

Курсовая работа по почвоведению на тему: «Почвенно-экологические условия  
выращивания картофеля на территории Красноярского края»

*Содержание*

ВВЕДЕНИЕ .....	2
Природные условия почвообразования.....	4
Климат .....	4
Рельеф.....	11
Растительность.....	15
ЧЕРНОЗЕМЫ.....	17
ЧЕРНОЗЕМЫ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЕ.....	18
Механический и агрегатный составы.....	20
Сложение и водопроницаемость.....	22
Константы почвенной влаги.....	24
Водно-температурный режим .....	25
ЧЕРНОЗЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫЕ.....	33
Агрофизические свойства.....	34
Агрохимические свойства .....	36
ЧЕРНОЗЕМЫ ОПОДЗОЛЕННЫЕ .....	36
Агрофизические свойства.....	37
АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ.....	38
Выбор почв под картофель.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	40

## ВВЕДЕНИЕ

В Красноярском крае интенсивно развивается промышленность и быстро растет население, что обуславливает большую потребность в продуктах сельского хозяйства. Успешное решение этой задачи требует дальнейшего повышения урожайности сельскохозяйственных культур и освоения целинных земель.

Существующие системы земледелия в Красноярском крае основываются лишь на некотором учете общих почвенно-климатических условий природных зон. Но так как каждая зона включает несколько типов почв с различными агрономическими свойствами, это нередко ведет к шаблонному и малоэффективному применению агротехнических приемов.

Одной из причин такого положения является слабая изученность почв края и, в частности, его центральной части. В настоящее время имеются лишь некоторые материалы по агрохимическим свойствам почв края и несколько более полные данные по Минусинской впадине, где в послевоенные годы проведены почвенно-географические исследования Н. Д. Градобоевым (1954) и С. А. Коляго (1954).

В Красноярском крае при разработке агротехнических мероприятий выступает на первый план учет агрофизических свойств почв и их водно-теплового режима, так как удобрения здесь используются на небольших площадях и в ничтожно малых количествах. При обобщении же материалов по изучению почв Сибири К. П. Горшенин особо указывает на «недостаточность данных для характеристики почв в отношении их физических свойств, водного режима, структуры, особенно динамики этих свойств» (1955, стр. 5).

Специфические природные условия Сибири, в частности климат почвы, не позволяют полностью использовать результаты почвенных исследований и агротехнический опыт, накопленные в других районах России на одноименных типах почв.

Непосредственным разделом наших исследований было детальное стационарное изучение агрономических свойств почв, в основном их водно-теплового режима и физических свойств в Красноярском округе, расположенном в центральной части островных лесостепей Красноярского края. Результаты проводимых исследований могут быть в значительной мере применены к почвам прилегающего с запада Ачипско-Боготальского и с востока — Капского округов. В некоторой степени рассматриваемые папп общие закономерности можно относить к одноименным почвам и другим районов Средней Сибири.

В соответствии с общесоюзным природным районированием (Иванова, Летунов, Розов, Фридланд и Шувалов, 1958) и схемой природных районов, предложенной Красноярской комплексной экспедицией СОПС (Брицина, Галахов, Ерохина и Лиханов, 1960), Красноярский округ включает Красноярскую лесостепь и примыкающую к ней на западе и севере полосу травянистых мелколиственных лесов.

Почвенный покров Красноярского округа до последнего времени был изучен крайне слабо. Первые маршрутные исследования были проведены Переселенческим управлением (Благовещенский, 1912), они позволили дать первую схему встречающихся почв. Уже тогда отмечалось довольно высокое потенциальное плодородие почв.

В 1932—1938 гг., в связи с организацией крупных совхозов (Мипдер-динского и др.), на некоторых участках черноземов и серых лесных почв изучались агрохимические свойства. Даже небольшое количество анализов пахотных и подпахотных горизонтов позволило все же выявить сравнительно большие запасы питательных веществ в этих почвах и в частности, высокое содержание гумуса. Эти материалы были использованы в. Ф. Петровым [1940, 1947] при краткой характеристике почв Красноярской лесостепи.

Начиная с 1940 по 1949 г. И. Д. Градобоевым, А. М. Ворониной и другими почвоведомы выполнено почвенное картирование Советского Сухобузимского, Емельяиовского,

Казачинского и других госсортоучастков. Картирование сопровождалось агрохимическими исследованиями под методическим руководством К. П. Горшенина. В дальнейшем часть этих материалов вошла в его сводную работу «Почвы южной части Сибири» (1955). В 1942—1945 гг. С. А.

Красноярский округ находится на границе с высоким Средне-Сибирским плоскогорьем с вечномерзлыми почвами и заболоченной Западно-Сибирской низменностью с длительным сезонным промерзанием почв. Поэтому естественно, что почвы этого района имеют черты почв Восточной и Западной Сибири.

Почвенный покров рассматриваемого округа включает несколько типов почв; от обыкновенных черноземов и солонцов до дерново-подзолистых и болотно-торфянистых почв. Их распределение по территории определяется сменой биоклиматических условий с севера на юг. Горные системы, окаймляющие район с трех сторон (за исключением северной части), определяют также существование концентрической почвенной зональности.

Основными старопашотными почвами Красноярского округа являются выщелоченные черноземы в лесостепи и серые лесные почвы в зоне травяных лесов. Основным же фондом дальнейшего освоения являются серые лесные почвы, из них преимущественно темно-серые лесные почвы как наиболее плодородные.

В нашей работе рассматриваются агрономические свойства только господствующих длительно-сезонномерзлотных почв: 1) черноземов (выщелоченных обыкновенных, оподзоленных); 2) серых лесных почв (темно-серых и серых); 3) дерново-подзолистых (слабо- и среднеподзолистых).

# Природные условия почвообразования

## Климат

Климат Красноярского края, вытянутого на огромное расстояние с севера на юг, чрезвычайно сложен и разнообразен.

Большое значение в формировании климата имеет приход тепла от солнца в виде прямой и рассеянной радиации. На территории Красноярского края суммарная радиация уменьшается с юга на север. Так, например, за 1957 г., когда температура воздуха по сравнению со средней многолетней (нормой) была выше в Туруханске на 12%, в Енисейске на 4%, в Солянке на 1 %, а в остальных пунктах равна норме, приток тепла за 4 летних месяца ("май — август)" составлял у Абакана (ст. Хакасская)  $59 \text{ ккал/см}^2$ , в Солянке  $53 \text{ ккал/см}^2$ , в Енисейске  $52 \text{ ккал/см}^2$ , в Туруханске  $52,6 \text{ ккал/см}^2$ . Отсюда видно, что уменьшение тепла к северу идет медленно. За длинный день на севере приходит от солнца и атмосферы почти столько же тепла сколько и на юге.

Помимо солнечной энергии в формировании огромное значение имеют особенности атмосферной циркуляции. На территории края наблюдается меридиональная и широтная циркуляция. При меридиональной циркуляции тепло поступает с юга, а холод - с севера. Широтная циркуляция на территорию края приносит с запада влагу, а с востока засухи. Юго-западные теплые и влажные потоки воздуха приносят тепло и влагу в течение всего года, северо-западные потоки - влагу и прохладу летом и тепло зимой. Северо-восточные потоки летом приносят сухие воздушные массы, которые по мере продвижения на юг еще больше иссушаются и вызывают засухи. Зимой при этих процессах

устанавливаются длительные морозы, а весной и осенью наблюдаются заморозки.

Над территорией Красноярского края зимой устанавливается область высокого давления воздуха, летом - пониженного давления, весной и осенью происходит перестройка поля давления.

В зимний период над большей частью края преобладают юго-западные ветры, на крайнем севере - южные. Летом над Эвенкийским национальным округом ветры дуют с севера востока, со стороны моря Лаптевых. По мере продвижения воздушных масс на юго-запад ветры постепенно меняют первоначальное направление на северное, а затем у е. Туруханска — на западное. В южной части края преобладают западные и юго-западные ветры. Средняя годовая скорость ветра в низовье Енисея и на побережье Карского моря у Диксона и мыса Челюскин составляет  $7-9 \text{ м/сек}$ , у устья Хатанги  $5-6 \text{ м/сек}$ , южнее, у Дудинки, она уменьшается до  $5-6 \text{ м/сек}$  и  $4-5 \text{ м/сек}$  у Игарки. Далее к югу, в центральной и южной частях края, скорость ветра снижается до  $2-4 \text{ м/сек}$ .

Наибольшие скорости ветра на Крайнем Севере наблюдаются в ноя-Про— декабре и в марте — апреле. В районе Норильска и Дудинки и ноябре—декабре скорость ветра достигает  $30-40 \text{ м/сек}$ . На юге наиболее ветреными являются май и ноябрь, когда скорость ветра (иногда) превышает  $15 \text{ м/сек}$ , что приводит к выдуванию почв и образованию пыльных бурь. Ветры чаще всего отмечаются в полуденные часы. К вечеру они затихают. Шквалы и грозы обычно наблюдаются в июне и июле, чаще во второй половине дня-

Зимой в связи с расположением мощного антициклона над восточной частью края в Эвенкийском национальном округе устанавливаются сильные морозы. Иногда эти морозы здесь держатся 2-3 месяца, особенно в районе Туры и Ванавары, где среднемесячные температуры в январе и феврале составляют  $-30, -37^\circ$ . Застой воздуха и низкие температуры

наблюдаются на юге края, в Минусинской котловине, где среднемесячные температуры января и февраля  $-17$ ,  $-25^{\circ}$ . Западная часть края по Енисею и Чулыму зимой на  $3-7^{\circ}$  теплее, чем восточная (Канская и Кежмо-Богучанская группа административных районов). На большей части края в 1931 г. температура достигала  $-55^{\circ}$ ,  $-63^{\circ}$ , почти такой же была зима 1947 г. Минимальные температуры в районе Туры и Есеея достигали  $-68^{\circ}$ ,  $-69^{\circ}$ , в Минусинске и Ермаковске  $-53$ ,  $-54^{\circ}$ .

Летом, в июле, на севере хотя и прохладнее, но температура воздуха достигает иногда  $30-40^{\circ}$  в Дудинке и Туре. В Красноярске и Минусинске наблюдалась наибольшая температура  $39^{\circ}$ . Средние многолетние июльские температуры возрастают от  $1^{\circ}$  на мысе Челюскин до  $20^{\circ}$  у Минусинска. На графиках по отдельным станциям приведен годовой ход температуры воздуха, осадков и относительной влажности воздуха

В отдельные годы и даже десятилетия температура и осадки могут быть выше или ниже указанных многолетних норм. Средняя температура за теплый период, вычисленная по десятилетиям, за последние 20 лет была систематически выше нормы: на север края на  $0,4-0,8^{\circ}$ , а на юге - немного ниже нормы на (20 мм).

Сумма положительных температур (выше  $0^{\circ}$ ) увеличивается от  $40^{\circ}$  на мысе Челюскин до  $2400^{\circ}$  на юге края.

Сумма температур за период с температурой выше  $5^{\circ}$  на севере края равна  $0^{\circ}$ , в таежной зоне у Туруханска  $1200^{\circ}$ , у Енисейска  $1800^{\circ}$ , в подтаежной зоне у Казачинска  $1800^{\circ}$ , в лесостепной зоне около  $2000^{\circ}$  и, наконец, в степной зоне Хакасии и у Минусинска  $2000-2300^{\circ}$ .

Сумма активных температур за период с температурой выше  $10^{\circ}$  на широте  $74^{\circ}$  равна  $0^{\circ}$ , у Туруханска  $900^{\circ}$ , у Енисейска  $1500^{\circ}$ , в районе Красноярска  $1700-1900^{\circ}$ , у Минусинска и Абакана около  $2000^{\circ}$ . В отдельные годы суммы температур могут оказаться выше или ниже указанных на  $200-300^{\circ}$ .

Сумма температур на южных склонах холмов бывает на  $100-300^{\circ}$  меньше приведенных. С повышением местности на одной и той же широте на каждые  $100$  м высоты, сумма температур уменьшается в среднем на  $112^{\circ}$ , местами от  $100$  до  $180^{\circ}$ .

На заболоченных участках сумма температур ниже на  $200-300^{\circ}$  чем на сухих ровных местах.

"Продолжительность вегетационного периода (с температурой выше  $5^{\circ}$ ) севернее широты  $75^{\circ}$  равна нулю, в районе Хатанги и Дудинки составляет  $75-80$  дней, у Енисейска  $130$  дней, у Красноярска  $150$  дней, у Минусинска и Абакана  $160$  дней.

Длительность периода с температурой более  $10^{\circ}$  в Минусинской котловине составляет  $110-120$  дней, в Камской, Красноярской, Ачинском и Ужурском лесостепных  $100-110$  дней, в таежной зоне на  $5-10$  дней короче, чем в лесостепи. В субарктическом климатическом поясе этот период уменьшается до  $40-50$  дней.

Устойчивый переход температуры воздуха через  $5^{\circ}$  весной наблюдается в конце мая - начале июня на севере, в первой декаде мая у Енисейска и Богучан, в конце апреля у Красноярска и Минусинска.

Устойчивый переход температуры воздуха через  $10^{\circ}$  наступает на севере через  $13-15$  дней после прохождения температуры воздуха через  $5^{\circ}$ , а на юге через  $20-25$  дней. В горах с подъемом на каждые  $100$  м высоты наступление дат перехода температуры запаздывают на  $2-3$  дня по сравнению с датами перехода на нижележащих высотах. Осенью переход температуры воздуха через  $10^{\circ}$  к более низкой осуществляется на Крайнем Севере в середине августа, у Туруханска и Туры в конце августа, в таежной и лесостепной зоне в первой декаде сентября, а в степной зоне в начале второй декады сентября. Через  $20-22$  дня после перехода температуры через  $10^{\circ}$  температура воздуха снижается до  $5^{\circ}$ , а затем примерно через  $20$  дней переходит через  $0^{\circ}$ . С поднятием в горы на каждые  $100$  м осенний переход температуры через

соответствующие пределы происходит на 1,5-2 Дня раньше, чем на нижележащих высоко-

Безморозный период на Таймырском полуострове отсутствует; в таежной зоне по средним многолетним данным, продолжительность безморозного периода изменяется от 40 дней на севере до 100 дней на юге. В лесостепной и степной зонах продолжительность этого периода 100-100дней. В отдельные теплые годы безморозный период удлиняется на севере до 60 дней и а юге до 140-150 дней. В холодные годы в северном част таежной зоны безморозный период менее 30 дней, а на юге этой 40—50 дней В лесостепной и степной зонах в холодные годы безморозный период сокращается до 50-80 дней. Заморозки в июле отсутствовали за все годы наблюдений только в степной и лесостепной зонах и в прибрежной полосе рек Чулыма и Енисея, южнее с- Ворогово, в таежной зоне На вершинах холмов, у больших рек и озер безморозный период в воздухе бывает на 15—20 дней длиннее, на полянах на 25—30 -жен короче, чем на открытых ровных местах.

На поверхности почвы заморозки могут образоваться при температуре воздуха 4—5°. Вследствие этого безморозный период на поверхности почвы в среднем бывает на 10—20 дней короче, чем в воздухе.

Осадки по территории Красноярского края уменьшаются с запада на восток в связи с ослаблением циклонической деятельности. Осадки уменьшаются также к северу от 64° с. ш. и к югу от 58° с. ш. На севере это вызывается уменьшением абсолютной влажности воздуха, поступающего из Арктики, в то время как на юге это связано с повышением уровня конденсации осадков более прогретых воздушных масс.

Высокие горные хребты и глубокие долины вносят значительную пестроту в распределение осадков. Западные, северо-западные и юго-западные склоны холмов и гор, обращенные к господствующим влажным ветрам, получают значительно больше осадков, чем противоположные склоны. На "северо-западных наветренных склонах гор Западного Саяна на высоте 700 м выпадает почти в 2 раза больше осадков (960 мм), чем на подветренном склоне в Усинской долине (500 мм). На восточном склоне Абаканского хребта и Кузнецкого Алатау также выпадает в раза меньше осадков, чем на той же высоте на западных склонах в Кемеровской области.

*Количество осадков, выпадающих за год по ландшафтным зонам на территории края (мм.)*

Количество осадков	
Побережье Карского моря-----	150-200
Горы Бырранга-----	300-500
Тундра Северо-Сибирской низменности-----	270-350
Горы Путорана -----	600-1200
Енисейский кряж-----	500-1000
Западно-Сибирская низменность по левобережью Енисея-----	500-600
Красноярская и Каинская лесостепи -----	300-500
Восточный и Западный Саян -----	500-1500
Ачинско-Ужурская лесостепь-----	350-450
Хакасские степи и лесостепи Минусинской котловины-----	250-350
Межгорные котловины и горы Кузнецкого Алатау, Абаканский хребет---	250- 1000

Наиболее резкие изменения количества выпавших осадков с высотой наблюдаются в пределах высот 300-700 м, где градиент изменения осадков колеблется от 200 до 100 мм на каждые 100 м высоты; при высоте более 1000 м градиент уменьшается до 30 и 50 мм на 100 м

высоты.

Повышенное количество осадков отмечается в горах Енисейского края и Восточного Саяна, на западных склонах гор Путорана.

В отдельные годы суммы осадков могут быть больше или меньше на 35-50%.

В течение года осадки выпадают неравномерно, и в виде снега выпадает 20-25% годовой суммы. В районе Енисейска и Туруханска выпадает более 150-200 мм осадков в виде снега, в центральной полосе края дает более 80-120 мм и на юге (в Минусинской котловине) от 30 до 80 мм; из них наибольшее количество в ноябре - декабре (10-60 мм) и наименьшее - в феврале 5-20 мм. В восточной части края зимних осадков бывает, как правило, на 5-10% меньше, чем западной.

Летом осадков выпадает в 4-6 раз больше чем зимой. Наибольшее их количество отмечается в июле - августе от 40 до 80 мм, а в горах до 130-200 мм за месяц.

