что могут быть годы, когда запас воды после колосовых не восстановится и в первом метре. Но такие годы редки и чаще они будут на крайнем севере и северо-востоке края.

Запас влаги после кукурузы в указанных районах восстанавливается редко. Нет никакой гарантии полного промачивания корнеобитаемого слоя после сахарной свеклы, подсолнечника, люцерны и под плодовым садом. Восстановление запасов влаги после перечисленных культур может длиться в течение 3 – 4 и более лет даже в том случае, если после них все это время будут высеваться культуры с небольшим дефицитом. По данным А. А. Васильченко (1940), на карбонатных черноземах восстановление запаса влаги после люцерны только в двухметровом слое происходило на 3 – 4-й год.

Некоторое представление о восстановлении запасов продуктивной влаги к весне дает таблица 53.

Таблица 53 - Запас продуктивной влаги под озимой пшеницей весной в слое 0 – 200 см, мм

Предшественники	1964 г.	1965 г.	1966 г.
Занятой пар	281	286	324
Кукуруза	238	234	305
Стерня(полупар)	271	247	313
Подсолнечник	228	198	297
Свекла	237	197	292

В ней представлены запасы влаги к весне по различным предшественникам озимой пшеницы в условиях Ленинградского района на карбонатных черноземах (В. И. Святко).

В восточном районе степной зоны восстановление дефицита продуктивной влаги примерно такое же, как и в Приазовье, на Тамани и на крайнем северо-востоке края. Однако здесь в общем выпадает больше летних осадков и поэтому влияние на урожай весеннего дефицита несколько меньше.

В центральном районе степной зоны можно гарантировать полное промачивание почвы после черного и занятого паров. Почти ежегодно ликвидируете* дефицит после колосовых культур. Чаще восстанавливается запас влаги, особенно в южной части района, после кукурузы на зерно. После подсолнечника, люцерны и свеклы можно гарантировать восстановление запаса влаги в среднем на 2 – 3-й год.

Ликвидация дефицита влаги к весне в равнинно-террасовом районе юго-западной зоны после глубококорневых предшественников чаще обеспечивается в течение одного года. Реже для этого требуется 2 года (в районе Краснодара в течение 1 – 2 лет).

Однако и здесь возможно невозможность восстановления запасов влаги во втором метре почвенного профиля даже после колосовых культур, но очень редко (больше 1 – 2 раз в десятилетие). Так, в 1969 г. в районе г. Краснодара весенний дефицит продуктивной влаги достигал после колосовых культур 60 – 80 мм, после свеклы 100 – 120 мм, подсолнечника и люцерны - 130 – 150 мм.

Здесь дефицит после колосовых культур и особенно после культур, убираемых на зеленый корм, относительно меньше и часто имеется возможность использовать остатки влаги для выращивания второго урожая (пожнивные, покосные посевы). Конечно, это будет реальным при достаточной увлажненности пахотного слоя.

Для данного района характерно переувлажнение почвы к весне, подтопление больших площадей пашни по западинам, блюдцам, балкам. В дельто-во пойменном районе вопрос о восстановлении дефицита влаги к весне не стоит так остро, как в степи, в связи с тем, что здесь часто очень близки грунтовые воды.

Для предгорных районов характерно восстановление дефицита влаги и ее избыток к весне. Кстати, иссушенность почвенного профиля к уборке здесь будет меньше, чем в остальных районах, вследствие большого количества осадков летом. Это позволяет использовать оставшуюся влагу для пожнивных и покосных посевов.

Так же как и в равнинно-террасовом районе, здесь велико переувлажнение почвы к весне и ее застои по понижениям.

В прибрежно-черноморской зоне мы также встречаемся с избытком влаги к весне, но он меньше, чем в предгорных районах, из-за большого стока.

Следует особо выделить вопрос о восстановлении к весне дефицита продуктивной влаги под плодовыми насаждениями. Исследования в основном проводились в зоне выщелоченных черноземов (С. Ф. Неговелов, Г. М. Соляник). Даже в этом довольно влажном районе, где в течение периода влагонакопления выпадает больше 270 мм осадков, вероятность промачивания всей иссушенной яблоней толщи очень мала. Плодоносящий яблоневый сад переходит на непромывной водный режим.

В почве под кроной дерева на некоторой глубине создается периодически несмачиваемый, даже в районе Краснодара, мертвый горизонт, который к весне сверху и снизу ограничен влажной почвой. В междурядье за проекцией кроны преобладает промывной режим.

В степных районах края, особенно в северных, восточных, приазовских, таманских, мощность мертвого горизонта под проекцией кроны будет значительно больше, чем в Прикубанье.

Наряду с оценкой атмосферных осадков в последнее время некоторые исследователи указывают на роль рос и туманов в водном режиме почвы и в жиз-

ни растений. Роса чаще бывает на рыхлой почве, чем на уплотненной. На почве, не покрытой растительностью, образуется меньше росы. Лучшие условия для образования росы: ясная ночь, относительная влажность воздуха 70 – 75%, большой градиент между дневной и ночной температурой, скорость ветра меньше 1 – 5 м/с.

