

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО ПОЧВОВЕДОВ СССР

КАЗАХСКИЙ ФИЛИАЛ

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ КАЗАХСТАНА

Выпуск 1



Издательство «НАУКА» Казахской ССР

АЛМА-АТА 1985

Плодородие почв Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1985.
Выпуск I. - II6 с.

В тематический сборник включены статьи по плодородию и агрохимическим свойствам почв, вопросам географии и картографии, рекультивации и почвенной микробиологии.

Сборник представляет научный и практический интерес для специалистов в области почвоведения, работников сельского хозяйства и проектных учреждений.

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я :

Ж.У.Аханов (ответ. редактор), А.Г.Новикова (ответ. секретарь), Р.Д.Джанпеисов, М.И.Рубинштейн, Г.Г.Ценер

П 3802020000 - 072 127.85
407(05) - 85

© Издательство "Наука" Казахской ССР, 1985

ПРЕДИСЛОВИЕ

В решениях XXVI съезда КПСС и пленумов ЦК КПСС большое внимание уделяется правильному и эффективному использованию земельных ресурсов и повышению плодородия полей как одному из главных условий дальнейшего прогресса народного хозяйства страны. В решении Продовольственной программы большая роль отводится Казахстану, территория которого протянулась с запада на восток на 3000 км, с севера на юг около 2000 км.

Влияние различных климатических фаций и наличие крупных геоморфологических областей определяет многообразие почвенно-климатических условий на территории республики. На равнинной части Казахстана выражена широтная зональность почв и растительности, а в горных областях - вертикальная (высотная поясность).

Казахстан продолжает оставаться базой для освоения целинных и залежных земель, здесь разработана и совершенствуется почвозащитная технология возделывания сельскохозяйственных культур.

Казахский филиал Всесоюзного общества почвоведов объединяет более 700 членов, работающих в научно-исследовательских, учебных и проектных институтах, на областных опытных станциях и в подразделениях Казсельхозхимии. Почвоведы Казахстана ежегодно выполняют большой комплекс географических, опытно-стационарных, режимных и других работ, связанных с изучением генетических свойств почв и их плодородия. Особенно актуальны в настоящее время вопросы антропогенного изменения почвенного покрова и воспроизводства плодородия, с которыми связаны

рост урожайности сельскохозяйственных культур и реализация Продовольственной программы СССР. Исследованиями установлено, что в зависимости от почвенных, климатических и ландшафтных условий приемы повышения почвенного плодородия, так же как и система использования земельных ресурсов, должны быть различными.

В связи с необходимостью более быстрого ознакомления специалистов сельского хозяйства Казахстана с результатами изучения плодородия почв Казахский филиал Всесоюзного общества почвоведов начиная с 1985 г. будет ежегодно выпускать тематический сборник по вопросам генезиса и плодородия почв Казахстана. В первом выпуске освещаются вопросы диагностики почв, их агрохимических и биологических свойств, влияние на плодородие полесозащитных лесных полос, орошения, мелиорации солонцов, борьба с дефляцией и эрозией, даются рекомендации по рациональному использованию пахотных почв.

Редакционная коллегия надеется, что материалы, излагаемые в выпусках, помогут всем специалистам сельского хозяйства еще успешнее решать поставленные в Продовольственной программе задачи.

УДК 631.452: 634.232 (574.41/42)

М.И.Рубинштейн, Б.К.Борангазиев, А.Бектемиров

ВЛИЯНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС
НА ПЛОДОРОДИЕ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ
ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Повышение плодородия темно-каштановых почв Восточного Казахстана (Восточно-Казахстанская и Семипалатинская области) связано с большими трудностями вследствие засушливого климата и активной ветровой деятельности, вызывающих дефляцию почв. В борьбе с этими факторами наиболее оптимальны полезащитные лесные полосы, однако их влияние на плодородие почв практически не изучалось.

Исследования проводили на темно-каштановых почвах Семипалатинской сельскохозяйственной опытной станции (легкосуглинистые почвы) и совхоза "Багратионовский" Восточно-Казахстанской области (тяжелосуглинистые). В результате было установлено, что под воздействием растительности изменяются гидротермические условия почвообразования, морфологические, физические, химические и биологические свойства темно-каштановых почв.

Скорость ветра в лесополосе в 3-метровом приземном слое воздуха снижается на 44-65%, зимой лесные полосы способствуют накоплению снега, причем с возрастом их снегозадерживающий эффект усиливается. По данным Восточно-Казахстанской опытной станции, обдая протяженность шлейфов снега заветренных и наветренных сторон в продуваемых конструкциях равна 38-53, в ажурно-продуваемых - 47-72 высотам.