Хотя и в июне, и в июле количество осадков значительное но образование их связано с грозовой деятельностью и ливнями, что снижает эффект увлажнения, так как эти осадки быстро стекают и испаряются с поверхности почвы.

Количество дней с грозами на Крайнем Севере составляет в среднем 4-5 (максимум 8), а на юге края достигает 15—20 за летний сезон, причем из них 0—8 в июле. Число дней с градом а летом бьвает 1--2 (максимум 4), главным образом в июне или июле. На Крайнем Севере град бывает не ежегодно.

Суточное количество осадков уменьшается с юга на север. Так, например, один раз в 10 лет наибольшее суточное количество осадков у Красноярска и Минусинска достигает 45-50 мм, у Казачинска и Енисейска 40-50 мм. В горных районах суточный максимум превышает 100 мм в сутки. Наибольшее количество осадков за сутки в Минусинске составило 63 мм, а в Красноярске 94 мм.

Число дней с осадками уменьшается с юга на север, одновременно уменьшается и интенсивность осадков. Количество дней с осадками летом составляет в степных и лесостепных районах края 12-14 дней, в таежной и подтаежной зоне 12-20 дней, а в горных районах около 20 дней за месяц. Наибольшее количество дней с дождями наблюдается в августе и сентябре, когда проводится уборка урожая. Недостаток влаги чаще всего ощущается в конце мая - начале июня, когда появляются всходы хлебов и устанавливается жаркая погода. В степных и лесостепных районах в это время наблюдаются засухи. Число дней с относительной влажностью 30% в мае достигает 10 и более.

Вредное влияние на развитие растительности оказывают засухи и суховеи. Суховеи обычно наблюдаются в конце мая, июне и июле по 4-10 дней за месяц. Суховеи наблюдаются и в лесной зоне севернее Ангары, но как количество дней, так и повторяемость их редка. Слабые суховеи наблюдались ежегодно, а интенсивные не ежегодно.

Высота снежного покрова определяется количеством выпавших осадков в зимний период и его плотностью. Последняя зависит от продолжительности периода между выпадениями зимних осадков и, а также от силы и продолжительности ветров.

Снежный покров на равнинной поверхности или в котловинах за

полярным кругом Появляется в первой половине сентября, у Туруханска и Туры — в третьей декаде сентября, у Кежмы — в третьей декаде октября, у Красноярска и Канска — в конце октября, у Минусинска и Аба-ипа — в начале ноября. Ранний снегопад в районе Канска, Красноярска, Ужура и Минусинска наблюдался 2-1—25 сентября. В горных областях при поднятии на каждые 100 м высоты снежный покров появляется на 3 дня раньше, чем на нижележащих высотах.

Снежный покров с момента появления до схода держится на Таймырском полуострове более 260 дней, в таежной зоне продолжительность ого залегания уменьшается до 170—180

дней, в лесостепной зоне до 150—170 дней, в степях до 120—140 дней. В отдельные годы в горах Западного и Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау снежный покров держится 200—240, а в отдельные годы и до 300 дней. Здесь снежный покров достигает 1,5—2 м высоты.

Наибольшая высота снежного покрова на равнине (около 90—100 см) наблюдается на левобережье Енисея между г. Енисейском и с. Верх-не-Имбатское. На большей части территории края в таежной зоне он имеет высоту 50—70 см, в лесостепных районах 40—60 см и в степях Хакасии п. Минусинска 10—30 см. В восточных районах края высота снежного покрова меньше на 15—20 см. В отдельные годы высота его может быть больше или меньше 50—60% средней высоты снежного покрова.

Плотность снежного покрова по территории меняется мало и к концу зимы достигает 0,17—0,28. Меньшую плотность снег имеет в тайге, большую — в степных и лесостепных районах, где наблюдается перенос ветром и уплотнение его при поземках и метелях. Очень большую плотность имеет снег на побережье Карского моря (0,3—0,5) и в зоне тундры (0,3—0,4), где часты метели и пурга.

Число дней с метелью в среднем за зиму на Крайнем Севере в западной части края составляет 100—120, на востоке 40—50; к югу число дней с метелью постепенно уменьшается до 30—50 у Енисейска и Красноярска и до 5—10 в Минусинской котловине.

При оттепелях весной иногда образуется ледяная корка.

Снеготаяние начинается с наступлением дневных положительных температур и длится в зависимости от высоты снежного покрова и интенсивности тепла в среднем 5—15 дней в центральных и южных районах края, 20—38 дней в северных районах и на горах высотой более 1000 м. В отдельные годы при малой высоте снежного покрова (1943, 19-15 гг.) снег стаивал за 2—10 дней и, наоборот, при большой высоте (1936, 1938 и 1956 гг.) за 30—45 дней.

Стаивание снежного покрова весной заканчивается в Минусинской котловине в конце марта—начале апреля, у Ачинска, Красноярска и Канска — в конце апреля, у Енисейска и Кежмы — в начале мая, у Яр-цево, Ванавары и Тувы — в первой половине мая, у Туруханска — в конце мая. За Полярным кругом, в районе Игарки, Норильска, Воло-чанки и Хатанги, снег стаивает в середине июня, а на побережье морей Карского и Лаптевых — в конце июня. В затененных местах, на северных склонах холмов или под пологом леса сход снежного покрова заканчивается на 15 суток позднее, чем на открытом ровном месте. В горах сход снежного покрова происходит на 5—6 суток позднее, чем на нижележащих высотах на каждые 100 м высоты. Так, например, в горах Западного Саяна, в Оленьей Речке, лежащей на высоте 1400 м над ур. м., снег стаивает 10—15 июня, т. е. на 2 месяца позднее, чем в Минусинске, где в это время уже зеленеют всходы хлебов.

Зимой количество твердых осадков в лесостепи примерно в 2—2,5 раза меньше, чем в зоне травяных лесов. При оценке снегового покрова необходимо учитывать и то, что в первый период зимы снег сухой, сыпучий и поэтому плохо входит в контакт с мерзлой почвой. Кроме того, как это характерно для Сибири, значительное количество снега (около 20 мм водного слоя) испаряется за зимний период, в основном в конце его (Журавлев, 1951). В лесостепной зоне снег, там где он не сдувается, сходит с поля в конце марта, а почва начинает медленно оттаивать только в конце апреля или начале мая.

В зоне травяных лесов снег сходит в течение 5—7 дней в конце апреля или начале мая. В лесостепи талые воды в основном впитываются в почву, не вызывая большого поверхностного стока. В зоне травяных лесов большая часть талых вод не может впитаться в мерзлую водонепроницаемую почву, и они скапливаются по микропонижениям или стекают в овраги, вызывая эрозию почв. Последняя особенно заметна; на дерново-подзолистых почвах. Например, весной 1957 и 1958 гг. на полях Казачинской опытной станции мы наблюдали размыв почвы при снеготаянии на глубину 0,5—1 м.



Вследствие маломощного снежного покрова или его полного отсутствия в почвах лесостепи зимой наблюдается образование больших и глубоких трещин; иногда их ширина доходит до 4—6 см, а глубина до 30—50 см и более. В зоне травяных лесов это выражено слабее. Растрескивание почвы в лесостепи ведет к подсыханию, «вымерзанию», верхнего горизонта, а также к плохой перезимовке озимых культур.

Отсутствие же ливневых дождей сказывается положительно в том отношении, что осадки почти полностью впитываются в почву и летом не вызывают эрозию даже при сравнительно крутых склонах (за исключением пашни дерново-подзолистых почв). Выпадение большого количества

Согласно проведенному Д. И. Шашко (1958) достаточно подробному и полному агроклиматическому районированию России рассматриваемый район имеет по среднесуточным данным следующий характер увлажнения. Умеренно-влажная лесостепная зона имеет полусухую весну, умеренно-влажную первую половину лета, влажную вторую часть лета и влажную осень. Зона травяных лесов относится к влажной зоне с умеренно-влажной весной, влажной первой половиной лета и избыточно-влажной второй половиной лета и осенью. Следует отметить, что в зоне травяных лесов осадки выпадают более равномерно как по годам, так и по сезонам, чем в лесостепи (рис. 2). За последние 23 года в зоне травяных лесов в основном выпадало осадков выше среднегодовой нормы (рассчитанной за пятидесятилетие). Для центральной же части лесостепи, как видим за эти годы скользящая кривая в основном располагается ниже линии среднесуточных осадков. Эти данные имеют особое для нас значение при определении типов водного режима здешних почв.

**Температура почвы.** Одним из важнейших агрономических свойств почв является ее температурный режим, который для Красноярского края существенно различается по природным зонам. Среднегодовая температура почвы в лесостепи ( $+2,7^{\circ}$ ) ниже, чем в зоне травяных лесов ( $+4,5^{\circ}$ ), в то время как среднегодовая температура воздуха в лесостепи выше ( $+0,3$ ), чем в зоне травяных лесов ( $-1,7$ ). В чем же причина такого хода среднегодовой температуры почвы, т. е. увеличение ее не с севера на юг, а, наоборот, с юга на север? Объясняется это тем, что почва промерзает в лесостепи на большую глубину, чем в зоне травяных лесов. Глубина промерзания здешних почв в основном зависит от величины снежного покрова, так как в зоне травяных лесов зима по сумме отрицательных температур даже на  $563^{\circ}$ . Различие температурного режима почв по природным зонам можно проследить и по продолжительности промерзания на неодинаковых глубинах почвенного профиля.

На глубине 20 см пахотного слоя период отрицательных температур или практически тождественное ему промерзание почвы бывает в южной лесостепи на 15 дней меньше, а на глубине 40 см промерзание на 22 дня больше, чем в подтайге. На глубине же 160 см промерзание почвы в лесостепи продолжается 142 дня или почти 5 месяцев, а в подтайге почва на этой глубине не замерзает. По данным метеостанций отрицательные температуры в почвогрунте наблюдаются в течение 9 месяцев в лесостепи и 7 месяцев в подтайге.

По наблюдениям в 1956—1958 гг., на незащищенной пашне в лесостепи общее сезонное промерзание почвы прослеживалось в течение 9—10 месяцев, т. е. полное оттаивание наблюдается в августе-сентябре. В подтаежной же зоне обычно полное оттаивание почвы наблюдается в начале — середине июня. По данным агрометеостанций за пять лет (1951 - 1956) наблюдалось весеннее оттаивание почвы:

Зона	Мощность попок рова	Продолжительность еговог опор овавд нях	Глубина проме рзания почвы	Продолжительность промезания (в днях) на глубине			
				20 см	40 см	80 см	160 см
Лесостепь	5-15	156	279	168	160	152	142
Зона травяных лесов	35-50	192	114	183	138	92	-

Температурный же режим поверхностного горизонта почв лесостепи и зоны травяных лесов в летний период сравнительно одинаков, хотя рассматриваемые нами почвы располагаются на расстоянии 150—200 км с Севера на юг. Поэтому наряду с влиянием большего светового дня в зоне травяных лесов созревание зерновых культур в южной и центральной частях лесостепи наступает почти одновременно с зоной травяных лесов хотя сев яровых культур в первом случае начинается раньше на 2-3 недели.

В южной лесостепи срок от посева до всходов измеряется в 22 дня, а в подтайте в 13 дней, причем разрыв в сроках развития растений в фазе кущения достигает лишь 9 дней, а фаза колошения наступает почти одновременно 8—12 июля. Казалось бы, ранние сроки сева в лесостепи необоснованны, так как зерно лежит более трех недель в почве, не давая всходов. Такой ранний сев вызывается угрозой весенних засух, приводящих к сильному иссушению поверхности почвы.

Часто оказывается, что зерно не прорастает от того, что почва не только иссушена, но и одновременно очень холодна (близка к 0°). Корневая система у растений в лесостепи в ранневесенний период развита слабо. Объясняется это тем, что подпахотный и нижележащие более влажные горизонты находятся в мерзлом состоянии. Глубина проникновения активных температур (> +10°) в почву в рассматриваемом районе измеряется небольшими величинами: в лесостепи — 100 см, в подтайте — 140 см. В пахотном горизонте эти температуры держатся 90—100 дней, а глубже 50 см около 50—60 дней и менее. Поэтому сравнительно активные микробиологические процессы синтеза и разложения органических веществ ограничены коротким периодом и небольшой глубиной.

Резко сказываются на тепловом режиме почвы и условия рельефа: южные склоны гораздо сильнее прогреваются, чем северные. Низины становятся более холодными в связи с их большим весенним увлажнением и концентрацией в них весной и осенью холодных потоков воздуха и его слабой циркуляцией. Здесь довольно часто растения не успевают вызреть и подвергаются морозобою.

Послеуборочный периоды, весенне-летние засухи в лесостепи, дождливость погоды в уборочный период, позднее оттаивание почвы.

С точки зрения ведения земледелия рассмотренные климатические условия имеют ряд отрицательных особенностей: сокращенный вегетационный период очень краткие сроки для проведения полевых работ, допосевной и послеуборочный периоды, весенне-летние засухи в лесостепи, дождливость погоды в уборочный период, позднее оттаивание почвы.

## Озера

Расчлененность рельефа (наличие высоких гор с обилием влаги на их склонах, глубоких древнеледниковых впадин, замкнутых бессточных областей, множества древних русел рек), а также малое испарение и наличие вечной мерзлоты создают благоприятные условия для существования многочисленных озер и болот.

Большинство озер на севере располагается в поймах рек, а в зоне тундры и лесотундры они образованы подпрудами морен мерзлоты или погребенных льдов. Вечная мерзлота здесь

является водоупорным горизонтом, по которому вода скатывается в более пониженные участки рельефа. Образовавшиеся таким образом озера неглубоки, имеют округлую форму и часто промерзают до дна. Размеры озер иногда достигают: 20 км в диаметре. По территории Западно-Сибирской низменности с продвижением на север количество озер увеличивается. Наиболее богата озерами лесотундра и тундра, особенно в зоне вечной мерзлоты, к северу от р. Турухан, в бассейне Полоя, Хеты, Танама и других рек. На Таймырском полуострове и на Северо-Сибирской низменности в зоне тундры расположены тысячи мелких и более тысячи крупных озер. Наиболее крупные из них — Таймыр, Пясино, Портнягино, Кунгасалах, Сургута-Яму и др.

Территория Средне-Сибирского плоскогорья богата озерами только в северной части. Здесь озера вытянуты в широтном направлении и лежат в глубоких долинах, образованных в результате эрозионной деятельности древних ледников, спускавшихся с гор Путорана. Наиболее крупными из них являются Лама, Кита, Бол, Хантайское и Глубокое. В южной и центральной части, в бассейнах рек Подкаменной Тунгуски и Ангары, озера обычно незначительны по размерам и встречаются очень редко. В центральной части бассейна р. Подкаменной Тунгуски (в междуречье Таймуры, Чуни и Ангары) в результате зарастания большая часть озер превратилась в болота.

Озера Минусинской котловины и Саянских гор разнообразны по размерам, генезису и химическому составу. Озера Саянских гор расположены на дне глубоких древних ледниковых долин выпахивания и обязаны своим происхождением ледниковым моренно-подпрудным или тектоническим явлениям. Озера эти небольшого размера и дают начало большинству рек, спускающихся с Саянских гор в Минусинскую котловину или в бассейн р. Кана. Из озер, расположенных в Восточном Саяне, наиболее интересны Большое Агульское, Пезинское, Манское, в Западном Саяне — Ойское, Анинское, Буйинское и в бассейне р. Казыр — Мо-жарская, Тиберкульская и Тридцатая группы озер. Много озер в бассейне р. Кизира (Сухановское, Дикие и др.), их насчитывается более 150.

Озера, расположенные в центральной части Минусинской котловины, по происхождению относятся либо к наиболее глубоким участкам древних речных долин (озера Койбалльской степи, а также Минусинского и Курганского районов), либо образованы под влиянием выветривания и выщелачивания горных пород (озера Усть-Абаканского района).

Озера западной части Минусинской котловины в большинстве случаев засолены; причиной этого является отсутствие стока из озер и большое испарение с водной поверхности.

Озера Чулымо-Енисейской котловины находятся в юго-западной части края между р. Енисеем, Кузнецким Алатау и Батеневским кряжем. Здесь расположено более 30 мелких горько-соленых озер, используемых в лечебных целях. Около 20 озер имеет проточную пресную воду. Из пресных озер выделяются Малое, Большое, Линево, Инголь, Сармаголь, Косоголь, а на юге — Черное и Иткуль; из горько-соленых — Шпра, Беле, Учум, Шунет, Джирим и Варча.

## **Рельеф**

Геоморфологические и геологические условия Красноярского округа весьма обстоятельно исследованы И. К. Баженовым и М. П. Нагорским (1937). Эти авторы определяют рассматриваемую территорию как предгорную аллювиальную равнину или древнюю поверхность выравнивания, которая пересечена современной сетью левых притоков Енисея. Названная равнина в отличие от концентрических впадин Средней Сибири (Минусинской, Канской и др.) имеет вид пологой впадины или чаши, у которой как бы отогнут северо-западный край. В южной части она имеет значительные абсолютные отметки, в

пределах 340—370 м над уровнем моря. Общее падение высот равнины совершается с запада на восток и с юга на север. Например, в Сухобузимском районе абсолютные отметки водоразделов достигают 300—310 м, в Большом Муртинском районе они снижаются до 250 м, а на севере Казачинского района до 180—200 м. Южную возвышенную часть Красноярской лесостепи М. Л. Нагорский (1937) называет Качинской поверхностью выравнивания, а северную пониженную часть лесостепи — Сухобузимской поверхностью (выравнивания). Развитие современной гидрографической сети в течение четвертичного периода весьма существенно трансформировало их, образовав сложный комплекс геоморфологических элементов, среди которых выделяются следующие: 1) Обь-Енисейский водораздел, 2) междуречье систем притоков р. Енисей и 3) долины р. Енисей и его притоков.