Обычно количество воды при выпадении росы не превышает 0,2 мм в сутки. Это примерно около 5% от суточного испарения. Ее вклад в водный баланс мизерный. Однако не следует сбрасывать со счета освежающее влияние рос. Под их влиянием в течение ночи и утра восстанавливается тургор у увядших за день растений, что в какой-то мере позволяет им продолжать рост.

В отличие от росы туман образуется вследствие конденсации паров не на поверхности почвы, а в приземном воздухе. Это более редкое явление, чем роса. Количество влаги, которое он может дать в приходную часть уравнения водного баланса, значительно больше и на возвышенностях может достигать 2 мм в сутки. Туман, как и роса, оказывает освежающее влияние на рост растений, уменьшивших тургор в течение дня.

Очевидно, нельзя не указать на роль рос и туманов в так называемом процессе «отпотевания» сухой глыбистой почвы после ее вспашки осенью и особенно в том случае, когда ее дневное иссушение несколько уменьшено вследствие уплотнения обработанного слоя катком.

Некоторую роль в приходной части уравнения водного баланса играет также внутрпочвенная конденсация. Конденсация паров идет сильнее при перепадах в области высоких температур. Необходимое ее условие - снижение температуры. Такая обстановка создается в осенний период, когда ночью значительно снижается температура верхнего слоя почвы, уменьшается упругость паров в нем и становится возможным обогащение пахотного слоя влагой атмосферного воздуха.

Почва, обладающая значительной межагрегатной скважностью, будет конденсировать влагу больше. При хорошей структуре этот процесс проявляется сильнее. Чем тяжелее почва, при прочих равных условиях, тем больше воды она будет конденсировать. С уменьшением влажности ее способность накапливать таким путем влагу возрастает.

Изменение плотности почвы также окажет влияние на процесс конденсации. По нашим наблюдениям, создание с помощью катка на глубине 5 – 8 см уплотненной прослойки, прикрытой сверху рыхлым слоем, привело к увеличению влажности под этим плотным экраном. Такое явление явилось, очевидно, следствием конденсации парообразной влаги почвенного воздуха.

Количество воды, поступающей в почву за счет конденсации, по данным А. Ф. Лебедева, проводившего опыты на Северном Кавказе, не превышало 40 – 50 мм в год. Некоторые исследователи указывали, что при благоприятных

условиях количество аккумулируемой таким путем влаги может достигать 2 – 5 мм за ночь. Это, конечно, немного, но она в отдельных случаях может иметь положительное значение, например, оказывает влияние на набухание семян озимых культур при влажности посевного слоя ниже ВЗ. Процессы конденсации играют некоторую роль в увлажнении глыбистого, но хорошо упакованного пахотного слоя при его подготовке под озимые культуры.

В некоторых случаях на водный режим корнеобитаемого слоя почвы, а значит, и на снабжение растения водой, могут воздействовать почвенные грунтовые воды. Практически это влияние будет ощутимым, если корни растений, до наступления критического периода достигнут капиллярной каймы, образующейся над зеркалом грунтовых вод.

Значит, влияние грунтовых вод будет определяться глубиной верхней границы капиллярной каймы и глубиной развития корневой системы растений.

Наиболее вероятно влияние грунтовых вод в дельтово-пойменном районе. Здесь в богарных условиях можно встретиться как с отрицательным их действием в случае очень близкого залегания, так и с положительным, когда они окажут влияние на развитие растений в период иссушения.

Имеются также отдельные места с близким уровнем грунтовых вод в центральном степном районе, например, в степных балках и понижениях. Встречаются места с близкими грунтовыми водами в равнинно-террасовом (Красногвардейский и Курганинский районы) и в предгорном районах. В тех случаях, когда грунтовые воды залегают на глубине около 3 м, можно рассчитывать на какое-то влияние их почти на все культуры, имея в виду, что мощность капиллярной каймы обычно около 120 – 150 см.

Когда же уровень грунтовых вод ниже 4 метров, можно говорить (при наличии проницаемого для корней почвенного профиля) о их влиянии только на глубоководные культуры, например, на люцерну, которая растет на данном участке больше года. При глубине грунтовых вод свыше 5 м даже корни подсолнечника не всегда достигнут капиллярной каймы. Последнее возможно лишь в годы с относительно небольшим количеством осадков летом при полном смачивании всего корнеобитаемого слоя к весне. При такой глубине размещения грунтовых вод почти невозможно существенное использование этой влаги и сахарной свеклой.

В большинстве районов степной части края грунтовые воды размещаются на глубине свыше 6 – 10 и более метров и поэтому их влияние на формирование урожая не проявляется.

Каковы же основные пути регулирования водного режима почв Кубани?

Важнейшим средством регулирования влажности почвы является создание с помощью приемов обработки такого строения пахотного слоя или его части, которое бы отвечало условиям данного почвенно-климатического района и

времени года, отличающихся тем или иным температурным режимом и уровнем влагообеспеченности.