Рассматриваемая часть Обь-Енисейского водораздела имеет относительно ровную поверхность, которая местами заболочена. В восточном направлении водораздел переходит в пологий склон, расчлененный левыми притоками Енисея на систему междуречий. Ширина таких междуречий часто колеблется в пределах 1—2 км. Профиль их имеет ассиметричную форму плоского увала.

Характерными и четко выраженными геоморфологическими элементами долины Енисея и его притоков являются террасы. Выделяется девять террас Енисея: три нижние террасы — аккумулятивные и шесть верхних — цокольные.

В общем современный рельеф Красноярского края можно назвать эрозионно-аккумулятивным широко увалистым. Степень всхолмленности рельефа, как правило, усиливается от устья притоков Енисея к их верховьям. Наблюдающийся в южной части лесостепи сопочнико-высокохолмистый рельеф к северу переходит в полого увалистый. Увалисто-холмистый рельеф в большинстве районов не мешает организации крупных пахотных массивов в 100—200 га и более. Но почти повсеместное наличие небольших западин (обычно имеющих в ширину 15—30 и глубину 0.5—1 м) существенно затрудняет обработку почвы. Это проявляется в следующем: неравномерность весеннего поспевания (подсыхания) почвы, сложность в регулировке глубины вспашки (необходимость ручного посева или осгав ление западин в необработанном виде, что приводит к дальнейшему п. переувлажнению, закустариванию и залесению).

В настоящее время в лесостепи имеются пахотные массивы площадью в 50—150 га с наличием отдельно стоящих деревьев и колков. В зоне травяных лесов, как правило, освоены участки лишь в 10—20 га, а нередко всего лишь в 1—2 га. Причиной большой мелкополосицы является не характер рельефа и почвенный покров, а исторически сложившаяся система земледелия во времена индивидуально-крестьянского хозяйства, когда освоение шло по отдельным полянам и наиболее чистым гарям.

Укрупнение пахотных полей в зоне травяных лесов затрудняется лишь раскорчевкой редколесья и леса, а также залесенностью влажных микрозападин. Наши наблюдения в 1956—1958 гг. показали, что на тех полях, где вспашка микрозападин проводится глубоко, на следующий год почва быстрее впитывает весеннюю влагу, а следовательно, и поле быстрее становится пригодным к весенней обработке. При правильно организованном освоении залесенные и закустаренные микрозападины не могут служить препятствием для укрупнения и выравнивания пахотных участков.

В геологическом отношении Красноярская лесостепь сложена девонскими, меловыми, юрскими породами, перекрытыми четвертичными отложениями. Девонские породы состоят из чередующихся конгломератов, песчаников, мергелей, известняков и аргиллитов, известных под названием красноцветной Качинской свиты. Они часто видны в обнажениях в южной части лесостепи. К северу от линии с. Березовка — с. Нанжуль — с. Емельянове девонские отложения перекрываются юрскими отложениями, представленными песчано-глинистыми толщами, песчаниками и мергелями. Меловые отложения кантатской свиты

пятнами обнаружены на севере и северо-западе лесостепи. Эти породы сочетаются с коалинизированными кварцевыми песками и песчаными глинами с линзами галечников.

Северная часть территории округа (зона травяных лесов) характеризуется различными по возрасту отложениями, начиная от самых древних протерозойских до самых молодых современных аллювиальных отложений, слагающих низкие террасы. Если в Красноярской лесостепи древние отложения погребены на небольшие глубины, то здесь они располагаются иногда на глубине 100—150 м и только кое-где по берегам рек Белой и Кеми обнажается мощная толща третичных отложений. Последние представлены песчано-галечниковым материалом — ожелезненным песком с прослойками гравия и гальки, образуя так называемую Вараковскую свиту, мощность которой достигает 100—120 м.

Учитывая, что почвообразование в исследованном районе происходит лишь на четвертичных аллювиально-делювиальных отложениях, мы не останавливаемся на более подробном описании древних отложений. Следует только отметить, что рассматриваемая территория сравнительно хорошо дренирована, что связано с наличием расчлененного рельефа, относительно высокой водопроницаемостью почвообразующих пород и подстиланием с небольшой глубины (5—10 м.) мощных песчано-галечниковых отложений.

Поэтому на водоразделах и их склонах грунтовые воды залегают глубже 10—20 м. В нижней части склонов и долинах грунтовые воды залегают обычно на глубине 5—10 м. Но даже и в этих условиях рельефа довольно часто грунтовые воды залегают очень глубоко.

**Почвообразующие породы.** Для лесостепной зоны Е. В. Семина (1960) выделяет следующие почвообразующие породы: 1) песчано-галечниковые и супесчаные плохо отсортированные аллювиальные отложения, 2) лёссовидные суглинки, 3) легкие и средние желтовато-бурые иловато-пылеватые глины с редкой галькой, 4) бурые глины, 5) коричнево-бурые глины, 6) красно-бурые делювиальные глины. В северной части округа Л. П. Будина выделяет две почвообразующие породы: 1) светло-бурые тяжелые суглинки и 2) песчано-галечниковые отложения.

Для рассматриваемого района можно выделить следующие основные почвообразующие породы:

- 1) палево-бурые лёссовидные суглинки и легкие глины,
- 2) светло-бурые иловато-пылеватые суглинки и глины,
- 3) темно-бурые пылезато-иловатые тяжелые суглинки и глины,
- 4) красно-бурые и коричнево-бурые делювиальные глины с наличием гальки,
- 5) песчано-галечниковые и супесчаные аллювиальные и пролювиальные отложения.

Первые три почвообразующие породы являются господствующими как в Красноярском, так и в Ачинском и Капском округах.

Палево-бурые лёссовидные суглинки и глины широко распространены и приурочены главным образом к средним аккумулятивным террасам р. Енисей и его притоков. Мощность их измеряется от 3 до 20 м и, как правило, они подстилаются песчано-галечниковыми отложениями. Лёссовидные суглинки и глины сравнительно рыхло сложены, имеют палево-бурый цвет с расплывчатыми белесыми пятнами карбонатов. Они содержат до 32% крупнопылеватых фракций и сравнительно небольшие количества илистой фракции (31—34%). В этих породах обнаруживаются карбонаты Са и Mg ( $\text{CO}_2$  в них до 3—4%) и относительно большие количества  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (табл. 2).

Лёссовидные суглинки имеют слабощелочную реакцию и в них отсутствуют легкорастворимые соли (табл. 3). Объемный вес лёссовидных пород сравнительно низкий (1,3—1,4), причем на глубине 2—4 м встречаются пустоты диаметром в 5—10 см и более возможно термокарстово-суффозионного происхождения. Водопроницаемость породы сравнительно хорошая, примерно равна 40—50 см/сутки.

Светло-бурые иловато-пылеватые суглинки и глины имеют наибольшее

распространение, покрывая водораздельные пространства и верхние террасы. Некоторые физические свойства их сходны с физическими свойствами лёссовидных пород. По валовому же составу (см. табл. 2) они отличаются от лёссовидных суглинков большим содержанием полуторных окислов (24,35%) и меньшим содержанием CaO и MgO (1,92—2,69%). Объемный вес этих пород 1,4—1,5, т. е. они несколько плотнее, чем лёссовидные суглинки и глины. Водопроницаемость их 25—30 см/сутки при легкоглинистом механическом составе. Эти породы в результате почвообразования более выщелочены от карбонатов. На них в основном располагаются выщелоченные, оподзоленные черноземы и темно-серые лесные почвы в лесостепи и серые и светлосерые лесные почвы в подтаежной зоне.

Темно-бурые пылевато- и ловатые тяжелые суглинки и глины обычно включают в себя гальку диаметром 2—5 см. От светло-бурых суглинков и глин они отличаются не только более темной

*Механический состав (в %) почвообразующих пород Красноярского округа (по методу Н. А. Качимского)*

Порода	№ разреза	Глубина образца, см	Диаметр фракций					
			0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001
Палео-бурый лёссовидный суглинок	44	180—200	3	10	30	11	12	34
	46	165—175	0	16	32	8	13	31
Светло-бурая иловато-пылеватая глина	6	160—170	2	5	24	12	15	42
	43	200—210	1	6	21	8	16	48
Темно-бурая пылевато-иловатая глина	77	120—130	1	8	15	8	15	53
	40	200—220	0	4	10	10	13	63

окраской, большей плотностью (объемный вес 1,5—1,6) и глыбистостью, но и значительно большим содержанием ила (фракция ила обычно около 50—60%). Они содержат меньше R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (примерно 24%) и больше SiO<sub>2</sub>, (69,9%). Эти породы обычно покрывают плоские водоразделы или пологие склоны и сравнительно широко распространены в северной части района. Так как темно-бурые глины обладают наименьшей водопроницаемостью из всех рассматриваемых пород (3—5 см/сутки), они являются в период снеготаяния и сильных дождей в некоторой мере водоупором. Поэтому на них наблюдается более интенсивное развитие глеевых процессов. В лесостепи на этих породах, как правило, формируются светлосерые и серые лесные слабogleеватые почвы, а в зоне травяных лесов — различные серые лесные глеевые почвы.

Коричнево- и Красно- бурые делювиальные глины, залегающие на красноцветных девонских отложениях, приурочены к юго-западной и южной частям лесостепи. Они содержат большое количество валового железа (до 18%), которое придает породам и соответственно почвам коричневый или красноватый оттенок. Эти породы имеют в исследуемом районе небольшое распространение. На них развиваются черноземы и серые лесные почвы с характерным красноватым оттенком.

Песчано-галечниковые и супесчаные отложения распространены на поймах и нижних надпойменных террасах р. Енисей и его притоков. Эти породы в рассматриваемом районе занимают незначительные площади. На них развиваются аллювиальные луговые и лугово-черноземные почвы. Под сосновыми борами на песках развиваются дерново-подзолистые почвы.

Из рассмотренного выше материала видно, что первые три основные почвообразующие породы не столь уж значительно отличаются между собой по химическим свойствам и механическому составу. Несмотря на некоторую приуроченность разновидностей почв к той

или иной породе, сама материнская порода не служит определяющим фактором пространственного размещения почв. Только на отдельных участках территории, охватывающих небольшую часть одной природной зоны, выступает первенствующая роль породы в формировании той или иной почвы. В Красноярском округе формирование почв в основном определяется совместным влиянием климата, рельефа и растительности.

## **Растительность**

Растительный покров природных зон Красноярского округа существенно отличается от сходных зон Европейской части России и Западно-Сибирской низменности. Красноярская лесостепь представлена двумя типами растительности – луговой и лесостепной. Солончаковые и болотные типы растительности появляются только в южной части степи по долинам и логам. Если для Европейской части характерно многообразие широколиственных пород, то в Сибирской лесостепи, вследствие резкой континентальности климата, основное значение приобретают березовые леса. По ботаническому районированию предложенному В.В. Ревурдатто (1931), рассматриваемый район Красноярский подокруг островных степей входит в провинцию Средне-Сибирского плоскогорья. В Красноярской лесостепи, при ее некотором островном положении, растительный и почвенный покров имеют концентрическую зональность. Но, вследствие довольно значительной ее протяженности с юга на север, здесь отчетливо проявляется и широтная зональность.

Южная наиболее остепненная часть лесостепи расположена в пределах 15—20 км на северо-запад, север и северо-восток от г. Красноярска. В ней почти полностью отсутствует древесная растительность, а в травяном покрове значительное место занимают ксерофиты. Обычными представителями травостоя являются: ковыль волосатик, типчак ложноовечий, тонконог стройный, осока приземистая, лапчатка вильчатая, мятлик степной, полынь сизая, овсец пустынный и т. д. По склонам южной экспозиции настоящие степи вклиниваются в зону луговых степей.

Центральная часть лесостепи, имеющая отдельные колки, перелески и небольшие массивы леса, характеризуется преимущественно лугово-степной растительностью (мезофиты с некоторой примесью ксерофитов). Травянистый покров представлен тимофеевкой степной, прострелом желтеющим, мятликом узколиственным, ковылем перистым, пыреем ползучим, подмаренником северным, костром безостым, кровохлебкой лекарственной и т. п. По склонам северной экспозиции располагаются вейниково-разнотравные луга с преобладанием в травостое вейника тростниковидного, купены аптечной, василистника малого, поповника обыкновенного и др. По широким логам и лощинам отмечается клевер луговой, хвощ луговой, эспарцет сибирский и др.

В прошлом в центральной части лесостепи часть лесных массивов состояла из сосново-березовых и лиственничных лесов. Но по мере освоения территории под земледелие лес вырубался; в первую очередь вырубался крупноствольный сосновый и лиственничный лес для строительных целей, а затем и крупноствольные березы для хозяйственных нужд.

В настоящее время на отдельных участках лесостепи в Емельяповском и Сухобузимском районах можно наблюдать самовозобновление сосны.

В лесах северной части Красноярской лесостепи хорошо развит густой и высокий и травянистый покров с большим участием вейника, огонька, кровохлебки, герани.

В центральной и северных частях лесостепи встречаются чистые сосновые леса, расположенные на коренных песках водораздельных пространств и на песчаных массивах II террасы Енисея (например, севернее с. Атаманово). В сосновых борах травяной покров изрежен и в нем встречаются таежные элементы: брусника, грушанка, майник двухлистный,

гипновые мхи.

Зона мелколиственных травянистых лесов (подтайга) по характеру, растительности занимает переходное положение между лесостепью и тайгой. Здесь господствующими лесами являются березово-сосновые и березово-осиновые, но не исключаются и чистые однородные массивы березы или сосны.

Березово-сосновые леса располагаются в условиях наиболее расчлененного рельефа. Они имеют пышный травянистый покров, состоящий из высокого лесного разнотравья (аконит, скерда, чемерица, медуница, вороний глаз, майник, костяника, осока; из злаков — вейник, мятлик, ежа). Но наряду с крупным лесным разнотравьем в березово-сосновых лесах подтайги почти всегда присутствует лугово-лесное разнотравье: огонек, терань, кровохлебка и др.

На более плоских, слабо расчлененных поверхностях с глееватыми почвами произрастают березово-осиновые леса. Травянистый покров их представлен в основном крупным лугово-лесным разнотравьем.

По западинам (особенно в Казачипском, Пировском районах) часто располагаются осиновые колки. Обычно почвы этих мест сильно оглеены, в связи с длительным стоянием верховодки.

В подтаежной зоне на значительных площадях распространены также сосново-лиственничные леса, большей частью с примесью березы, которые в основном располагаются на поверхности с сильно расчлененным рельефом или по склонам водоразделов на сравнительно хорошо дренированных породах.

На террасах речных долин широкое развитие имеет ель с примесью пихты. Травянистый покров елово-пихтовых лесов сильно изрежен и не высок. Наряду с элементами лесного и лугово-лесного разнотравья в таких лесах преобладает таежное мелкотравье: кислица, костянка, сфагновые мхи и др. Как в лесостепи, так и в зоне травяных лесов редкостойные леса используются как сенокосы и пастбища.

Если в лесостепной зоне нельзя проследить четкую приуроченность древесных пород к почвам, материнским и подстилающим породам, формам рельефа (исключением является ель, которая повсюду располагается в пониженных местах рельефа и в основном по руслам ручьев и рек), то в зоне травяных лесов на заболоченных водоразделах, как правило, распространены по микропонижениям осиновые колки, а на ровных местах березово-осиновые леса. Сосна и лиственница растут на более дренированных склонах водоразделов. Осиновые и березово-осиновые леса большей частью приурочены к темно-серым и серым лесным глеевым почвам, а сосновые леса располагаются на серых и светло-серых лесных почвах. Однородные же березовые массивы располагаются преимущественно на серых и темно-серых лесных почвах, т. е. на более сухих почвах, чем серые лесные глеевые почвы.

В лесостепной части округа безлесные массивы занимают 70—80% от всей территории, и притом они сильно распаханы. В зоне травяных лесов незалесенная часть составляет около 20—25%.

Правда, иногда в зоне травяных лесов встречаются большие массивы, занятые сплошь пышной луговой растительностью с отдельно стоящими деревьями, что подчеркивает лишний раз переходный характер этой зоны.

В Красноярском крае картофель является важной культурой, имеющей продовольственное, техническое и фуражное значение. В последние годы площади посева его резко возросли, особенно на Крайнем Севере (Игарка, Туруханск). В 1957 г. под картофелем была занята площадь, 122370 га.

Большое значение для получения высоких урожаев картофеля в Красноярской области имеют сроки его посадки. Картофель—культура очень требовательная к условиям тепла и влаги. При слишком ранней посадке, попадая в холодную почву, клубни долго лежат не



прорастая, а при сильно увлажненном почве загнивают, что приводит к изреживанию всходов. Посадку картофеля следует производить, когда почва прогреется на глубине заделки семян выше 7°, при этом следует учитывать влияние поздних весенних-: заморозков, которые могут повредить или полностью убить появившиеся всходы. Хотя при дальнейших благоприятных условиях картофель может дать всходы заново, но урожай значительно снизится. Рано появившиеся всходы могут повреждаться весенними заморозками порядка 0—2°. При поздних сроках посадки укорачивается вегетационный период и в северных районах картофель не успевает вызреть до наступления заморозков.

Наилучшими сроками посадки картофеля для лесостепных и степных районов является период с 21 мая по 1 июня, когда вероятность заделки семян в непрогретую почву, а также и повреждение заморозками не велико. Для северных таежных районов наиболее благоприятен срок посадки картофеля в первых числах июня, так как клубни попадают в прогретую почву, и заморозки носят случайный характер.

В период формирования клубней, наиболее ответственный период вегетации, для картофеля благоприятными являются температуры порядка 17—19°, при повышении до 20—25° рост клубней замедляется и при 30° прекращается. К влаге картофель предъявляет сравнительно высокие требования. Оптимальными являются запасы продуктивной влаги, равные 60—100% наименьшей полевой влагоемкости.

На большей части территории края клубнеобразование картофеля проходит при благоприятных температурных условиях. Для большинства северных и центральных районов наиболее благоприятные агрометеорологические условия были в 1953 г.

В степной и лесостепной зонах южных районов края недостаток влаги и повышенный температурный режим в 1953 г. вызвали неблагоприятные условия, приведшие к низким урожаям картофеля. В большинстве районов края 1958 г. считается неблагоприятным, причиной чего является раннее наступление осенних заморозков (август).

Районированными сортами картофеля в крае являются: раппеспелые — Ранняя Роза, Фаленский (ракоустойчивый), Эпрон среднепоздний — Берлинхинген (ракоустойчивый). Для Крайнего Севера: ранний — Марии Хренниковой, средперанний Курьер (снежинка), Игарский.

В данной работе мы рассматриваем черноземы, как наиболее подходящую по своим физическим и химическим свойствам почву для выращивания картофеля в Красноярском районе.

## **ЧЕРНОЗЕМЫ**

Черноземы образуют самостоятельную зону в Красноярской лесостепи, доходя на севере до рек Шила и Бузим, занимая главным образом террасы левобережной части Енисея и захватывая небольшой район на юго-востоке от г. Красноярска на правом берегу Енисея. Почвенный покров здесь подчинен следующим закономерностям: в плакорных условиях развиваются выщелоченные черноземы, на верхушках бугров, менее обеспеченных влагой, — обыкновенные, реже выщелоченные черноземы, в западинах и на нижних частях склонов — сильновыщелоченные черноземы. В северной части лесостепи черноземы (обычно оподзоленные и сильновыщелоченные) встречаются среди серых и темно-серых лесных почв.

Господствующим подтипом черноземов являются выщелоченные черноземы, которые составляют основной старопахотный массив и к настоящему времени почти все распаханы. Выщелоченные черноземы оцениваются как наиболее плодородные после темно-серых лесных почв. Проводившая в этом районе почвенно-географические исследования, выделяет выщелоченные (мощность выщелоченного горизонта 10—50 см) и сильновыщелоченные (50—85 см) черноземы. По содержанию гумуса в пахотном горизонте они подразделяются на

тучные (гумуса больше 10%), среднегумусные (гумуса 6—10%) и малогумусные (гумуса меньше 6%). Наиболее распространенными черноземами являются среднегумусные черноземы.

В наших условиях тучные черноземы встречаются обычно по понижениям и практически сходны с лугово-черноземными почвами. Малогумусные черноземы располагаются на террасах, имеющих легкий механический состав отложений.

Обыкновенные черноземы располагаются в южной степной части лесостепи. Около г. Красноярска они образуют самостоятельную подзону; на остальной части лесостепи они встречаются на наиболее высоких отметках, а в условиях бугристого микрорельефа они развиваются на вершушках бугров и проникают далеко в подзону выщелоченных черноземов. Мощность гумусового горизонта их (A1 + A1B) равна в среднем 35 см. На буграх они часто лишены гумусового горизонта (спаханные). Нередко они подвергаются ветровой эрозии. Содержание гумуса в обыкновенных черноземах довольно большое (7—9,5%) - Почво-грунтовый профиль их характеризуется практически полным отсутствием легкорастворимых солей. Обыкновенные черноземы обычно формируются на лёссовидных суглинках и легких глинах. По плодородию они заметно уступают выщелоченным черноземам в связи с более сильным проявлением на них засухи, поэтому в степной части лесостепи используются нередко как пастбища.

Черноземы оподзоленные встречаются на границе выщелоченных черноземов и серых лесных почв. Занимают небольшие площади. В зоне серых лесных почв они встречаются как итерзональные почвы на карбонатных породах в плакорных и повышенных элементах рельефа. Благодаря хорошему оструктуриванию и более хорошему увлажнению они являются высокоплодородными почвами. В черноземах, оподзоленных, как и во всех других подтипах черноземов, признаки оглеения появляются обычно с глубины 1-1,2 м.

Лугово черноземные почвы, выделяемые как типичные, выщелоченные и осолоделые, занимают лишь первые надпойменные террасы Енисея и его притоков, днища ложбин и балок, плоские депрессии и микропонижения. От черноземов они отличаются более мощным гумусовым горизонтом и большей его тучностью и большей его тучностью и значительно большей оглеенностью, они имеют очень непрочную структуру. За свойство сильно распыляться при распашке и малый объемный вес (0,8-0,9) они получили от населения название «пыхуны». Эти почвы обычно используются как сенокосные угодья и пастбища. При дальнейшем освоении часть этих почв может быть эффективно использована в прифермско-кормовых севооборотах. В связи с небольшим распространением этих почв и слабой их изученностью в данной работе они не рассматриваются.

## **ЧЕРНОЗЕМЫ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЕ**

Агрономические свойства выщелоченных черноземов изучались на почвенном ключе I, расположенном на Сухобузимском ГСУ (колхоз «Путь Ленина») в 65 км на север от г. Красноярска.

Ключевой участок располагается на верхней трети пологого северного склона водораздела между речками Миндерла и Шила. Абсолютные отметки 270—300 м над уровнем моря. Этот участок представляет собой типичный для центральной части лесостепи массив с характерным полого-увалистым рельефом и слабой залесенностью. Лес (редколесье) паркообразный вторичный березовый с небольшой примесью сосны и осины. Древостой его целиком или выборочно периодически вырубается на хозяйственные нужды.

Повышенная более пологая часть ключа занята выщелоченными черноземами с отдельными пятнами обыкновенных черноземов на микро-повышениях. Более пониженная часть территории занята сильновыщелоченными черноземами. На отдельных крутых склонах

на пашне встречаются маломощные эродированные почвы. В микропонижениях располагаются лугово-черноземные почвы.

Микропонижения представляют собой блюдца, обычно глубиной в 0,5—1 м и диаметром в 20—30 м. Происхождение этих блюдец связано, по-видимому, с термо-карстовыми и суффозионными процессами имевшими здесь место раньше. В микропонижениях наблюдается сквозное промачивание почвогрунтов. В 4-метровой толще микропонижений карбонаты не встречаются, а на ровных и повышенных местах содержатся с глубины 60—70 см около 3—5% CO<sub>2</sub>. В микропонижениях зимой накапливается снег, а весной они в той или иной мере заполняются водой, которая через 2—3 недели полностью впитывается в почву. Мерзлый горизонт здесь утаивается быстрее благодаря меньшей своей мощности и поступлению в толщу грунтов нагретых талых вод.

Для морфологической характеристики выщелоченных черноземов приведем описание двух основных разрезов, на которых проводилось изучение агрофизических и агрохимических свойств, а также водно-температурного режима.

Разрез 43 — Выщелоченный чернозем среднегумус-ный легкоглинистый. Поле I ГСУ, занятое ячменем. Повышенное ровное место. Вскипание от ИС1 с глубины 65—70 см. Единичные корни доходят до глубины 100—150 см.

А. 0—25 см. (А<sub>п</sub> 0—22 см). Темно-серый, легкоглинистый, мелкокомковатой структуры. Рыхлый, густо пронизан корнями. Много неперепревшей прошлогодней стерни. На глубине 22—25 см уплотненная плужная подошва.

АВ. 25—40 см. Темно-серый, неравномерно окрашенный, легко-глинистый, уплотненный, трещиноватый, комковато-глыбистый. Корни развиваются нормально.

В. 40—65 см. Бурый, легкоглинистый, глыбистый, трещиноватый. Заметны затеки гумуса. Более плотный, чем вышележащий.

С. 65—130 см. Бурая легкая лёссовидная карбонатная глина. Карбонаты мицелярной формы. Менее плотная, чем вышележащий горизонт. Пронизан тонкими корнями. Встречается мелкая галька.

С2. 130—380 см. Сходен с вышележащим, но более иловатый. Хорошо заметна глеевзтость (сизые пятна). Карбонат в виде расплывчатых белесых пятнышек. Часто встречаются средних размеров галька.

Д 380 (400) см и ниже. Крупный галечник, в верхней части включен в глинистые и песчаные отложения.

Разрез 44-Выщелоченный чернозем. Расположен в восточной части ключа I среди отдельно стоящих берез в возрасте 15-20 лет с типичным для таких мест сочетанием хорошо развитого лугово-степного и лугово-лесного разнотравья. Микрорельеф западинно-бугристый выражен лучше, чем на поле. Разрез расположен на ровном месте с небольшим уклоном на север. Единичные корни деревьев прослеживаются до глубины 2—2,5 м. Вскипание от ИС1 с глубины 80 см.

А0 -23 см. Темно-серый легкоглинистый, сильнозадернованный горизонт. Уплотненный, со слабовыраженной комковато-зернистой структурой. Граница с нижележащим горизонтом неровная, языковатая.

АВ 23—42 см. Неоднородный по окраске, темно-бурый, легкоглинистый, более плотный, чем вышележащий горизонт. Трещиноватый, густо пронизан корнями.

В 42—80 см. Бурый, плотнее верхнего легкосуглинистый горизонт. Комковато-глыбистой непрочной структуры. Лёссовидный.

Г, 80—200 см Светло-бурая легкая лёссовидная глина. Уплотнение среднее. Непрочно-

глыбистой структуры. Ниже 150 см хорошо заметна глееватость в виде сизых пятен. Карбонаты *a* верхней части в виде мицелярных прожилок, в нижней части горизонта в виде отдельных мучнистых пятен.

С1 200—500 см. Идентичен вышележащему, но с примесью мелкой гальки. При бурении иногда обнаруживаются реликтовые пустоты диаметром в 10—15 см термокар-стovo-суффозионного происхождения.

Д 500—650 см. Легкосуглинистые и супесчаные слоистые отложения, которые постепенно переходят в песчано-галечниковые подстилающие породы.

Из описания этих разрезов видно, что морфологически эти почвы мало отличаются между собой. Характерным морфологическим признаком выщелоченных черноземов является малая мощность гумусового горизонта (А 4- АВ = 40—42 см) и его языковатость, которая, видимо, связана с глубоким растрескиванием почвы при ее промерзании. Карбонаты в виде псевдомицелия выделяются до глубины 130—150 см, а ниже по профилю почвы, где имеют место глеевые процессы в виде мучнистых слабых пятен. Это может служить некоторым указанием на наличие сезонного движения карбонатов вместе с влагой в верхней части профиля почвы.

### ***Механический и агрегатный составы***

Механический состав этих двух лёссовидных почв почти одинаков, однороден по всему профилю и характеризуется как легкосуглинистый пылевато-иловатый. В верхней части профиля илистой фракции содержится 32—38%, фракций мелкой и средней пыли примерно по 10—11%, крупной пыли 21—22%. Из песчаных фракций в основном содержится лишь мелкий песок в количестве 15—16%. Большое количество пылеватых фракций придает почвам лёссовидные свойства. Ничтожное увеличение илистой фракции в горизонте В (примерно на 3—5%) позволяет говорить о наличии очень слабо выраженного иллювиального процесса в выщелоченных черноземах. Увеличение содержания илистой фракции на 5-8% в разр. 43 с глубины 130 см следует объяснить неоднородностью материнской породы.

В соответствии с классификацией Н. А. Качинского (1958) рассматриваемые почвы по механическому составу относятся к пылевато-иловатым легким глинам, имеющим по 10-балльной шкале наивысшую оценку, т.е. весьма благоприятны в агрономическом отношении.

При рассмотрении микроагрегатного состава этих почв также не находим существенного различия между ними. Из рис видно что в горизонтах А и В агрономическими важными фракциями микроагрегатного анализа (крупнее 0,05 мм) содержится 47-57%, с уменьшением их в материнской породе до 31%. Стоит отметить, что на пашне в пахотном слое фракций > 0,05 мм содержится 47%, а в соответствующем слое под лесом —57%. Следовательно, отмечается некоторое разрушение микроструктуры в условиях пашни.

Обычно принято степень микроагрегации выражать коэффициентом дисперсности (по Качинскому), который учитывает агрегирующую роль илистой фракции. Но так как довольно значительное количество микроагрегатов в почвах образуется за счет фракций пыли, мы пользуемся «числом агрегации», предложенным Н. Д. Пустовойтовым (1960).

Число агрегации выражает относительное содержание в почве прочных микроагрегатов; получается оно по разности фракций микроагрегатного и механического составов почвы.

Из табл. видно, что по профилю почв разр. 43 коэффициент дисперсности изменяется почти в три раза (от 8,2 до 22,7), а число агрегации—менее чем в два раза (от 31,6 до 43,0). При этом отмечается более прямая связь числа агрегации с содержанием фракций микроагрегатного состава крупнее 0,05 мм.

Рассмотрим макроагрегатный состав выщелоченных черноземов. К. П. Горшенин (1955), обобщая имеющиеся материалы по макроагрегированию черноземов расчлененной лесостепи Сибири, приходит к выводу, что в формировании макроагрегатов имеет значение механический состав почвообразующих пород. Так, черноземы на лёссовидных породах оструктурены слабее, чем на обычных суглинистых и глинистых породах, и их структура под действием многолетних трав хуже восстанавливается.

Проведенные нами исследования макроагрегатного состава на Сухо-бузимском ГСУ позволяют подтвердить вывод К. П. Горшенина о слабом развитии макроагрегатов в черноземах на лёссовидных породах.

В целинных условиях под редколесьем в гумусовом горизонте содержится фракций крупнее 0,25 мм всего лишь 54,2%, а по обороту пласта многолетних трав фракций — 36,3% и на пятый год после распашки многолетних трав—18,8%. В иллювиальном горизонте содержание этих фракций равно 35—40%, в материнской же породе всего 6—9%. Учитывая, что на черноземах Сухобузимского ГСУ прошло две ротации травопольного севооборота, следовало бы ожидать у них наличия большего количества макроагрегатов и более медленное разрушение последних после распашки пласта многолетних трав.

К настоящему времени благодаря работам А. Ф. Тюлина (1946), И. Н. Антипова-Каратаева, В. В. Келлерман, Д. В. Хана (1948), З. С. Филиппович (1956), М. Н. Польского (1952) в общих чертах стала известна схема образования агрегатов. Предполагается, что на первом этапе агрегирования происходит цементация отдельных почвенных частиц в микроагрегаты в основном благодаря наличию минеральных и органо-минеральных коллоидов, затем уже наступает склеивание микро-агрегатов в макроагрегаты. В последнем случае придается большое значение органическим коллоидам.

Образование же этих коллоидов, как это было отмечено еще классиками почвоведения и в дальнейшем уточнено обширными исследованиями, связано с условиями разложения растительных и животных остатков при участии почвенных микроорганизмов. На почвах, богатых микроорганизмами, особенно актиномицетами, происходит образование агрегатов более высокого порядка.

Не имея специальных исследований, можем лишь предположить, что слабое образование макроагрегатов у выщелоченных черноземов Сухобузимского ГСУ Красноярского края в значительной мере связано с коротким периодом оптимальных условий для деятельности грибов, бактерии и актиномицетов. По-видимому, агрегирующее значение многолетних трав и промерзание почвы при отсутствии снегового покрова сказываются в большой степени на микроагрегировании, которое, в свою очередь, и обуславливает благоприятные агрофизические свойства этих почв. Несмотря на отсутствие хорошей комковато-зернистой структуры у черноземов Сухобузимского ГСУ, пашня не имеет глыбистой поверхности, легко обрабатывается, не заплывает, имеет хорошую водопроницаемость. В данном случае подтверждается высказывание Н. А. Качинского (1934), что, будучи прочными, микроструктурные агрегаты принимают на себя частично роль крупных механических элементов и в этом смысле улучшают физические свойства тяжелых почв, изменяя их как бы в сторону более легкой почвы. Следует добавить к этому, что при микроагрегировании тяжелые почвы не приобретают отрицательные свойства, присущие легким почвам, как уменьшение диапазона активной влаги и т. п.

Макроагрегатный состав (в %) выщелоченных черноземов красноярской лесостепи (мокрое просеивание)										
Почваугодие	Горизонт	Глубина образца	Диаметр фракций мм							
			>1 м		1-0.25		<0.25		>0,25	
Чернозем выщелоченный Сухобузимский редколесье	А	0—10	42	3	11	9	45	8	54	2
	А	20—30	22	0,1	19	0	58	9	41	1
	АВ	40—50	10	0,1	30	3	59	0,6	40	0,4
	В	80—90	1	0,1	11	0,3	87	0,6	12	0,4
	С	120—130	0	0,7	5	0,5	3	0,8	6	2
Чернозем выщелоченный Сухобузимский нагопослераспашки пласта люцерны	Ап	0—20	1	0,1	18	0,7	81	2	18	0,8
	А	25—30	3	2	18	2	88	0,6	11	0,4
	АВ	30—40	10	0,9	24	0,8	64	0,3	35	0,7
	В	50—60	7	0,4	15	0,7	76	0,9	23	0,1
	В	70—80	1	0,1	6	0,4	92	0,5	7	5
	С	90—100	1	0,3	6	0,3	92	0,4	7	0,6
Чернозем выщелоченный Сухобузимский отпласта люцерны	Ап	0-20	6	0,7	29	0,6	63	0,7	36	0,3
	АВ	25-35	13	0,1	31	0,7	55	0,2	44	0,8

Клубни картофеля формируются в почве, поэтому культура предъявляет высокие требования к воздушному режиму и физическим свойствам почвы. Плотность почвы должна быть в пределах 0,9...1,02 г/см<sup>3</sup>. Лучшими почвами считают легкие и средние суглинки, супеси; окультуренные и хорошо удобренные дерново-подзолистые, серые лесные почвы, осушенные торфяники, черноземы. Рассмотренные почвы характеризуется как легкоглинистые пылевато-иловатые, следовательно вполне соответствуют требованиям культуры.

### **Сложение и водопроницаемость**

Агрономические свойства почв тесно связаны с тем или иным сложением почвы и почвообразующих пород. Сложение почвы определяет не только способ ее обработки, но влияет и на процессы воздухообмена и водонасыщения. Рассмотрим наши данные для выщелоченных легкоглинистых черноземов.