Такое строение верхнего слоя почвы будет прежде всего различным для периода иссушения и периода влагонакопления

В период иссушения, когда решается задача сохранения и накопления влаги в почве, влагобережливое строение пахотного слоя создается при некоторой его уплотненности, а также при наличии уплотненной прослойки в верхней части. Рыхлый верхний слой почвы (особенно если его общая скважность больше 55 – 58%) будет быстро иссушаться, поскольку в период иссушения основным механизмом потерь влаги будет диффузный. Дело в том, что в это время влажность в верхних слоях почвы редко превышает ВРК. Потери воды из почвы, имеющей большую рыхлость, значительно больше, чем из уплотненной. В этой связи, особенно в летне-осенний период, всякое рыхление почвы без соответствующей упаковки взрыхленного слоя увеличивает испарение.

Применение катков при летне-осенней вспашке почвы под озимые, подготовке почвы под поукосные и пожнивные культуры, при проведении лущения стерни и других поверхностных обработок уменьшает потери влаги.

Вместе с тем применение катков при повышенной влажности, когда в почве будет капиллярная влага, то есть при ее влажности большей ВРК, приведет к значительным потерям воды. Оно может вызвать, особенно на тяжелых почвах юга края, усиление образования трещин, которые увеличат процесс иссушения.

С другой стороны, создание достаточно мощного рыхлого мульчирующего слоя на поверхности обеспечивает меньшее иссушение не взрыхленных нижележащих слоев почвы. Сам этот слой может полностью иссушиться до воздушно-сухого состояния, но свою защитную роль он выполнит. Рыхлый защитный слой в летнее время начинает хорошо действовать тогда, когда его глубина превышает 8 см. Такой слой создается, например, лущением стерни на глубину не менее вышеуказанной.

Культивации, как сплошные, так и междурядные, в весенне-летне-осенний период способствуют сохранению влаги ниже глубины их проведения, но увеличивают иссушение взрыхленного слоя. Разрыхленный культиватором слой теряет меньше влаги, если его уплотняют и выравнивают.

Приобретает особое значение использование в тех случаях, когда есть опасность иссушения, культиваторов с плоскорежущими рабочими органами, например, культиваторов, где рабочие органы сварены из двух лап-бритв. Заслуживают более широкого внедрения бороны-культиваторы, рыхлящие почву на небольшую глубину и мало ее оборачивающие. Конечно, использование таких орудий требует определенных условий и прежде всего повышения общей культуры поля, отсутствия многолетних сорняков, небольшого развития одно-

летних и выравненности поверхности пашни.

В связи с тем, что всякое разрыхление почвы в период иссушения ведет к увеличению потерь воды из разрыхляемого слоя, следует очень осторожно решать вопрос об увеличении глубины обработки. Однако при необходимости увеличение глубины обработки должно сопровождаться выравниванием и упаковкой разрыхленного слоя. Такая обстановка может возникнуть, например, на полупаровом поле, когда после его вспашки появятся многолетние сорняки. Придется увеличить глубину культивации полупара, хотя это и вызовет увеличение опасности иссушения посевного слоя.

Уменьшить иссушение при этом поможет тщательное выравнивание пашни и ее обработка катками

При обработке почвы под озимые культуры в степной части края, если придется выбирать, нужно отдавать предпочтение меньшей глубине обработки, как средству сбережения большего количества влаги в сухую осень ко времени сева озимых.

Особую заботу представляет борьба с трещинами. Их образование определяется влажностью и плотностью почвы. Так, на выщелоченном черноземе резкое усиление образования трещин происходит в результате уменьшения влажности до 16 – 17% при общей скважности менее 50%. Поддержание верхнего слоя почвы в состоянии достаточной рыхлости (общая скважность 52 – 55%) будет тормозить усиление трещиноватости почвы, а значит, и сократит потери влаги из нее.

Указанные выше требования к строению пахотного слоя характерны для периода иссушения во всех районах края. Конечно, в менее увлажненных районах степной зоны их выполнение будет оказывать большее влияние на водный режим почвы, чем в предгорных районах, в районах прибрежно-черноморской зоны и при орошении.

В период влагонакопления требования к строению пахотного слоя будут разными в разных частях края.

В северном, приазовском, восточном районах степной зоны, а также на Тамани нежелательно слишком рыхлое состояние пахотного слоя к периоду влагонакопления. Конечно, его рыхлость должна быть больше, чем в летне-осенний период. Это требование обосновывается тем, что здесь и зимой (которая часто бывает бесснежной) приходится заботиться об уменьшении потерь влаги на излишне рыхлой почве.

Прямо противоположная задача ставится во всех районах юго-западной зоны (равнинно-террасовом, дельтово-пойменном, предгорных, во влажных и сухих субтропиках прибрежно-черноморской зоны. Здесь строение пахотного слоя в период влагонакопления должно быть по возможности более рыхлым, так как такое строение вызовет большие потери влаги к весне, что уменьшит

переувлажнение верхних слоев почвы к началу весенних полевых работ и ускорит срок первого выезда в поле.