Удельный вес (УВ) выщелоченных черноземов по профилю изменяется в обычном порядке: в гумусовом горизонте УВ = 2,50 — 2,58 в горизонте В УВ = 2,65 — 2,70, в породе УВ = 2,69 — 2,72. Уменьшение УВ в гумусовом горизонте связано с большим содержанием в нем корневых остатков. Наши определения объемного веса (ОВ) выщелоченных черноземов до глубины 2 м говорят о слабом уплотнении лёссовидных почв и пород. Материнские породы имеют ОВ порядка 1,32—1,40. Наибольшей плотностью обладают иллювиальные

горизонты, где ОВ достигает 1,47—1,50. Отмечается существенное различие в сложении выщелоченных черноземов старопашки и редколесья в полуметровом слое по показателям объемного веса (табл. 12).

Более низкие показатели ОВ в разр. 44 (редколесье) объясняются как большим содержанием корней в полуметровом слое, так и его трещиноватостью. Последняя является результатом промерзания почвы. Образующиеся же на пашне трещины зимой или в период летней засухи при обработке засыпаются и тем самым сохраняется постоянное уплотнение подпахотного горизонта. В целинных условиях, особенно под

Угодье	Глубина, см				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
Старопашка, разр. 43	1,13	1,22	1,40	1,38	1,43
Редколесье, разр. 44	0,94	1,17	1,31	1,38	1,47

лесом, встречается много трещин шириной 5—7 см, идущих на глубину до 30—50 см и ниже. Иногда поверхность почвы в лесу разбита на выпуклые полигоны диаметром 1,5—2 м. Трещины являются своего рода водоприемниками поверхностного стока талых вод.

В условиях Красноярской лесостепи сильно развитая трещиноватость почв играет большую роль в улучшении водопроницаемости и воздухообмена, а также обуславливает незначительное проявление водной эрозии на этих почвах. Лишь на очень крутых склонах заметно разрушающее действие ливневых дождей.

В прямой связи с объемным весом находится общая порозность (П), которая в верхнем гумусовом горизонте равна 52—62%, в горизонте В — 44—48%, а в породе — 49—51%. Образование на пашне плужной подошвы отражается в снижении П до 45,8%.

Известно, что величина и интенсивность поступления дождевых, талых или поливных вод в почву определяется водопроницаемостью последней. Водопроницаемость почвы, в свою очередь, зависит непосредственно от величины порозности и главным образом от размера пор, а также от агрегированности почвы. Кроме того, на водопроницаемость оказывает существенное влияние наличие в почве крупных промежутков, трещин, ходов червей и корней. Скопление заземленного воздуха в почве иногда существенно снижает водопроницаемость почв. Уменьшение водопроницаемости в процессе просачивания влаги (особенно в тонкозернистых грунтах) вызывается набуханием почвенных коллоидов, которое ведет к сужению почвенных пор, и разрушением структурных отдельностей. Рассмотрим водопроницаемость выщелоченных черноземов по разрезам 43 и 44, где определение ее проведено наиболее полно по всем генетическим горизонтам.

Впитывание воды с поверхности пашни (разр. 43) в первый час было равно 5—6 мм/мин, с установлением устойчивого впитывания к 5—6 часу—в 2—2,2 мм/мин. Водопроницаемость плужной подошвы с глубины 22 см в первый час была в 4 раза ниже, чем с поверхности, в дальнейшем становилась в 2—3 раза меньше, т. е. равной 0,6—0,8 мм/мин.

Водопроницаемость иллювиального горизонта с глубины 40 см была гораздо выше плужной подошвы, в 1,5—2 раза меньше, чем у поверхностных горизонтов.

Учитывая, что водопроницаемость всех горизонтов удовлетворительна и полностью обеспечивает впитывание выпадающих осадков, указанные различия в водопроницаемости этих горизонтов не имеют особого агротехнического значения. Меньшая водопроницаемость с глубины 22 см лишней раз подчеркивает отрицательную роль плужной подошвы, последняя препятствует также нормальному развитию корневой системы растений. Корни обычно располагаются горизонтально плужной подошве. Поэтому возникает необходимость на черноземах проводить периодически рыхление плужной подошвы с помощью

почвоуглубителя при заглаблении обычного плуга на 25—28 см.

Водопроницаемость выщелоченного чернозема (разр. 44) в условиях целины с поверхности была равна в первый час 3,9 мм/мин, т. е. несколько ниже, чем на пашне. Горизонт В (разр. 44) имел почти одинаковую водопроницаемость с горизонтом В (разр. 43). Материнская порода имела водопроницаемость в первый час 0,8—1,2 мм/мин, а затем устанавливалась в 0,2—0,6 мм/мин, или примерно 30—80 см в сутки. Последняя величина характерна для водопроницаемости лёссовидных глееватых легких глин. Как видно, такие породы не могут служить водоупором длительный период. Следует отметить, что рассматриваемые нами два почвенных разреза черноземов, имеющие различный макроагрегатный состав, характеризуются практически почти одинаковой водопроницаемостью. Согласно оценке агрофизических свойств, предложенной Н. А. Качинским (1958), выщелоченные черноземы Красноярской лесостепи и основном обладают хорошими показателями.

### **Константы почвенной влаги**

Кто связан с земледелием и изучением почв, тому хорошо известно значение констант почвенной влаги в определении и регулировании влагообеспеченности растений и процессов, протекающих в почве. В настоящее время имеется большое количество исследований, вскрывающих природу почвенной влаги, характер ее поведения и доступности растениям.

Это позволяет нам лишь кратко остановиться на определении констант и категорий влаги уже принятых большинством исследователей.

Рассмотрим экспериментально данные важнейших констант почвенной влаги выщелоченных черноземов.

Максимальная гигроскопичность (МГ) или наибольшее количество парообразной влаги, которое воздушно-сухая почва может поглотить из воздуха с относительной влажностью, равной 94%, складывается из максимально возможного количества прочно связанной влаги и некоторого количества рыхлосвязанной влаги, последняя появляется в результате капиллярной конденсации. Величина МГ зависит от механического состава почвы и главным образом от количества илестых частиц и отчасти от содержания гумуса.

Максимальная гигроскопичность легкоглинистых выщелоченных черноземов изменяется по профилю почвы: в материнской породе и иллювиальном горизонте равна 7—9%, а в гумусовом горизонте— 10—12% к весу почвы. Отмечаемое увеличение МГ в верхнем горизонте связано с наличием в нем гумуса до 8—10%, который обладает повышенной гигроскопичностью. При расчете МГ к объему почвы ее величина становится в среднем равной 10—12% по всему профилю почвы. Следовательно, в почве около 25% порового пространства занято практически совершенно неподвижной и недоступной для растений влагой.

Более важной константой, непосредственно связанной с расчетом содержания доступной влаги является влажность завядания (ВЗ), под которой понимают такое содержание влаги в почве, при котором растения завядают; причем помещение растения в атмосферу, насыщенную водяным паром, не восстанавливает его тургор. При ВЗ влага складывается из максимального содержания прочносвязанной и некоторого количества рыхлосвязанной влаги. ВЗ так же, как и МГ зависит от механического состава почвы и содержания в ней гумуса.

Экспериментальное определение ВЗ по всем генетическим горизонтам показывает, что соотношение ВЗ и МГ колеблется в довольно широких пределах от 1,3 до 1,7. Причем наибольший разрыв между МГ и ВЗ наблюдается в наиболее илестых горизонтах



материнской породы. Поэтому часто принимаемое в расчетах соотношение  $V_3 = 1,5$  МГ может исказить показатели истинного содержания влаги в отдельных горизонтах в почве, при которой наступает устойчивое завядание растений. В рассматриваемых почвах в среднем  $V_3$  равна 12—14% к весу почвы или 16—18% к объему почвы. Как видим, запасы, практически недоступной влаги довольно большие и измеряются в слое 0—50 см в 88—92 мм, в слое 50—100 см в 82—89 мм, в слое 100—200 см в 180—188 мм, а для 2-метровой толщи в 350—368 мм.

В рассматриваемых нами черноземах воздух занимает 15—18% к объему почвы при содержании влаги, равной НВ. Свободная же порозность при  $V_3$  по всему профилю почв колеблется в пределах 30—35%. При этом следует иметь в виду, что свободное поровое пространство при НВ еще не говорит о характере воздушного режима почвы, так как последний находится в прямой зависимости от режима влажности почв. Забегая несколько вперед, можем отметить, что воздушный режим метрового слоя черноземов складывается весьма благоприятно для развития растений в связи с отсутствием заболачивания и верховодки в период вегетации даже на короткий срок.

### **Водно-температурный режим**

Под водно-температурным или гидротермическим режимом почв принято понимать совокупность явлений поступления, удержания и расхода влаги и тепла в почве.

Водно-температурный режим почв является производным от многих факторов—метеорологических условий, гидрогеологического строения, рельефа, растительности и водно-физических свойств самой почвы. В то же время он сам представляет собой один из основных факторов почвообразования и плодородия почвы. Геологическое строение и рельеф трансформируются очень медленно, более изменчивой является растительность, но в большей степени изменяются метеорологические условия. В основном в зависимости от соотношения осадков и температур складывается тот или иной водно-температурный режим почв по сезонам и годам.

В настоящее время имеется сравнительно большой материал по изучению водного режима почв Европейской части России, чего нельзя сказать в отношении Средней Сибири. Несмотря на то, что водный режим почв в нашей стране начали изучать в конце прошлого столетия (Высоцкий, 1899—1900, Измаильский, 1893, и др.), до настоящего времени его исследование часто проводится в связи с температурным режимом почв, хотя важное влияние последнего на водный режим и признается всеми исследователями.

Учитывая, что в условиях Средней Сибири наблюдаются резкие колебания температур воздуха и почвы в течение года, а также длительное сезонное промерзание почв, мы считали крайне необходимым проводить исследования водного и температурного режима одновременно и в их взаимосвязи.

Содержание влаги и температура почвы определялись одновременно, на пахотном участке до глубины 4 м, а в редколесье до 5 м, т. е. до глубины залегания мощного галечникового горизонта. Грунтовая вода на территории ключа залегает глубже 15 м.

При изучении температурного режима почв мы исходили из ряда установленных положений. Известно, что нагревание и охлаждение почвы зависит от многих условий: от разности температур отдельных слоев почвы, ее теплопроводности, теплоемкости, а следовательно, и температуропроводности. Чем больше разность температур поверхности почвы и ее глубоких слоев, тем большее количество тепла поступает в почву или уходит из нее. Теплопроводность же почвы зависит от ее физических свойств, т. е. от содержания твердых частиц, влаги и пористости почвы. В частности, теплопроводность твердых частиц

примерно в 100 раз больше теплопроводности воздуха и в 4 раза больше воды. Нагревание и охлаждение почвы определяется также ее теплоемкостью. Так как вода обладает наибольшей теплоемкостью, по сравнению с твердой и воздушной фазами почвы, то по мере увлажнения почвы теплоемкость и теплопроводность почвы увеличивается, но не прямо пропорционально величине влажности. С увеличением пористости теплопроводность почвы уменьшается.

Тепловое состояние почвы обычно выражается не в абсолютных величинах — калориях, а в относительных — градусах. При наших исследованиях наблюдения велись лишь за изменением температуры почвы во времени и по глубине. Вначале рассмотрим полученные нами данные по температурному режиму пашни.

Оттаивание почвы на пашне в 1957 г. наступило в первых числах мая. К 13.V оттаяло всего лишь 30 см, при общем промерзании почвы до глубины 340 см, в дальнейшем оттаивание происходило крайне медленно и в основном сверху. Полное оттаивание почвы наступило только к середине сентября, причем оттаивание слоя сезонного промерзания снизу было не больше 20—40 см. Температура мерзлого горизонта оставалась в течение этого времени в пределах 0,0-0,5°. Под слоем сезонного промерзания температура оставалась почти постоянной в течение года около +1,0°.

Значительно большее изменение температуры летом наблюдалось в надмерзлотном слое. В июне в почве создался градиент температур в 0,04—0,02 гр/см. Следует отметить, что в течение всего мая профиль почвы не нагревался выше +10°, т. е. не прогревался до активных температур. Изотерма активных температур (> +10°) лишь к середине августа опустилась до глубины 100 см. Слои промерзшей почвы препятствовали более быстрому прогреванию почвы. Только после полного оттаивания было прослежено кратковременное прогревание более глубоких горизонтов. Наступившее резкое похолодание и начавшееся промерзание почвы со второй декады октября прекратило дальнейшее прогревание этих более глубоких горизонтов.

Следует отметить, что в степных районах Европейской зоны горизонт постоянных температур начинается примерно лишь с глубины 12—15 м, а изотермы с температурой выше +10° опускаются до 2—3 м (Лебедев, 1936). Температуры больше +10° держатся в пахотном горизонте в течение 5 месяцев. В наших же условиях температуры выше +10° наблюдаются в пахотном горизонте всего около 3,5 месяцев. Амплитуды же сезонных колебаний температур на пашне распространяются в почве до глубины 4 м, а под лесом сезонным колебанием температур охвачена толща в 5—5,5 м. Ниже располагается горизонт годовых постоянных (вековых) температур, причем они постепенно увеличиваются книзу.

М. М. Кононова (1951) на основе своих исследований и данных Э. Вольни, П. А. Костычева дает следующую приближенную зависимость микробиологической деятельности от гидротермического фактора:

Температура, °С	Возможная интенсивность микробиологическая деятельность	Влажность в % от полной влагоемкости
30	Слабая	80
30—20	Весьма интенсивная	80—60
20—10	Довольно интенсивная	60—40
10—5	Довольно слабая	40—20
5	Очень слабая (ничтожная)	20

Учитывая данные М. М. Кононовой, следует ожидать на рассматриваемых черноземах следующий характер микробиологической деятельности в пахотном горизонте: в первой половине мая — ничтожную интенсивность, во второй половине мая — довольно слабую, в

июне — августе — довольно интенсивную во влажные годы и довольно слабую в сухие годы (влажность пахотного слоя достигает 25—35% от полной влагоемкости), в сентябре — довольно слабую и слабую. Весьма интенсивная микробиологическая деятельность возможна лишь в отдельные короткие периоды вегетационного сезона. Ниже основного корнеобитаемого слоя (глубже 50—60 см) микробиологическая деятельность может быть охарактеризована как довольно слабая, и притом в относительно короткий период времени (1,5—2 месяца).

Рассмотренный температурный режим почв Красноярской лесостепи позволяет объяснить приуроченность активных почвенно-микробиологических процессов к верхним слоям почвы, а следовательно, и формирование на них столь маломощного гумусового горизонта. Этим же можно объяснить ничтожно малое количество в почвах таких важных в агрономическом отношении почвообразователей, как черви и насекомые.

Водный режим почв количественно характеризуется водным балансом, который учитывает начальные и конечные запасы влаги в почве и все виды поступления и расхода ее. В отношении накопления и расхода влаги мы не имеем всех балансовых элементов, непосредственно установленных экспериментом. Это относится к конденсации в почве парообразной влаги, поступающей из атмосферы и грунтовых вод, транспирации растительности и испарения влаги с поверхности почвы. Но так как нами учитывался главный источник влаги — атмосферные осадки и динамика запасов влаги по почвенным горизонтам, считаем все же возможным говорить об исследовании водного режима выщелоченных черноземов. Рассмотрим вначале водный режим пашни.

В 1957 г. пашня была занята ячменем, а в 1958 г. находилась под паром. На поле применялась обычная агротехника в системе травопольного севооборота. 8.V 1957 г. оттаявшая на 10—15 см почва была проборонована, 15.V была проведена культивация, а 17.V был посеян ячмень. Первые всходы появились 30—31.V. Уборку ячменя провели 20.VIII. В начале сентября провели лущение стерни, а в конце этого месяца — вспашку на глубину 22 см под черный пар. 15—17.V 1958 г. поле пробороновали, а затем в течение лета проводили 4 раза культивацию и одну перепашку.

Увлажнение профиля выщелоченного чернозема неоднородно.

Верхний 30-сантиметровый оттаявший слой почвы имел влажность более 40% к объему почвы, что примерно равно капиллярной влагоемкости пахотного горизонта. Столь высокое содержание влаги по-видимому, объясняется сравнительно большим количеством осадков выпавших в первой половине мая. Содержание влаги ниже этого горизонта на глубине 70 см понижается до 15—18% к весу почвы, или 23—25% к объему почвы, что составляет около 60% от НВ. С глубины 100 см влажность резко повышается, достигая в слое 150-220 см 36-39%, что равно наименьшей влагоемкости (НВ). С глубиной увлажнение почвенного профиля уменьшается и в слое 360-400 см становится равным 26-28 или 70-80% от НВ. Общие запасы влаги в 4-метровой толще равны 1245 мм.

В течение вегетационного периода влажность почвы изменяется в основном лишь в верхнем полуметровом слое.

За период с 13.V по 7.VIII из 4-метровой толщи почвы было израсходовано 197 мм влаги, в том числе из верхнего полуметра 114 мм. В середине августа в верхнем корнеобитаемом слое влажность достигла 14—15%, т. е. стала ниже ВЗ. Интересно отметить, что запасы влаги в сравнительно иссушенном горизонте 50—100 см оставались в течение вегетационного периода постоянными, в то время как из влажного нижерасположенного 3-метрового слоя убыло 82 мм. В метровом слое чернозема температурный градиент 0,05 гр/см наблюдался примерно 200 дней. Следовательно, накопление влаги  $q = 1,61 \times 0,05 \times 200 = 16$  мм.

Перейдем к рассмотрению водного режима почвы под редколесьем. Он существенно

отличается от водного режима пахотной почвы. Исследования проводились в период 1956-1958 гг.

В почве на глубине 80 см высокое увлажнение (более 35—40% влаги к объему почвы или более НВ). Ниже располагался значительно менее увлажненный горизонт влаги к объему почвы (26—28%), который, в свою очередь, с глубины 220 см подстилался более влажным слоем (примерно 90—100% от НВ или 30—33% влаги к объему почвы). С глубины 3 м содержание влаги постепенно снижается до 25% к объему почвы или 70—80% от НВ. Но с глубины 450—500 см до песчано-галечникового горизонта (расположенного на глубине 6,5 м) влажность почвы снова повышается.

Высокое увлажнение до глубины 80 см объясняется большим количеством выпавших дождевых осадков в октябре 1956 г. (52 мм) и за счет впитывания части талых вод в начале мая 1957 г. Проникновение талых вод в мерзлую почву в основном было возможно лишь по трещинам.

Древесная и травянистая растительность начала использовать почвенную влагу лишь с первых чисел июня. В условиях длительного сезонного промерзания наблюдается своего рода ярусное потребление влаги из почвенного профиля. В июне происходит расход влаги в верхнем метре, а во втором метре наблюдается еще дальнейшее некоторое увлажнение за счет стекания влаги сверху по мере ее оттаивания. Если в июле потребление влаги отмечалось до глубины 150—160 см, то в августе и сентябре — до глубины 2,5 м. К 7.VIII 1957 г. из весенних запасов влаги в 5-метровой толще почвы израсходовано 204 мм, в том числе из верхнего метра 130 мм. За весь же теплый период с 13.V по 3.X 1957 г. из 5-метрового слоя почвогрунта израсходовано 349 мм весенних запасов влаги, что составляет почти сумму годовых осадков. Общий же расход влаги на физическое испарение и транспирацию, включая поглощенные почвой 143 мм осадков за указанный период, составляет 492 мм. Это позволяет нам сделать вывод, что ежегодно выпадающие осадки в здешних парковых лесах почти полностью расходуются растительностью и частично испаряются с поверхности почвы поэтому можно говорить о непромывном типе водного режима выщелоченных черноземов ровных участков, занятых лесами и редколесьем. В микропонижениях, конечно, возможно ежегодное сквозное промачивание всей толщи почвогрунта.

За зимний период 1957/58 г. 3.X по 13.V под редколесьем в 5-метровой толще произошло накопление 235 мм влаги — из них в верхнем метре 76 мм. Возникает вопрос — за счет чего могло произойти под лесом накопление влаги? На исследуемом участке редколесья, за счет сдувания снега с поля, образовался снеговой покров в 50—60 см, так что весной при таянии снега здесь фактически в почву поступило около 100—120 мм. За это же время выпало жидких осадков 56 мм.

Следует отметить, что в редколесье поверхностный сток почти не наблюдается. Талые воды легко впитываются в мерзлую, но достаточно сухую и трещиноватую почву; нами наблюдался языковатый характер как промачивания, так и оттаивания верхнего горизонта почвы до глубины 40—50 см.

Возможны два дополнительных источника поступления влаги: 1) подтягивание влаги зимой кверху из нижележащих глубинных горизонтов (в капиллярно-пленочном и парообразном виде), 2) внутрпочвенный боковой приток.

Значение второго источника может быть небольшим, учитывая наличие глубокого промерзания и позднего оттаивания почвы. Поэтому столь большую прибавку влаги весной в почвенно-грунтовой толще под редколесьем за указанный период по сравнению с пашней, по-видимому, можно объяснить наличием в первом случае снегового покрова, препятствующего испарению влаги зимой с поверхности почвы, и проникновением талых вод по трещинам.

Меньшее иссушение почвогрунта под редколесьем летом 1958 г. по сравнению с тем же периодом 1957 г. объясняется в основном частичной вырубкой колхозом березняка на исследуемом участке. В связи с этим в августе и сентябре расход влаги наблюдался в основном лишь до глубины 160 см. Общий же расход влаги из почвы за период с 13.V по 6.VIII 1958 г. выразился в 201 мм, а при учете поступивших осадков — 282 мм.

Указанные зоны увлажнения и характер водного режима выщелоченных черноземов, по-видимому, в принципиальных чертах имеют место на всех подтипах черноземов Красноярской лесостепи.

Рассмотренный характер водного режима выщелоченных черноземов в значительной мере объясняет наличие в них признаков оглеения с глубины 100—130 см. Если в обычных условиях при близких почвенно-грунтово-водных водах оглеение вызывается длительным капиллярным увлажнением, то в данном случае оно вызывается существованием постоянного высокоувлажненного слоя длительного сезонного промерзания.

Проведенные нами полевые исследования позволяют сделать предварительный вывод о том, что в почвах Красноярской лесостепи в настоящее время существуют три типа водного режима: непромывной, периодически непромывной и промывной. Первый тип характерен для почв плакорных условий рельефа с незначительным снежным покровом. В тех же условиях рельефа под перелесками, куда сдувается снег с полей, возможен второй тип периодически непромывной. Промывной тип водного режима наблюдается в почвах микропонижений.

Учитывая специфику климатических условий и характер увлажнения почвогрунтов Красноярского края, необходимо выделить эти типы водного режима, как длительно-сезонномерзлотные, в отличие от одноименных типов водного режима Европейской части России.

Изучение водно-температурного режима рассмотренных черноземов показывает, что наличие в них глубокого и длительного промерзания имеет как отрицательное, так и положительное значение. Оно отрицательно отражается на теплообеспеченности растений и сокращении периода оптимальных условий почвенно-биологических процессов.

Вместе с тем промерзание почвы в значительной мере обуславливает естественное рыхление почвы, а также создает условия для существования непромывного водного режима, т. е. условия для эффективного использования выпадающего здесь сравнительно небольшого количества осадков.

Образование слоя постоянного высокого увлажнения примерно с глубины 1—1,5 до 2,5 м можно признать полезным в обычные засушливые годы, но, если засуха бывает после 1—2 сухих лет, он не оказывает свое положительное влияние. Поэтому поднятие слоя постоянного высокого увлажнения кверху, благодаря более медленному промерзанию почвы в начальный период зимы, является необходимым. Это возможно достигнуть с помощью снегозадержания. Весеннее же таяние снега будет служить дополнительной влагозарядкой верхних горизонтов. Примером может служить водный и температурный режим почв редколесья, который, в связи с накоплением здесь снега, оказывается более благоприятным, чем на пашне. Поэтому создание лесных полос, введение кулисных паров и т. п. являются крайне необходимыми мероприятиями в Красноярском крае. Особенно важно задержать первый снег.

Кроме того, необходимо широко использовать прикатывание посевов весной как в целях лучшего подтягивания влаги из нижних горизонтов, так и лучшего прогревания почвы. Уплотненные почвы обладают лучшей теплопроводностью по сравнению с рыхлыми.

Более теплолюбивые зерновые культуры и овощи следует располагать преимущественно на южных склонах, которые прогреваются глубже и почва на них полностью оттаивает примерно на 1—1,5 м раньше, чем на северных склонах.

Оптимальная температура для роста и развития картофеля +16...+22 град. С. Прорастание почек в почве начинается при +5...+8 град. С. Клубнеобразование наиболее интенсивно происходит при ночной температуре воздуха +10...+13 град. С. При снижении среднесуточной температуры воздуха до +2 град. С и повышении ее до +29 град. С формирование и рост клубней прекращается. На данных почвах требуемые температурные условия имеют место только в течение 3,5 месяцев, что вполне приемлемо для посадки раннеспелых и сортов картофеля. Необходимо использовать агротехнические приемы для улучшения температурного режима почв. Например, посев культур по поделанным гребням. Этот прием будет безусловно эффективным на пониженных элементах рельефа, особенно при выращивании овощей, картофеля и кукурузы.

Требования к влаге. Картофель сравнительно экономично расходует влагу, но потребность в ней в разные периоды жизни неодинакова. В период от посадки до появления всходов потребность в воде удовлетворяется за счет содержания ее в посадочных клубнях, потом потребность в воде возрастает и достигает максимального значения в период цветения и начала клубнеобразования. В этот период влажность почвы не должна быть ниже 70% НВ. Даже при кратковременной засухе рост клубней прекращается. Переувлажнение почвы для картофеля также опасно, т.к. ведет к загниванию клубней и распространению фитофтороза.

### **АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Агротехнические свойства выщелоченных черноземов представлены в табл. 1. Почвы обладают практически нейтральной кислотностью. В перегнойно-аккумулятивном горизонте почвы под редколесьем (разр. 44) рН солевой вытяжки равен 5,8—6,0, в иллювиальном горизонте— 5,6, в материнской породе — 6,9. В условиях пашни выщелоченные черноземы (разр. 43) имеют почти те же показатели кислотности. В обратной последовательности по профилю почвы расположены величины гидролитической кислотности; в перегнойно-аккумулятивном горизонте — 2,5—2,8 мг/экв на 100 г почвы, а в материнской породе — 0,3—0,4 мг/экв. В выщелоченном от карбонатов горизонте содержится обменных Н— 0,02 мг/экв и АI— 0,18 мг/экв-

На пашне отмечаются два горизонта накопления CO<sub>2</sub>: в первом горизонте на глубине 70—140 см CO<sub>2</sub> содержится около 5%, затем оно снижается до 0,4—1,0%, а во втором — 230—250 см — снова поднимается до 1,5—2,3%, а еще ниже остается в пределах 0,3—1,1% (рис. 9). Под редколесьем (разр. 44) в слое 90—170 см содержится 5,7—6,3% CO<sub>2</sub>, а к низу остается около 1—3%, однако с глубины 4 м снова отмечается повышение содержания до 4,4%.

На основании многолетних исследований Е. А. Афанасьева (1947) пришла к выводу о том, что водный режим черноземных почв и связанный с ним характер сезонных и годовых миграций CaCO<sub>3</sub> в различных разновидностях черноземов обуславливает и характер распределения углесолей в их карбонатных горизонтах. Сезонное и годовое перемещение верхней границы вскипания карбонатов в выщелоченных черноземах выражено в больших размерах, чем в обыкновенных черноземах где промачивание бывает меньше.

Характер распределения карбонатов в выщелоченных черноземах Красноярской лесостепи становится понятным лишь при учете специфики водного режима, обусловленного глубоким и длительным промерзанием. Большое накопление CO<sub>2</sub> в слое 60—130 см (разр. 43) связано с нисходящим током влаги сверху и подтягиванием капиллярно-пленочной влаги к этому слою по мере оттаивания влажного нижележащего горизонта. Ступенчатый же характер всего профиля карбонатов почв редколесья говорит о их периодическом глубоком промачивании.

О величине почвенного поглощающего комплекса можно судить по емкости поглощения, которая в рассматриваемых выщелоченных черноземах сравнительно высокая

— 56—58 мг/экв в гумусовом горизонте, а в материнской породе равна 17—20 мг/экв на 100 г почвы.

Из данных таблицы видно, что количество обменных оснований находится в тесной зависимости от содержания гумуса. В верхней части почвы содержится  $\text{Ca} + \text{Mg} = 56—57$  мг/экв, а в горизонте В — 30—35 мг/экв, причем везде Mg составляет 10—15% от суммы поглощенных оснований. Уменьшение количества последнего книзу по профилю почвы происходит гораздо медленнее, чем обменного кальция. Насыщенность основаниями очень высокая и равна 94—96%.

Одним из важнейших показателей плодородия почв является содержание в ней гумуса. Рассматриваемые черноземы имеют маломощный, но высокогумусированный аккумулятивный горизонт. В верхнем 20-сантиметровом слое гумуса имеется 9,6—11,6%, а ниже по профилю почвы его содержание резко падает — на глубине 50—60 см гумуса всего 1,2—1,3%. Всего в метровом слое содержание гумуса равно 414—420 т/га. Черноземы Красноярской лесостепи имеют небольшую мощность гумусового горизонта и по запасам гумуса уступают европейским выщелоченным черноземам, последние, по данным Н. И. Болотиной (1947) и Д. М. Хейфец (1950), содержат гумуса в метровом слое 536—549 т/га. В полуметровом же верхнем слое Красноярские черноземы содержат гумуса несколько больше, чем европейские черноземы.

Причиной различного содержания гумуса в почвах в значительной мере является интенсивность и соотношение процессов гумификации и минерализации органического вещества, что находится в прямой зависимости от влажности и температуры почвы.

Малая мощность гумусового горизонта рассматриваемых черноземов объясняется в основном тем, что оптимальный температурный режим устанавливается только в полуметровом слое и лишь в течение двух с половиной -трех месяцев.

Наличие некоторой луговости (тучности и глееватости) выщелоченных черноземов, по-видимому, можно объяснить присущим им водно-тепловым режимом с характерным длительно-сезонным промерзанием.

Разложение и минерализация органического вещества хотя и происходит в короткий период, но, как правило, в обычные годы при вполне оптимальных условиях увлажнения и прогревания почвы. По-видимому, этим можно объяснить и высокое содержание гумуса (9—11%) в выщелоченных черноземах Красноярского края.

В целях выяснения характера распределения корней по профилю почвы было проведено послойное определение подземной массы по ее компонентам. Содержание живых корней и мертвых растительных остатков под посевами ячменя (разр. 43) в корнеобитаемом 60-сантиметровом слое почвы составляет 13,6 т/га, или 4,2% от общего содержания гумуса в этом слое. Живых корней содержится 4 т/га, мертвых — 6,8 т/га и гумусированного остатка — 2,8 т/га. Около 90% этой массы располагается в пахотном слое. Мертвые корни и гумусированный остаток составляют около 70%, т. е. соотношение между живыми и мертвыми корнями равно 1 : 3. Такое соотношение указывает на общий слабый процесс разложения и гумификации.

Под древесно-травянистой растительностью (разр. 44) в почве содержится 19,5 т/га корней и органических остатков, что составляет 6% к общему запасу гумуса. В верхнем 20-сантиметровом слое содержится около 80% корней и корневых остатков к их общей массе в почве. Меньшее содержание мертвых корней под редколесьем, по-видимому, объясняется только частичным ежегодным отмиранием корней многолетней травянистой и древесной растительности. Но и здесь мертвые корни и полуразложившиеся остатки составляют около 30%, т. е. соотношение между живыми и мертвыми корнями равно 3:1.

Как видим, более благоприятный водный режим под лесом обуславливает и лучшую гумификацию растительных остатков. При сравнении наших данных с соответствующими

наблюдениями в Европейской части России (Панкова, 1952, 1958, и др.) видно, что там на одноименных почвах корневая система захватывает более глубокие горизонты и разложение мертвых остатков идет быстрее, чем в наших условиях. Более слабое разложение органического вещества в Сибири связано с очень кратким периодом оптимальных температур в почве, который здесь почти в полтора-два месяца меньше, чем в аналогичных почвах степной зоны.

Имеющиеся у нас материалы позволяют сделать такой вывод: корневая система развивается в основном лишь в верхнем 30—40-сантиметровом слое, где и происходит накопление органической массы. Развитие корней в нижних горизонтах в весенне-летний период в значительной степени ограничивается поздним оттаиванием почвогрунтов, а также тем, что растениям нет необходимости потреблять влагу из глубоких горизонтов в обычные, достаточно влажные летние периоды.

Небольшая глубина развития корневой системы и неглубокая зона интенсивных микробиологических процессов определяют и малую мощность гумусового горизонта красноярских черноземов.

При высокой гумусированности выщелоченные черноземы содержат и большое количество общего азота (0,54—0,58%) - Известно, что в почве азот находится в весьма разнообразных как органических, так и минеральных соединениях. Обычно азотсодержащих минеральных соединений бывает в почве во много раз меньше, чем органических. В то же время основная масса органических соединений азота не доступна для растений. Растения ассимилируют подвижные минеральные формы азота.

Выщелоченные черноземы Красноярской лесостепи имеют большие валовые запасы фосфора и калия. Однако решающее значение для плодородия почвы имеют не валовые запасы питательных элементов, а их подвижные формы. Так как для основных типов почв Сибири еще не разработаны специальные методы определения доступных форм фосфора и калия, приводимые выше данные могут служить приближенной оценкой потенциального плодородия рассматриваемых почв. Для точного расчета потребности этих почв в удобрениях необходимы детальные агрохимические полевые опыты.

В гумусовом горизонте выщелоченных черноземов подвижного фосфора содержится 20—30 мг на 100 г почвы.

Содержание подвижных соединений фосфора, равное или больше 10 мг  $P_2O_5$  на 100 г почвы, обычно считается достаточным для обеспечения хорошего урожая зерновых и бобовых культур.

Я. В. Пейве (1956) для дерново-карбонатных почв предложил следующие критерии нуждаемости растений в фосфорных удобрениях по содержанию  $P_2O_5$  в мг на 100 г почвы: меньше 4 — сильная и средняя, 4—7 — средняя и слабая, 7—10 — нуждаются для высоких урожаев корнеплодов. Поэтому можно говорить о сравнительно высоких запасах подвижного (доступного) фосфора в рассматриваемых черноземах.

Содержание подвижного калия в исследованных почвах также сравнительно высокое. На пашне в пахотном слое  $K_2O$ —16 мг на 100 г почвы, в подпахотном горизонте и в материнской породе — 5,7—6,7 мг на 100 г почвы. Под редколесьем подвижного калия содержится в верхнем 10-сантиметровом слое 45 мг на 100 г почвы, а ниже по профилю почвы — 9—15 мг. Большее содержание  $K_2O$  в почвах под лесом объясняется накоплением его в связи с поступлением в процессе разложения большого количества корней и опада, кроме того, в поле много  $K_2O$  выносятся с урожаем.

Несмотря на сравнительно большие запасы общего азота, подвижных форм фосфора и калия, почвы Средней Сибири хорошо отзываются на вносимые минеральные удобрения. В частности, это подтверждается наблюдениями бывшей Камалнинской селекционной станции, расположенной на выщелоченных черноземах и серых лесных почвах в Канской лесостепи,



имеющей в почвешю-клинматическом отношении много общего с рассматриваемым нами районом.