Основная забота земледельца в указанном районе - создать условия для увеличения иссушения почвы в течение периода влагонакопления. Решить эту задачу он может путем повышения рыхлости пахотного слоя и улучшения водопроницаемости почвы. Здесь лучшими будут более поздние сроки зяблевой вспашки, при которой сохраняется более рыхлое состояние верхних слоев почвы. Введение промежуточных зимующих культур также уменьшит избыточное увлажнение к весне.

Здесь чаще встает вопрос об осенней и зимней перепашке и рыхлении зяби не только как средстве борьбы с сорняками, но и как приеме, обеспечивающем повышение ее рыхлости, а значит, и в какой-то степени уменьшение ее переувлажнения. Всякое разумное увеличение глубины зяблевой обработки почвы в этой зоне действует в том же направлении. Однако в этом деле нужна большая осторожность на серых и светло-серых лесных, бурых, перегнойно-карбонатных и других почвах с маломощным гумусовым горизонтом.

Увеличение глубины отвальной вспашки на указанных почвах не должно привести к выворачиванию на поверхность неплодородных слоев. Припашка 2 - 3 см такого слоя должна сопровождаться внесением полного органического и минерального удобрения. Эффективно применение плугов с почвоуглубителями. В этой зоне, и в первую очередь на почвах со слитым горизонтом, расположенных на небольшом склоне, следует применять глубокое рыхление рыхлителем РН-80Б в системе зяблевой обработки, проводя его под углом к склону на глубину 70 см.

Поддержание в пахотном слое такого структурного состава, который обеспечивал бы изменения водообеспеченности в заданном направлении, - вторая важная задача по регулированию водного режима почвы.

В период иссушения во всех районах края при проведении любого агротехнического приема красной нитью должна проходить борьба за создание в пахотном слое преобладания агрегатов величиной 1 - 3 мм. Именно такие агрегаты обеспечивают наименьшие потери влаги.

Любая обработка почвы в весенне-летне-осенний период, которая ведет к увеличению глыбистой фракции, является причиной иссушения всего глыбистого слоя. Особенно важна борьба с глинистостью при проведении обработки под озимые культуры.

В период влагонакопления в степной части края (в северном, приазовском, восточном районах и на Тамани), так же как и в период иссушения, следует стремиться к некоторому уменьшению размера структурных агрегатов. При этом условии сохраняется больше влаги к началу весны. Гораздо большее значение, чем в южных, районах, здесь будет иметь качество крошения при

подъеме зяби, как одно из средств уменьшения зимних потерь воды. Конечно, оптимальная величина структурных отдельностей в это время больше, чем в течение периода иссушения.

Во всех районах юго-западной зоны задача сводится к тому, чтобы иметь в период влагонакопления возможно более крупные структурные отдельности. Это позволит уменьшить переувлажнение почвы к весне вследствие больших потерь ее на рыхлой пашне.

Более крупная по размеру структура получается при относительно поздних сроках зяблевой вспашки. До подъема зяби проводится поверхностная обработка (дисковыми орудиями, корпусными луцильниками, предварительная мелкая вспашка, обработка почвы при возделывании культур второго урожая), а затем поднимается поздняя зябь. Расчет такой - закончить пахоту до осенней распутицы.

Третья важная задача - в период иссушения во всех зонах края состояние поверхности пашни должно быть по возможности ровным. Это требование особенно важно выполнять в условиях богарного земледелия.

Одним из важных средств сбережения влаги в верхних слоях почвы весной является весеннее боронование (закрытие влаги), с помощью которого выравнивается поверхность пашни, создается рыхлый мульчирующий слой и разрушается корка. Боронование должно начинаться при созревании почвы на глубине хода зуба бороны.

Весеннее закрытие влаги более эффективно в случае, когда вместе с боронами работают шлейфы.

В юго-западной зоне на почвах с содержанием глины около 70% и более (равнинно-террасовый, дельтово-пойменный и предгорные районы) от боронования следует отказаться, так как оно не выполняет здесь стоящих перед ними задач. В названных выше районах начинать предпосевную обработку культиватором нужно при созревании почвы.

Выравнивание поверхности почвы в процессе предпосевных обработок способствует сбережению влаги в самых верхних слоях, что обеспечивает улучшение условий прорастания семян культурных растений.

Выравнивание пашни при первых предпосевных обработках под поздние яровые культуры с помощью шлейфов и даже легких катков, если почва сухая, сберегает влагу в верхних слоях и улучшает прорастание поздних яровых сорняков, которые уничтожаются предпосевной обработкой.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что при проведении всех весенних обработок почвы следует стремиться к разумному сокращению их числа. Это нужно не только для того, чтобы уменьшить уплотнение влажной почвы весной, но и для того, чтобы не шел процесс измельчения агрегатов, не возрастала опасность возникновения ветровой эрозии.

Особую заботу земледельца вызывает выравнивание почвы при между-рядной обработке пропашных. Здесь, особенно в сухую погоду, целесообразно применение всех приспособлений, обеспечивающих ровную поверхность после прохода культиваторов. И, конечно, нужно сделать все для выравнивания поверхности почвы при ее подготовке под озимые и культуры второго урожая.

Вопрос о выравнивании зяби с осени обычно возникает в районах края, где очень мала гарантия восстановления запасов влаги в почве к весне (северные, восточные, приазовские, таманские районы). Выравнивание зяби с осени с помощью катков, борон и шлейфов, кроме положительных сторон (лучшая борьба с однолетними сорняками, несколько большее накопление влаги летне-осенних осадков, подготовленная к посеву ранних культур почва), имеет и отрицательное действие. В частности, оно значительно ухудшает противозерозивные качества верхнего слоя почвы. Снос почвы в период зимне-весенних черных бурь возрастает на выровненной зяби. Последнее происходит потому, что под воздействием орудий выравнивания структурный состав верхнего слоя почвы распыляется, размер агрегатов уменьшается. В этой связи желательно получить ровную зябь, часто нужную для посева ранних культур, не приемами дополнительной обработки почвы после вспашки, а целым рядом приемов, ей предшествующих. Опыт показывает, что хорошую, ровную зябь с мало распыленной структурой верхнего слоя можно получить, проводя до основной пахоты несколько лущений стерни с высоким качеством работы или мелкую вспашку с выравниванием поверхности боронами и катками.

Если же зябь обрабатывали с осени, то эрозионную устойчивость ее можно увеличить поздней мелкой перепашкой.

Следует заметить, что на обыкновенных черноземах северных районов края рекомендуется, если применяются эффективные средства борьбы с сорняками, почвозащитная обработка под кукурузу, подсолнечник. Эта обработка, проводимая плоскорезными орудиями, позволяет получить примерно такой же урожай, как и по зяби. Она обеспечивает практически полную защиту почвы от ветровой эрозии. В сухие годы по стерневой обработке к весне накапливается несколько больше воды, чем по зяби. В такие годы на севере края можно наблюдать некоторое повышение урожая на полях, получивших указанную обработку.

Выровненная с осени зябь нежелательна во всей юго-западной зоне (равнинно-террасовый, дельтово-пойменный и предгорный районы), во влажных и сухих субтропиках прибрежно-черноморской зоны. Здесь этот прием приведет к излишнему переувлажнению почвы к весне и большому уплотнению.

Чередование культур, севооборот - еще одно важное средство улучшения водного режима в недостаточно увлажненных районах.

Чередование культур оказывает влияние на изменение водного режима

прежде всего в тех районах, где не гарантируется после всех предшественников полное восстановление запаса влаги к весне, то есть во всех районах степной зоны и на Тамани.

В севооборотах этих районов нужно стремиться размещать культуры с большим дефицитом влаги (люцерна, подсолнечник, свекла) через такое количество лет, в течение которых гарантируется восстановление запаса влаги. Для приазовского, северного, восточного, таманского районов это не менее 3 – 4 лет, для центрального степного - 2 – 3 года.

Введение занятых паров в приазовских, северных да и восточных районах не только обеспечит всходы, улучшит водный режим озимой пшеницы и гарантирует ее урожай, но скажется в неблагоприятные годы на водном режиме культур, высеваемых после озимой пшеницы. Введение занятого пара несколько ослабит напряженный водный режим в севооборотах этой зоны, насыщенных культурами с большим водным дефицитом.

В опытах кафедры земледелия Кубанского сельхозинститута (В. И. Святко), в колхозе «Родина» Ленинградского района в среднем за 1964 – 1967 гг. по занятым парам было получено зерна озимой пшеницы 35,3, по подсолнечнику - 24,5, а по свекле - 23,2 ц.

На Тамани и во всех районах степной зоны, за исключением центральной, нужно отказаться от возделывания пожнивных культур, которые в годы с неполным промачиванием почвы способствуют еще более значительному его уменьшению, а значит, и снижению урожаев глубококорневых культур следующего года (свекла, подсолнечник, люцерна).

В остальных районах края возделывание культур второго урожая не будет ухудшать водный режим вследствие большого количества осадков в период влагонакопления.

Возделывание промежуточных зимующих культур на почвах дельтового, равнинно-террасового и предгорных районов, а также в районах субтропиков на Черноморском побережье защищает почву от эрозии, дает еще много зеленой массы, уменьшает переувлажнение пахотного слоя к весне.

Введение травопольных севооборотов с возделыванием люцерны на тяжелых почвах со слитым горизонтом в равнинно-террасовом и предгорных районах улучшит их физические свойства и уменьшит переувлажнение к весне.

В районах недостаточного увлажнения важное значение имеет установление количества растений в зависимости от весеннего запаса воды.

И. А. Кузнецов и С. Ф. Неговелов рекомендуют в степных районах количество растений к уборке обеспечивать в зависимости от глубины весеннего промокания почвы:

а) при глубине промокания почвы до 100 см в степных районах - кукурузы и подсолнечника по 30 тыс. растений на 1 га;

б) при промачивании до 150 см в степных районах центральных и предгорных районах при такой глубине восстановления запасов влаги число растений кукурузы увеличивают до 40 тыс., а подсолнечника до 45 тыс. Если же почва промокнет здесь более чем на 200 см, то рекомендуется оставлять соответственно 45 и 55 тыс. растений на 1 га.