Полное минеральное удобрение по паровому полю на обеих почвах при всех комбинациях мало повышает урожай по сравнению с контролем это говорит как о высоком потенциальном плодородии этих почв, так и о том, что пар сам по себе, содействуя минерализации и накоплению питательных элементов, повышает урожай яровой пшеницы почти вдвое по сравнению с урожаем ее по зяби (по зяби 12—13 ц/га, по пару 25 - 26 ц/га). Внесение же минеральных удобрений при зяблевой обработке дает весьма положительные результаты.

Следует отметить, что внесение отдельно фосфора или калия, даже высоких норм, на выщелоченных черноземах не дает значительного эффекта: урожай повышается лишь на 2—3 ц/га. Внесение по зяби средней нормы одного азота 60 кг/га повышает урожай яровой пшеницы на 8 ц/га, при этом дальнейшее увеличение дозы азота даже снижает урожай яровой пшеницы. Наиболее эффективное плодородие черноземов отмечается при внесении полного удобрения NPK; по зяби урожай становится равным 18--20 ц/га, а по пару —25—30 ц/га. Как видим, благодаря использованию средних норм минеральных удобрений можно почти вдвое поднять урожайность колхозных полей.

Картофель требует большое количество питательных веществ. Так при урожае 25 т/га требуется около 125 кг азота, 50 кг фосфора и 220 кг калия. При урожае 35 т/га соответственно 175, 70, 320 (данные Д.Н.Пряничникова). Наибольшая потребность в питательных веществах наблюдается в период клубнеобразования. Это свойство обязывает земледельца своевременно вносить питательные вещества в объеме компенсирующем их вынос и повышающем плодородие почвы.

Выщелоченные черноземы имеют достаточные запасы минеральных веществ, дополнительное внесение требуется лишь в небольших размерах.

## **ЧЕРНОЗЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫЕ**

Рассмотрим некоторые физические и химические свойства обыкновенно-черноземов, расположенных в остепненной части Красноярской лесостепи. Для морфологической характеристики обыкновенных черноземе приведем описание двух разрезов.

Разрез 1 заложен на левобережье Енисея (6-я терраса с абсолютной отметкой 180 м), в одном километре от русла реки. Это целинная степь типичной степной растительностью: полынь, лапчатка, овсяница, типчак, ,встр1шская полынь, вероника и др. Вскипание карбонатов с 46—48 см.

А 0-24. Темно-серый (во влажном состоянии черный) легкий суглинок. Слегка увлажнен, слабо уплотнен, сильно пронизан корнями, особенно до глубины 10 см, но скреплен слабо. Неясная, непрочная порошистая структура. Заметно нечеткое нлитчато-слоистое сложение. Переход к следующему горизонту заметен по плотности и слабому побурению.

В 21—46. Серый с буроватым оттенком, легкий лёссовидный суглинок. Слабо увлажнен, более плотный, чем вышележащий горизонт, крупноглыбистый, слегка трещиноватый. Переход в следующий горизонт постепенный, ясный.

В 46-62. Палево-бурый с гумусовыми серыми затеками, лёссовидный суглинок. Сухой, карбонатный, карбонаты в виде пятен и прожилок. По сложению сходен с горизонтом 24—46 см. Непрочная глыбисто-призматическая структура.

С 62—120. Палево-бурый, сухой, легкий лёссовидный суглинок. Менее плотный, чем вышележащий горизонт. Глыбистый, но глыбы распадаются легко. С глубины 80 см большое скопление карбонатов в виде мицелия.

Д 120—260. Желтовато-коричневый супесчаный, более рыхлый, имеет выделения карбонатов, меньше чем вышележащий горизонт. До 200 см встречаются отдельные корешки. Однородный по цвету и механическому составу.

Д<sub>2</sub> 260—500. Палево-серый тонкопылеватый песок, однородный по механическому составу, цвету и влажности.

Приведем описание второго разреза, расположенного в других геоморфологических условиях на пашне, засеянной овсом.

Разрез 53 (Е. В. Семиной) заложен в 4 км от деревни Корчино Емельяновского района на вершине плоского водораздела (абсолютная отметка 310 м). По склонам лощин редкие березовые перелески. Порода — лёссовидная легкая глина. Почва вскипает с 26 см; признаки оглеения с 90 см.

А 0—15 см. Темно-серый средний суглинок, влажный, порошистый, рыхлый, переход в следующий горизонт заметный.

АВ 15—26 см. Серовато-бурый уплотненный средний суглинок, бесструктурный, постепенно переходит в горизонт В.

В 26—86 см. Палевый лёссовидный тяжелый суглинок, с выделениями СаСО<sub>3</sub> в виде мицелия, уплотненный, свежий, переход в нижележащий горизонт постепенный.

С 86—135 см. Тот же суглинок, но карбонатных выделений меньше, слабо оглеен, с сизоватыми расплывчатыми и ржавыми пятнами по граням структурных отдельностей.

Д 125—190 см. Сизая глина с ржавыми пятнами, скопления СаСО<sub>3</sub> в виде мицелия, влажный, с глубиной влажность возрастает.

Из описаний видно, что обыкновенные черноземы имеют маломощный гумусовый горизонт. Поэтому при наличии мелкой бугристости частично вспахивается даже горизонт В, отчего пашня имеет пятнистый черно-бурый цвет. На посевах эта пятнистость проявляется не столь заметно, как это бывает обычно в случае припахивания горизонтов А<sub>2</sub> и В па дерново-подзолистых почвах. Это указывает на то, что горизонты АВ и В черноземов обладают неплохим плодородием. Встречающиеся признаки оглеения тяжелосуглинистых почв на глубине 100—200 см позволяют говорить о возможном образовании здесь в отдельные годы избыточного увлажнения.

## **Агрофизические свойства**

Механический состав обыкновенных черноземов по профилю довольно однородный. Изменение его обычно связано с изменением механического состава самой породы, как это видно на примере разреза 1, где легкосуглинистые отложения к низу переходят в супески и пески.

Особенностью механического состава является наличие большого количества крупной пыли (30—35%). Обычно макроагрегированность обыкновенных черноземов слабая. Даже в целинных условиях фракций крупнее 0,25 мм содержится всего 20—25% с постоянным падением их содержания по профилю. Мы не располагаем данными микроагрегатного состава этих почв, но слабое их запыление и хорошая водопроницаемость позволяют, по видимому, говорить об их удовлетворительной микроструктуре. Обыкновенные черноземы после дождей легко обрабатываются, не образуют глыб и при высыхании слегка пушатся. Поэтому местные жители их иногда называют «пыхунами». Настоящие же пыхуны, выделяемые местными почвоведомы, формируются на дне и склонах оврагов или вблизи перелесков на зимних пылеватых наносах, приносимых ветром с открытой бесснежной поверхности пашни. Обыкновенные (и выщелоченные) черноземы часто обладают лишь некоторыми свойствами пыхуна, в частности низким объемным весом. Если материнские

породы имеют объемный вес (ОВ) 1,35—1,40, то слой почвы 0—20 см имеет ОВ меньше 1. В соответствии с шкалой Н. А. Качинского (1958) такие почвы следует относить к вспушенным, так как они имеют ОВ значительно ниже единицы.

В прямой зависимости с объемным весом находится общая порозность: в слое 0—10 см она равна 72%, а до глубины 30—40 см — 62—64%. В горизонтах В и С она опускается до 48—51%. Некоторая вспушенность наблюдается лишь в гумусовом горизонте. Каковы же причины ее образования? По-видимому, в значительной мере это объясняется периодическим иссушением и рыхлением почвы при ее промерзании.

Водопроницаемость легкосуглинистого обыкновенного чернозема высокая по всему профилю. Например, с поверхности она в 1-й час равна 2,3 мм/мин, в горизонте В — 1,8, а в горизонте С — 1,2 мм/мин, а в 3-й час: с поверхности — 1,0, в горизонте В — 1,7 и в породе 0,9 мм/мин. Несколько большая водопроницаемость горизонта В объясняется его трещиноватостью и наличием ходов землероев и корней.

Максимальная гигроскопичность в верхнем суглинистом горизонте равна 9, в супесчаном 6%, а в подстилающем песке до 2—3% (см. рис. 11).

Для данного типа почв нами не проводилось экспериментально определение влажности завядания. Если принять обычно используемый коэффициент  $V_3 = 1,5$  МГ, то содержание недоступной влаги равно в верхней части профиля 10—14%, а ниже по профилю — 5—6% к весу почвы. Полевое определение наименьшей влагоемкости в верхнем метровом слое показало, что эта величина изменяется от 23% в самом верхнем слое 0—10 см до 19% к весу почвы в слое 90—100 см. Необычно высокая НВ этих почв вызвана двучленностью пород. Диапазон же активной влаги (ИВ —  $V_3 = ДАВ$ ) для метровой толщи измеряется в пределах 18—20% к объему почвы. Следовательно, в слое 0—100 см может быть создан запас доступной для растений влаги в 190 мм, равный примерно половине всех годовых осадков.

В течение июня — сентября 1956- 1958 гг. проводились наблюдения за влажностью почвы возле разреза 1. В летний период влажность почвы изменялась лишь в верхнем полуметровом слое, а ниже до глубины 5 м практически оставалась постоянной. В начале и конце лета наблюдалось одинаковое увлажнение, так как летнее иссушение верхнего почвенного горизонта компенсировалось осадками, выпавшими в конце августа и в сентябре. Промачивание почвы весной наблюдается лишь до глубины 50—70 см, а ниже до глубины 150—170 см постоянно бывает слабое увлажнение. Зимой почва промерзает до 2—3 м и оттаивает полностью в конце июля. Невысокое содержание влаги в почве весной говорит о том, что промерзание не способствует хорошему увлажнению почвы. По-видимому, передвигающаяся снизу внутрпочвенная парообразная влага в сухую зиму в значительной степени испаряется с почт» постоянно открытой от снега трещиноватой поверхности почвы. Передвижение же снизу капиллярно-пленочной влаги прерывается неглубоко расположенными песчаными отложениями.

Обыкновенные черноземы, являющиеся основным сельскохозяйственным фондом возле г.Красноярска, в настоящее время используются преимущественно как сенокосы или под посевы яровой пшеницы. Урожай того и другого обычно крайне низкий. Это связано здесь с частыми засухами и слабой весенней влагообеспеченностью почв. В засушливый 1958 г. территория возле г. Красноярска представляла своеобразную пустыню: на неполивных участках урожай картофеля был равен 2—3 т/га, на некоторых полях его посевы погибли полностью. Учитывая, что в ближайшие годы здесь широко будет организовано поливное овощеводство и садоводство, можно рекомендовать полив лишь с помощью дождевания. При высокой водопроницаемости почв и мелкобугристом рельефе поливы напуском будут крайне неэффективными.

## **Агрохимические свойства**

Для обыкновенных черноземов характерно высокое содержание гумуса (8—10%) лишь в маломощном горизонте А, ниже по профилю почвы содержание его резко падает. Емкость поглощения в гумусовом горизонте равна примерно 52—56 мг/экв, в горизонте же В и С она уменьшается в 2—3 раза. В поглощающем комплексе содержится 80—90% обменного кальция; реакция почв нейтральная или слабощелочная.

Карбонаты располагаются неравномерно по профилю почв, наибольшее их содержание на глубине 50—80 см ( $\text{CO}_3$  5—7%), на глубине же 150—200 см  $\text{CO}_2$  содержится 1—3%. Такое распределение карбонатов по профилю обыкновенных черноземов говорит о неглубоком сезонном промачивании этих почв.

В обыкновенных черноземах почти полностью отсутствуют легкорастворимые соли; в почвенном растворе преобладают бикарбонаты кальция и магния, сульфатов и хлоридов содержится ничтожное количество.

Обыкновенные черноземы содержат в гумусовом горизонте общего азота 0,5—0,6%, азота гидролизуемого — 84—98 мг/кг, подвижных  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 20,9 и  $\text{K}_2\text{O}$  — 9,4 мг/100 г. По запасам питательных элементов они богаче, чем обыкновенные черноземы Западно-Сибирской низменности, где в верхнем горизонте почв обычно содержится гумуса 7—9%, азота общего 0,3—0,5%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 8—12 мг/100 г,  $\text{K}_2\text{O}$  — 7—9 мг/100 г почв (Горшешш, 1955). В агрохимическом отношении обыкновенные черноземы Красноярской лесостепи идентичны с одноименными почвами Минусинской впадины (Градобоев, 1954; Коляго, 1954). Плодородие обыкновенных черноземов оценивается гораздо ниже, чем выщелоченных черноземов, в связи с их неудовлетворительной влагообеспеченностью.

## **ЧЕРНОЗЕМЫ ОПОДЗОЛЕННЫЕ**

Черноземы оподзоленные занимают переходное положение между выщелоченными черноземами и темно-серыми лесными почвами. Это отражается и в их свойствах.

Для морфологической характеристики оподзоленных черноземов приведем описание двух типичных разрезов.

Разрез 37 расположен в северной части Красноярской лесостепи в 6 км на северо-запад от с. Большая Мурта на верхней трети водораздела. Рельеф увалисто-холмистый с частыми микрозападинами. Растительность — парковый молодой березово-сосновый лес. Почва вскипает от  $\text{HCl}$  с глубины 80—90 см.

А 0—25 см. Темно-серый, во влажном состоянии черный тяжелый иловато-пылеватый суглинок. Уплотненный. Комковато-зернистой структуры. Встречается мицелий грибов.

$\text{A}_2\text{B}$  25—45 см. Серый тяжелый суглинок, с белесой присыпкой. Слабо уплотнен. Комковато-зернистой структуры. Переход в следующий горизонт постепенный.

В 45—80 см. Окрашен неравномерно. Бурый с белесоватой присыпкой по трещинам. Глинистый. Комковато-ореховатой структуры. Хорошо пронизан корнями. Постепенно переходит в нижележащий горизонт.

Разрез 23. Зона травяных лесов, Казачинский ГСУ, с. Вараковка. Слабовсхолмленный рельеф с мелкими лощинами. Возвышенности заняты сосново-березовыми и сосново-кедровыми лесами, а лощины елово-пихтовыми лесами. Разрез расположен на пашне ровного водораздела с наличием микрозападин. Вскипание от  $\text{HCl}$  с глубины 70 см.'

А 0—22 см. Темно-серый, легкоглинистый. Глыбисто-комковатый, уплотненный.

Наибольшее количество корней в слое 0-12 см.

22—30 см. Темно-серый, глинистый, комковато-зернистый, слабоуплотненный. В 30—45 см. Серый с белесоватым оттенком. Тяжелосуглинистый. Комковато-зернистый. Слабоуплотненный.

В 45—80 см. Бурый, глинистый, плотный, глыбисто-ореховатой структуры. Трещиноватый. Переход постепенный.

С 80—120 см. Бурая влажная лёссовидная карбонатная глина. Менее плотная, чем горизонт В.

С<sub>2</sub> 120—300 см. Бурая с рыжими и сизыми пятнами оглеения легкая глина. Плотная, вязкая. Встречается среднего размера галька. Слабо вскипает от НС1.

Для оподзоленных черноземов характерно, наряду с активно выраженным аккумулятивным процессом, наличие признаков оподзоливания. Морфологически оно выражено кремнеземистой присыпкой по поверхности структурных отдельностей в нижней части гумусового горизонта и наличием уплотненного ореховатого иллювиального горизонта.

В оподзоленных черноземах карбонаты обычно вымыты глубже, чем у выщелоченных черноземов: в первых вскипание от НС1 начинается с глубины 80—90 см, а у вторых уже с глубины 50—60 см.

### Агрофизические свойства

Оподзоленные черноземы имеют иловатопылеватый тяжелосуглинистый механический состав с незначительным увеличением количества илистой фракции в горизонте В, что говорит о наличии иллювиального процесса. Агрегатный анализ показывает, что в целинном состоянии оподзоленные черноземы имеют хорошую макроструктуру (фракций >0,25 мм 75,8—62,2%) как горизонта А, так и оподзоленного горизонта А2.

*Макроагрегатный состав черноземов оподзоленных Красноярского округа, %*

Глубина образца см	Диаметр фракций ,мм						
	Сухое просеивание			мокрое просеивание			
	> 1	1-0,25	< 0,25	>1	1-0,25	< 0,25	> 0,25
Лес, разр. 37							
0—15	72,45	13,19	14,36	58,36	17,48	24,16	75,84
30—40	69,41	17,12	13,47	25,70	36,52	37,78	62,22
Пашня, рзр. 23							
0-20	63,48	17,67	18,85	6,66	28,16	65,18	34,82
30—40	83,49	10,19	6,32	42,42	26,82	30,16	69,84

На старопашне в пахотном слое содержится фракций > 0,25 мм, всего лишь 34,8%, несмотря на то, что данный участок Казачинского ГСУ прошел две ротации травопольного севооборота. Хорошая микроструктура пахотного слоя обуславливает его сравнительно слабое уплотнение и мелкую глыбистость. ffo-видному, разрушение макроструктуры в оподзоленных черноземах при травопольном севообороте связано с нарушением оптимальных сроков обработки.

Черноземы оподзоленные имеют несколько лучшую макроструктуру по сравнению с выщелоченными. Это можно объяснить тем, что первые имеют более благоприятный водный режим, особенно в период промерзания почв, который является существенным фактором структурообразования. Черноземы оподзоленные (см. табл. 20, разр. 23) содержат в пахотном слое фракций > 0,25 мм 35%, а черноземы выщелоченные (см. табл. И разр. 43) 19%, в целинных условиях первые {разр. 37) содержат фракций > 0,25 мм 75%. последние (разр. 44) —54%- Такое сравнение в условиях пашни правомерно, так как обе почвы сортоучастков имеют тождественный механический состав и прошли две ротации травопольного севооборота.