Для северных, приазовских, восточных районов степной зоны представляет особый интерес проверка этих рекомендаций, особенно изучение зависимости между числом растений озимой пшеницы и весенним запасом воды с целью определения наиболее целесообразной нагрузки на гектар при данном запасе влаги.

Заслуживает внимания также более детальное дифференцирование площадей питания плодовых культур в зависимости от районов увлажнения.

Повышение продуктивности летне-осенних осадков в период подготовки почвы под озимые культуры во всех зонах края. Такая же задача стоит перед зяблевой обработкой почвы в районах, где нет гарантии полного восстановления влаги к весне (северный, восточный, приазовский, таманский). В этих районах увеличение продуктивности летних осадков обеспечивает больший весенний запас воды.

Пути повышения продуктивности летних осадков в значительной мере освещены ранее. Это:

1. Максимальное сбережение влаги, оставшейся после уборки предшественника, так как выпадение осадков на увлажненную пашню обеспечивает повышение их фиксации. Вот почему большое значение имеют возможно более быстрые меры по обработке почвы после уборки предшественника с целью уменьшить потери влаги из почвы (лушение стерни на глубину не менее 8 – 10 см, борьба за уменьшение глыбистости при вспашке, уплотнение пахотного слоя катком).

2. Создание строения почвы, которое после уборки предшественника обеспечит максимальную глубину проникновения влаги даже небольших летне-осенних осадков и будет долго сохранять почву от иссушения. Идеально, если пахотный слой в это время будет состоять из агрегатов не более 3 мм, а общая скважность не более 55 – 54%.

Борьба с сорными растениями - одна из важных мер регулирования водного режима.

Уничтожение сорняков во все периоды года имеет важнейшее значение как средство уменьшения водного дефицита к периоду влагонакопления и как средство улучшения снабжения растений влагой в период вегетации. Уничтожение многолетних глубококорневых сорняков должно стать особой заботой земледельца.

И, наконец, важнейшим средством улучшения снабжения растений водой

является максимальное увеличение глубины развития их корневой системы к критическому периоду. Выше уже указывалось на условия более глубокого проникновения корней (глубокое промачивание почвенного профиля при отсутствии его переувлажнения, ликвидация плотных прослоек, фосфорное удобрение в начале развития).

Проникновение корней на большую глубину позволит лучше обеспечить растение влагой в критический период за счет ее использования из более глубоких горизонтов.

Дальнейшее совершенствование системы земледелия на Кубани, особенно системы обработки почвы, невозможно без заранее спланированных, широко поставленных агрофизических исследований. Необходимо подчеркнуть важность такой работы на тяжелых по механическому составу почвах края, к которым относятся основные почвенные разности. Изучение водно-физических свойств почвы подводит прочную теоретическую базу под творческое, дифференцированное решение основных вопросов кубанского земледелия.

Растениеводство нашего края достигло значительных успехов, и дальнейшее серьезное повышение урожайности сельскохозяйственных культур невозможно без углубления исследовательской работы в этом направлении. На наш взгляд, вот наиболее важные пути, по которым следует развивать изучение вопросов физики почв края:

1. Продолжить исследование главных характеристик основных почв края, сосредоточив главное внимание на показателях, имеющих прикладное агрономическое значение (наименьшая влагоемкость корнеобитаемого слоя, влажность устойчивого завядания растений, влажность разрыва капиллярной связи, общая и капиллярная пористость, агрегатный состав, его водопрочность и связность).

2. Изучение всех агротехнических приемов, оказывающих влияние на изменение физических условий в почве, обязательно сопровождать необходимым минимумом наблюдений за динамикой водно-физических показателей. Прежде всего это должны быть наблюдения за изменением показателей строения пахотного и подпахотного слоев. Причем нужно наблюдать не только за общей пористостью, а и за ее видами, а также за показателями аэрации.

Особое внимание нужно уделять изучению динамики уровня влагообеспеченности в корнеобитаемом слое. При этом следует тщательно оценивать обеспеченность водой в критические периоды роста растений.

Оценка агрегатного состава должна также вестись в динамике в пахотном и подпахотном слоях. Нужно оценивать соотношение разных по величине агрегатов, их водопрочность и связность.

3. Следует найти оптимальные значения физических характеристик пахотного слоя, к поддержанию которых надо стремиться для получения высоких

и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Все эти данные должны быть дифференцированы по основным почвенным разностям, основным культурам, а в дальнейшем и по фазам их роста. Выполнение такой работы позволит установить оптимальные физические параметры пахотного слоя, что важно для дальнейшего развития творческого дифференцированного подхода к использованию приемов возделывания сельскохозяйственных культур. Ибо всякая, даже очень хорошая, заранее разработанная и спланированная агротехника их возделывания лишь предварительная наметка того, что придется делать на земле, сообразуя свои действия с меняющейся обстановкой на поле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаркова Н. Т. Влияние предшественников на водный и пищевой режим подсолнечника / Н. Т. Агаркова // Сборник работ по масличным и эфирно-масличным культурам ВНИИМК. – Краснодар, 1966. – Вып. 1.
2. Багров Ю. Н. Особенности обработки слитых черноземов при возделывании сахарной свеклы / Ю. Н. Багров, А. А. Гортлевский // Тр./ КСХИ. – Краснодар, 1964. – Вып. 8 (36).
3. Блажний Е. С. Почвы равнинной и предгорно-степной части Краснодарского края / Е. С. Блажний // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1958. – Вып. 4.
4. Блажний Е. С. О физических свойствах слитых черноземов / Е. С. Блажний, Ю. Н. Багров // Почвоведение. – 1961. – № 12.
5. Блажний Е. С. К характеристике водного режима выщелоченных черноземов Кубани / Е. С. Блажний // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1974. – Вып. 81 (09).
6. Блажний Е. С. Почвы свеклосеющих районов Краснодарского края / Е. С. Блажний // Тр. / КСХИ». – Краснодар, 1964. – Вып. 8 (36).
7. Блажний Е. С. Водно-физические свойства и динамика влажности серых лесостепных почв Предгорий Кубани / Е. С. Блажний, А. А. Ткачев // Тр./ КСХИ. – Краснодар, 1976. – Вып. 117 (145).
8. Богомолов П. Я. Влияние плоскорезной обработки почвы под подсолнечник на структуру обыкновенного чернозема: бюллетень научно-технической информации ВНИИ масличных культур / П. Я. Богомолов, П. Н. Ярославская. – Краснодар, 1975. – Вып. 2.
9. Бридько Ю. И. Структурный состав и водопрочность бурых лесных почв Краснодарского края / Ю. И. Бридько // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1970. – Вып. 20.
10. Вербов Б. Н. Влияние плотности почвы на рост и развитие некоторых с.-х. культур на выщелоченных черноземах / Б. Н. Вербов // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1968. – Вып. 17.
11. Володарский Н. И. Водопотребление и некоторые вопросы агротехники кукурузы при орошении / Н. И. Володарский, Л. В. Зиневич // Орошение с.-х. культур на Кубани. – Краснодар, 1965.
12. Губанов Я. В. Влияние условий водообеспеченности на водопотребление и урожай озимой пшеницы в северной зоне Краснодарского края / Я. В. Губанов, Г. Е. Коновалов // Тр. / КСХИ. - Краснодар, 1968. - Вып. 17 (45).
13. Губанов Я. В. Формирование урожая сахарной свеклы в Краснодарском крае в зависимости от условий выращивания / Я. В. Губанов // Краснодар, 1975.
14. Добродомов Н. В. Плотность сложения почв и урожай кукурузы / Н. В. Добродомов // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1978. – Вып. 157.

15. Заколюдяжная Г. В. Минимализация предпосевных и междурядных обработок почвы и водно-физические свойства обыкновенных черноземов / Г. В. Заколюдяжная // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1978. – Вып. 157 (185).
16. Занин И. В. Физические свойства бурых и горно-лесных почв Адыгеи / И. В. Занин // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1976. – Вып. 117 (145).
17. Зиневич Л. В. Влагообеспеченность, водопотребление и режим орошения кукурузы / Л. В. Зиневич // Кукуруза. – Краснодар, 1964.
18. Казанкова В. И. Воздействие удобрений и севооборотов на физические свойства почвы / В. И. Казанкова, С. Ф. Неговелов // Тр. / КНИИСХ. – Краснодар, 1975. – Вып. 8.
19. Казанкова В. И. Влияние полевых севооборотов и системы удобрений в них на элементы плодородия почвы под озимой пшеницей / В. И. Казанкова, С. Ф. Неговелов, П. В. Дрогалин // Тр. / КНИИСХ. – Краснодар, 1975. – Вып. 8.
20. Куколев И. И. Способы и глубина вспашки в системе зяблевой обработки почвы / И. И. Куколев, А. Я. Максимова, П. И. Ярославская // Краткий отчет о научно-исследовательской работе ВНИИ масличных культур за 1956 год. – Краснодар, 1958.
21. Кузнецов И. А. Пути регулирования водного режима почв Краснодарского края / И. А. Кузнецов // Тр. / КСХИ, 1958. – Вып. 4.
22. Кузнецов И. А. Роль катка в системе обработки почв под озимые: бюллетень научно-технического общества / И. А. Кузнецов, Б. И. Тарасенко. – Краснодар, 1958. – № 3.
23. Лебедик И. А. Роль рыхления почвы при уходе за посевами / И. А. Лебедик, И. Г. Коржов. – Кукуруза, 1976. – № 6.
24. Леплявченко Л. П. Влияние полевых севооборотов и системы удобрений на некоторые элементы плодородия выщелоченных черноземов / Л. П. Леплявченко, В. И. Казанкова // Тр./ КНИИСХ. – Краснодар, 1975. – Вып. 8.
25. Листопад Г. Е. Деформация почвы рабочими органами почвообрабатывающих орудий: доклады ВАСХНИЛ / Г. Е. Листопад, Ф. М. Канарев. – Краснодар, 1973. – № 10.
26. Максимова А. Я. Изменение некоторых физических свойств чернозема под влиянием глубокой вспашки: бюллетень научно-технической информации по масличным культурам ВНИИМК / А. Я. Максимова, П. П. Ярославская. – Краснодар, 1967.
27. Неговелов С. Ф. Особенности водоснабжения и питания кукурузы / С. Ф. Неговелов // Тр./ КСХИ. – Краснодар, 1956. – Вып. 2.
28. Неговелов С. Ф. Микродинамика влажности почв под подсолнечником / С. Ф. Неговелов // Учен. зап. Краснодарского пединститута (естественно-географический факультет). – Краснодар, 1957. – Вып. 19.