Сравнительно хорошая макроструктурность черноземов оподзоленных находит свое отражение и в других агрофизических показателях. Объемный вес оподзоленных черноземов

изменяется с глубиной постепенно: в горизонте А, он составляет 1,08—1,16, в горизонте А<sub>2</sub>В — 1,25—1,34 и в горизонте В и С— 1,42 (табл. 21). Подпахотный горизонт оподзоленного чернозема благодаря его комковато-зернистой структуре всегда более рыхлый чем у выщелоченных черноземов. Оподзоленные черноземы обладают не высокой общей порозностью (в гумусовом горизонте 54—57%) и хорошей водопроницаемостью. Водопроницаемость в первый час с поверхности оподзоленного чернозема на целине равна 7,1 мм/мин, а на выщелоченных черноземах—3,9 мм/мин, т. е. почти в два раза ниже. Но водопроницаемость с поверхности на пашне примерно одинакова: для первых почв — 4,6 мм/мин, или 276 мм/час, для вторых - - 3,9 мм/мин, или 234 мм/час.

Водные свойства оподзоленных черноземов почти тождественны водным свойствам выщелоченных черноземов. О подзоленные черноземы имеют МГ=П—12%, НВ = 36—38%, а если принять ВЗ=1,5 МГ, то ДАВ выразится в 19—20%, или составит для метрового слоя 190—200 мм влаги.

Изучение ряда разрезов и растительного покрова позволяет говорить, что он более благоприятен по сравнению с выщелоченными черноземами. Это объясняется тем, что оподзоленные черноземы расположены в северной части лесостепи, где более устойчивый снеговой покров.

Следует отметить, что в зоне травяных лесов за счет образования весенней верховодки оподзоленные черноземы сильнее увлажнены, нежели в лесостепи.

Оподзоленные черноземы отличаются высокой емкостью поглощения (48—53 мг/экв) и насыщенностью основаниями {45—46 мг/экв), главным образом кальцием. Магния же содержится 10—13% от суммы поглощенных катионов. Оподзоленные черноземы имеют общего азота 0,3%, с резким падением его в оподзоленном горизонте. Гидролизуемого же азота содержится в почвах под лесом в горизонтах А<sub>1</sub> — 10,9, А<sub>2</sub> — 11,5; на пашне в горизонтах А<sub>п</sub> — 7,6 А<sub>2</sub>В — 5,6 мг на 100 г почвы. Следует отметить, что гидролизуемый азот составляет от общего содержания азота в горизонте А<sub>1</sub>25—30%, а в горизонте А<sub>2</sub>В — около 50%.

В оподзоленных черноземах подвижных фосфора и калия примерно столько же, сколько и в рассмотренных выше выщелоченных черноземах: в горизонте А, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> — 25—31 мг/100 г, К<sub>2</sub>О — 12—19 мг на 100 г почвы. В отношении К<sub>2</sub>О отмечается та же картина, что и на выщелоченных черноземах — уменьшение его содержания на пашне.

По многим агрофизическим и агрохимическим показателям оподзоленные черноземы занимают промежуточное положение между выщелоченными черноземами и темно-серыми лесными почвами, т. е. имеют лишь несколько худшие агрохимические свойства и более благоприятные физические свойства и водный режим, чем выщелоченные черноземы.

## **АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДородИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ**

Рассмотренные физико-химические свойства и водно-температурный режим черноземов позволяют нам обосновать ряд агротехнических мероприятий, необходимых для повышения эффективного плодородия. Известно, что плодородие почв определяется их способностью обеспечивать растения достаточным количеством пищи, водой и теплом. Для черноземов Красноярской лесостепи, как и для всех почв края, обеспеченность теплом находится в минимуме.

Короткий период активных температур в почве на полевых участках может быть заметно

удлинен с помощью такого основного агромелиоративного мероприятия, как снегонакопление, обуславливающего меньшее промерзание почв, а следовательно, и более быстрое ее оттаивание. Примером меньшего промерзания могут служить почвы редколесья, где наблюдается и более глубокое прогревание почвы в течение лета.

Снегонакопление не только улучшает температурный режим почвы, но ликвидирует угрозу весенней засухи. Снеговой покров защищает почву от испарения, а весной талые снеговые воды впитываются почвой, увеличивая запасы влаги в ней. Основная задача мероприятий по улучшению влагообеспеченности в лесостепи — создание полного насыщения весной влагой верхнего 70—80-сантиметрового слоя почвы. Это обеспечивает нормальные условия развития растений в начальный весенне-летний период вегетации. В случае обычной весенне-летней засухи при глубоком развитии корневой системы влага будет потребляться из более глубоких горизонтов, имеющих постоянное высокое увлажнение.

Необходимо также учитывать и другое положительное значение снегонакопления—ликвидацию зимней ветровой эрозии. В Красноярском крае ветровая эрозия приводит к серьезному снижению плодородия почв в степных и лесостепных районах.

В одном из степных районов края весной 1957 г. Г. А. Черемесинов и З. И. Полежаева (1959) наблюдали пыльную бурю, которая в течение 10—12 дней выдула на посевах яровой пшеницы 13 т почвы с 1 га, а на отдельных участках слое верхнего слоя почв достигал 3—5 см. Подобные проявления ветровой эрозии бывают и в зимнее время. Авторы отмечают, что урожайность снижается на слабоэродированных землях на II—21%, на среднеэродированных — 20—29% и на сильноэродированных — более чем в два раза по сравнению с нормально развитыми почвами, не затронутыми процессами эрозии.

На многих старопахотных массивах лесостепной зоны с целью снегозадержания в настоящее время необходимо создание лесополос и введение в севооборот кулисных паров. Кулисами могут служить посевы горчицы, кукурузы или подсолнечника. В случае отсутствия указанных мероприятий иногда оказывается допустимым оставление стерни и высокого стеблестоя кукурузы и подсолнечника в зиму в незапаханном виде.

При разработке агротехнических мероприятий следует всегда учитывать необходимость улучшения теплового режима почв, особенно весной. На пониженных достаточно увлажненных участках одним из агромероприятий, ускоряющим всхожесть семян, может служить посев на гребнях. Последнее будет особенно эффективно для овощных культур, картофеля и кукурузы, период вегитации которых нередко не укладывается в период оптимальных температур почвы.

Также вполне необходимым мероприятием является прикатывание посевов. Прикатывание уплотняет пахотный горизонт, усиливает не только подтягивание влаги к этому горизонту, но и увеличивает теплопроводность почвы, а следовательно, и ее прогревание.

По данным А. М. Шульгина (1957), укатывание почвы легким катком повышает температуру почвы на глубине 3 см на 2—4° по сравнению с взрыхленной почвой.

## **Выбор почв под картофель**

Величина урожая картофеля зависит от многих факторов, включая качество семенного материала, тщательность подготовки почвы, достаточный уровень питания, правильность посадки и прочие. Грамотное применение их в комплексе с надлежащим уровнем защиты растений от болезней, вредителей и сорняков позволяют получить высокие урожаи. Картофель отличается высокой экологической пластичностью, но все же является культурой умеренного климата. То есть, высокий урожай он в состоянии формировать при

определенных параметрах температуры и влажности. Картофель способен прорасти уже при температуре почвы 4°C, однако при этом всходы получаются поздние и изреженные. Поэтому для посадки почва должна прогреться хотя бы до 6-8 градусов. С другой стороны, в последние годы в Украине наблюдается постоянный дефицит влаги, что делает необходимым сажать картофель как можно раньше. Уменьшить негативное действие невысокой температуры почвы можно предпосадочным прогреванием, проращиванием и озеленением семенного материала. При посадке картофеля в ранние оптимальные сроки урожай возрастает на 25-30% в сравнении с запоздалой посадкой. Картофель абсолютно не выносит заморозков, его ботва повреждается уже при -1°C, клубни при температуре почвы -1, -2°C. Весной с восстановлением нормальной температуры, поврежденная ботва быстро отрастает, хотя урожай при этом снижается. Для уменьшения негативного действия заморозков молодые всходы картофеля необходимо или окучивать, или укрыть агроволокном. Как отрицательные, так и высокие температуры негативно отражаются на величине урожая. При температуре 26°C прекращается образование клубней, а при 27-30°C затормаживается их рост. Оптимальной для роста и развития картофеля является среднесуточная температура около 20°C. Картофель – влаголюбивое растение. На образование 1 кг сухой массы расходуется 550 литров воды, таким образом, для формирования урожая 50 т/га необходимо примерно 3 тыс. т. воды или 300-400 мм осадков. Картофель растет на большинстве типов почв, однако поскольку клубни образуются и растут в грунте, наиболее благоприятными будут плодородные почвы легкого механического состава. Они должны характеризоваться слабокислой реакцией, быть достаточно аэрированными и не иметь высоко расположенных грунтовых вод. Мало пригодны для него почвы тяжелые, глинистые, каменистые, с низким содержанием гумуса. Картофель является прекрасным предшественником для многих культур. В севооборотах его лучше всего размещать после зерновых, зернобобовых. Неплохим предшественником является сахарная свекла. Хорошим – многолетние травы, однако, в этом случае следует учитывать вероятность развития проволочников – личинок жуков щелкунов. Целью механической обработки почвы является создание рыхлого пахотного слоя, сохранение влаги накопившейся за осенне-зимний период, очищение почвы от сорняков и заделка внесенных органических и минеральных удобрений. На хорошо оструктуренных почвах рекомендуется проводить зяблевую вспашку. На дерново-подзолистых, слабооструктуренных, с низким количеством гумуса грунтах, основную обработку почвы лучше проводить весной, что позволяет обеспечить ее рыхлость и необходимую плотность. Следует отметить, что интенсивность обработки почвы не влияет на урожай и качество картофеля. Поэтому при его выращивании можно использовать элементы почвозащитных и ресурсосберегающих технологий.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Несмотря на длительную историю земледелия (150—200 лет) и большие возможности дальнейшего освоения, почвы центральной части Красноярского края до настоящего времени были изучены очень слабо. Общим недостатком имеющихся материалов исследований здешних почв, как и других районов Средней Сибири, является почти полное отсутствие данных по их агрофизическим свойствам и водно-тепловому режиму.

Резко континентальный климат Средней Сибири приводит к тому, что водно-температурный режим красноярских почв существенно отличается от соответствующего



режима одноименных почв Европейской части Союза. Низкие температуры зимой приводят к глубокому и продолжительному промерзанию профиля почв: в лесостепи—до 2,5—3,5 м в течение 9—10 месяцев, в зоне травяных лесов до 1—1,5 м в течение 7—8 месяцев. Такое различие в промерзании объясняется меньшим снеговым покровом в лесостепи и его сдуванием на открытых полях.

Период активных температур ( $> +10^{\circ}$ ) в пахотном горизонте почв бывает лишь в течение 3—3,5 месяцев, причем к концу летнего периода эти температуры опускаются лишь до глубины 1,2—1,6 м. Общее же колебание температур в почве в течение года отмечается в лесостепи до глубины 4—5 м, в зоне травяных лесов до 7—8 м. Ниже этого слоя наблюдаются постоянные (вековые) температуры, равные в лесостепи  $+2$ — $+3^{\circ}$  и в зоне травяных лесов  $+4$ — $+5^{\circ}$ . Небольшая мощность горизонта с активными температурами объясняется тем, что значительная часть летнего притока тепла расходуется на таяние льда глубоко промерзшей почвы.

Короткий период оптимальных температур и небольшая глубина проникновения этих температур в почве определяют слабое развитие микробиологических процессов в почве и формирование в них маломощных гумусных горизонтов. Длительное промерзание и медленное оттаивание почв также очень сильно ограничивают распространение и деятельность таких почвообразователей, как насекомые и землерои. Кроме того, они сводят до минимума сроки проведения предпосевных и послеуборочных агротехнических мероприятий, в частности, направленных на борьбу с сорняками, которые прорастают в основном лишь в период вегетации сельскохозяйственных культур.

В рассмотренных почвах отмечается постоянное высокое увлажнение (большее или равное наименьшей влагоемкости) с глубины 100—150 до 200—250 см и уменьшение влажности на глубине 4—6 м. Последнее объясняется тем, что нисходящий весенний ток гравитационной влаги задерживается слоем длительного промерзания, к мерзлому же слою направлено постоянное перемещение парообразной и пленочно-капиллярной влаги и их аккумуляция (хотя, по-видимому, и в небольших количествах в течение одного года). Наличие мерзлого слоя обуславливает удовлетворительную обеспеченность растений влагой в засушливые годы. Только в лесостепи при засухе, повторяющейся подряд в течение 2—3 лет, он весной изолируется от зоны корней сельскохозяйственных растений вышележащим сухим горизонтом и не оказывает на них влияния.

При сравнительно малом выпадении осадков (360—400 мм в год) в этом районе длительное сезонное промерзание почв в отношении влаго-обеспеченности растений следует считать полезным явлением.

Промерзание почв имеет двоякое значение: положительное—для водного режима почв и отрицательное — для теплового режима.

Наличие глееватости или признаков оглеения в рассматриваемых почвах, имеющих глубокие грунтовые воды, определяется или образованием верховодки, или постоянным высоким увлажнением с глубины 80—120 см,— и то и другое вызывается поздним весенне-летним оттаиванием почв. Отмечаемая глееватость в почвах практически не сказывается на развитии сельскохозяйственных растений.

Двухлетние исследования показали, что в условиях лесостепи на ровных участках наблюдается непромывной тип водного режима, а в условиях лесов периодически непромывной тип водного режима. Учитывая небольшую продолжительность наблюдений, эти выводы в некоторой мере следует считать предварительными. В отличие от аналогичных типов водного режима почв Европейской части России водные режимы почв Средней Сибири должны выделяться как длительно-сезонномерзлотные. Отличия водно-температурного режима рассмотренных почв от одноименных почв других районов Союза подтверждают правомерность выделения некоторыми исследователями (Ивановой, Розовым,

1959; Ерохиной, 1958) подобных почв при их классификации как подтип длительно-сезонном мерзлотных.

Почвы Красноярской лесостепи и зоны травяных лесов имеют благоприятные водные свойства. При сравнительно высоком содержании в почве прочносвязанной влаги (максимальная гигроскопичность равна 8—12% и влажность завядания равна 14—20% от объема почвы) наблюдается также высокая НВ порядка 32—38% к объему почвы. Поэтому такой важный показатель водных свойств почв, как диапазон активной влаги (ДАВ = НВ — ВЗ), равен 18—20% к объему почвы или 180—200 мм доступной для растений влаги в верхнем метровом слое; таким образом, основной корнеобитаемый слой способен накопить влаги в доступной для растений форме в пределах половины суммы годовых осадков.

В обычные годы в ранний весенний период на полях корнеобитаемый слой почв оказывается насыщенным до наименьшей влагоемкости. Это позволяет говорить о том, что одна из функций чистых паров, как накопителей влаги в рассматриваемом районе, не имеет серьезного значения. Замена их на занятые пары, особенно в зоне травяных лесов, не может серьезно ухудшить влагообеспеченность растений. Но, конечно, эта замена отрицательно скажется на накоплении в почве питательных веществ и будет способствовать засоренности полей. В Красноярском крае чистые пары, как уже говорилось, являются основным агротехническим мероприятием по борьбе с сорняками. Лишь по мере применения удобрений, гербицидов и внедрения пропашных культур (в частности, кукурузы) снижение размера парового клина и переход от чистых паров к занятым парам будут рациональными.

Удовлетворительная влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в зоне травяных лесов обусловлена также частым образованием верховодки в весенне-летний период. Хотя иногда верховодка и задерживает начало полевых работ, но в дальнейшем, после посева, она является серьезным фактором снабжения влагой растений, особенно при наличии весенне-летней засухи.

Важнейшим тепломелиоративным мероприятием на полях лесостепной зоны должно стать снегозадержание (с помощью лесозащитных полос, кулисных паров оставления высокой стерни кукурузы на зиму и т. п.). Кроме того, снегозадержание улучшит здесь водный режим почв в засушливые годы.

Снеговой покров прекратит испарение с поверхности, а талые воды обеспечат влагозарядку верхнего горизонта почвы; кроме того, медленное и менее глубокое промерзание приведет к передвижению слоя постоянной аккумуляции влаги кверху.

В зоне травяных лесов на мелких участках в 2—5 га прогревание почвы, в связи с ее затенением и меньшей циркуляцией тепловых потоков воздуха, идет значительно медленнее, чем на больших полях в 20—25 га. Поэтому при освоении новых земель в зоне травяных лесов необходимо увеличивать пахотные участки до рациональных размеров, причем располагать их преимущественно на южных экспозициях рельефа.

Не менее важным агротехническим приемом в этой зоне должен стать посев овощных культур на грядках, которые весной и летом имеют более благоприятные температурные условия, чем выровненная поверхность пашни. Этим приемом широко пользуются колхозники на своих приусадебных участках.

Благоприятные физические свойства (рыхлое сложение, хорошая водопроницаемость и т. п.) темно-серых и серых лесных почв обусловлены их хорошей макроструктурой, а черноземов — микроструктурой. В целях ликвидации эрозионного действия талых вод в условиях рассеченного рельефа зоны травяных лесов в конце зимы необходимо с помощью снегопахов создавать бесснежные полосы, которые позволят в значительной мере перевести поверхностный сток во внутрипочвенный.

Все рассмотренные почвы центральной части Красноярского края характеризуются высоким содержанием гумуса, азота и подвижных форм фосфора и калия, что существенно

отличает их от одноименных почв Европейской части России.

В соответствии с существующими классификациями обеспеченности почв питательными веществами красноярские почвы относятся к категории удовлетворительных и хорошо обеспеченных почв. Однако имеющиеся данные говорят о том, что от применения удобрений урожайность зерновых культур все же увеличивается на 6—12 ц/га. Поэтому повсеместное обеспечение в отдаленной перспективе урожайности в 20—25 ц/га безусловно должно базироваться на использовании как органических так и минеральных удобрений.