29. Неговелов С. Ф. Режим влажности почвы яблоневого сада в условиях степной зоны предкавказских черноземов / С. Ф. Неговелов, Г. М. Соляник // Сельское хозяйство Северного Кавказа, 1961. – № 2.
30. Огиенко В. Д. Влияние орошения на структуру выщелоченных черноземов / В. Д. Огиенко // Вопросы биологии культурных растений и сельскохозяйственных животных. – Краснодар, 1968.
31. Пакудин З. А. Результаты опытов по обработке почвы под озимую пшеницу / З. А. Пакудин // Тр./ КНИИСХ. – Краснодар, 1966. – Вып. 1.
32. Редькин Е. Е. Агрофизические свойства почв северо-западной части предгорий Краснодарского края и пригодность их под плодовые насаждения / Е. Е. Редькин, Е. В. Тонконоженко // Тр. / КСХИ. - Краснодар, 1982. – Вып. 7.
33. Редькин Н. Е. Агрехимические особенности и водно-физические свойства черноземов Кубани / Н. Е. Редькин // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1968. – Вып. 19 (47).
34. Святко В. И. Урожай озимой пшеницы в зависимости от предшественников / В. И. Святко // Зерновые и масличные культуры. – 1968. – № 1.
35. Семихненко П. Г. Особенности движения воды в выщелоченном мощном черноземе / П. Г. Семихненко, В. И. Кондратьев // Почвоведение. – 1972. – № 6.
36. Семихненко П. Г. Влияние основной обработки на структуру и сложение пахотного слоя выщелоченного чернозема / П. Г. Семихненко, П. Н. Ярославская. – Почвоведение. – 1977. – № 8.
37. Сиротенко Н. Н. Влияние плотности и влажности почвы на рост озимой пшеницы в начальный период вегетации / Н. Н. Сиротенко // Тр./ КСХИ. – Краснодар, 1976. – Вып. 128 (156).
38. Сиротенко Н. Н. Влияние плотности на влажность завядания слитого чернозема / Н. Н. Сиротенко // Тр./ КСХИ. – Краснодар, 1978. – Вып. 157.
39. Солошенко Г. Г. Влияние влажности и агрегатного состава обыкновенных черноземов Краснодарского края на прорастание семян озимой пшеницы / Г. Г. Солошенко // Тр./ КСХИ. – Краснодар, 1978. – Вып. 157.
40. Тарасенко Б. И. Устойчивость против механического разрушения агрегатов западнопредкавказских черноземов / Б. И. Тарасенко // Почвоведение. - 1960. - № 10.
41. Тарасенко Б. И. О влагобережливом строении пахотного слоя / Б. И. Тарасенко // Тр./ КСХИ. – Краснодар, 1964. – Вып. 9 (37).
42. Тарасенко Б. И. О весеннем бороновании зяби / Б. И. Тарасенко // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1964. – Вып. 8.
43. Тарасенко Б. И. О возможности сокращения числа обработок на почвах юга Кубани / Б. И. Тарасенко, Б. Н. Вербов, А. П. Царичанский // Теоретические вопросы обработки почвы. – Ленинград, 1972. – Вып. 3.

44. Тарасенко Б. И. Испытание на дефляцию / Б. И. Тарасенко [и др.] // Сельские зори. – 1975. – № 10.
45. Тарасенко Б. И. Влияние плотности сложения пахотного слоя черноземов Кубани на урожайность сельхозкультур / Б. И. Тарасенко [и др.] // Почвоведение. – 1979. – № 8.
46. Уваров В. И. Повышение плодородия почв со слитым горизонтом / В. И. Уваров // Земледелие. – 1967. – № 10.
47. Уваров В. И. Изменение физических свойств слитых почв Краснодарского края / В. И. Уваров // Почвоведение. – 1972. – № 10.
48. Царичанский А. П. Взаимосвязь густоты стояния растений подсолнечника и запасов почвенной влаги / А. П. Царичанский // Тр. / КСХИ. – Краснодар, 1975. – Вып. 113.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
Строение почвы и ее плодородие	7
Структура почвы Кубани в связи с их сельскохозяйственным использованием	41
Некоторые особенности водного режима почв Кубани	68
Литература	125

Научное издание

Тарасенко Борис Иванович

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ КУБАНИ

Монография

В авторской редакции.

Дизайн обложки – Н. П. Лиханская

Подписано в печать _____. Формат 60 × 84¹/₈.

Усл. печ. л. – 15,1. Уч.-изд. л. – 8,7.

Тираж 150 экз. Заказ № ____

Типография Кубанского государственного
аграрного университета.

350044, г. Краснодар, ул. Калинин, 13