Мощный снежный покров в межполосных пространствах значительно уменьшает промерзание почвы зимой (в открытом поле почва промерзла на 120, возле лесных полос - на 15-24, на расстоя-

нии 100 м – на 60–89 см) и увеличивает запасы продуктивной влаги в почве. По мере приближения к лесополосе запасы влаги возрастают. Так, ее содержание в метровом слое почвы после схода снега в открытой степи составляет 114 мм, на расстоянии 100, 60 и 25 м – соответственно, 175, 225 и 252, под лесными полосами – 183 мм. Высокое содержание влаги в почвах лесной полосы и межполосного пространства наблюдается в течение всего вегетационного периода.

15-летние лесные полосы привели к увеличению мощности гумусовых горизонтов (А+В) на 8–11 см, в том числе горизонта А на 7–9 см. Линия вскипания понизилась на 14–15 см, окраска гумусовых горизонтов стала темнее. Структура легкосуглинистых почв горизонта А стала из комковато-пылеватой комковатой, тяжелосуглинистых – из комковато-пылеватой комковато-зернистой. В верхних горизонтах почв под лесными полосами, в отличие от открытого поля, находится больше корней, в нижних четко обозначены гумусовые затеки. В тяжелосуглинистых почвах под лесными полосами в верхнем (1,5 см) слое почвы обнаружены остатки истлевших листьев; горизонт А заметно отличается по цвету, сложности и содержанию корней от нижележащего горизонта В.

Верхний слой (0–10 см) почв лесных полос обеднен илом, а нижний (10–20) обогащен на 4–5%, что объясняется вымыванием илстых частиц из верхнего слоя при дополнительном поступлении влаги в виде снега.

Под влиянием лесных полос в слое 0–40 см темно-каштановых почв уменьшилась объемная масса: в легкосуглинистых с 1,41 до 1,39 г/см³, в тяжелосуглинистых соответственно с 1,22 до 1,14 г/см³. Максимальная гигроскопичность между почвами пашни и лесополосы на легкосуглинистых аналогах малоразличима – ее величина в среднем для слоя 0–40 см равна 3,5 и 3,6%; в тяжелосуглинистых под лесной растительностью она возрастает с 9,2 до 9,8%. В нижних слоях почвы различия отсутствуют.

Содержание гумуса в темно-каштановых почвах при лесопосадках увеличилось (табл. I). Достоверность различий по этому показателю между почвами лесных полос и пашни, оцененная по t -критерию, для тяжелосуглинистых почв существенна для всего метрового слоя, а для легкосуглинистых почв – только для слоя

10–20 см. Лесная полоса на легкосуглинистых почвах имела ширину 7 м, отчего часть растительного опада из нее выдвигалась, что замедлило темпы накопления гумуса. Выраженная водопроницаемость почв легкого механического состава способствует хорошей миграции водно-растворимого органического вещества в нижние слои почвы и относительно меньшей в верхние. Органические вещества проникают в почвы по ходам корней. Вследствие этого увеличивается содержание гумуса для метрового профиля в почвах лесополос по сравнению с пашней. Содержание гумуса на тяжелосуглинистых почвах в слое 0–10 см – 5,21, в слое 30–40 см – 4,63, в слое 40–50 см – до 2,59%. По-видимому, в тяжелосуглинистых почвах лесополос усиливается дифференциация гумусового слоя.

Повышение содержания органического вещества и мощности гумусового горизонта происходит не только за счет образования гумуса, но и в результате отложения мелкозема, богатого органическим веществом, который, смешиваясь с растительным опадом, также "наращивает" мощность гумусового горизонта.

Запасы гумуса в слое 0–100 см легкосуглинистых почв возросли на 25,1 и составили 169,3 т/га; в тяжелосуглинистых – соответственно на 101,9 и 355,7 т/га. Таким образом, темно-каштановые тяжелосуглинистые почвы под воздействием лесных полос по запасам гумуса стали соотносимы с южными черноземами.

Изменилось в них и содержание общего азота (табл.2). В легкосуглинистых разновидностях по сравнению с почвами пашни в верхних (0–20 см) и нижних (90–100 см) слоях оно находится на одном уровне и увеличивается в суглинках в средней части метрового профиля. При этом в слое 20–30 см разница достигает 0,019%, в слоях 30–40 и 50–60 см – соответственно до 0,032 и 0,035%. В тяжелосуглинистых почвах содержание общего азота в слое 90–100 см находится примерно на одном уровне, в почвах лесных полос для слоя 0–10 см разница составляет 0,056%;

10–20 см – 0,063; 20–30 см – 0,077%, т.е. увеличивается вниз по профилю с максимумом в слое 30–40 см – 0,116%. В нижних слоях почвы, наоборот, наблюдается уменьшение этой разницы – в слое 50–60 см – до 0,028, 90–100 см – до 0,007%.

Т а б л и ц а I. Влияние лесных полос на содержание
и запасы гумуса в темно-каштановых почвах,
(M ± m), %

Глубина, см	Пашня		Лесополоса		НСР ₀₅
Легкосуглинистые					
0-10	1,74	± 0,06	1,39	± 0,04	t факт. < t ₀₅
10-20	1,76	± 0,04	1,95	± 0,04	0,13
20-30	1,54	± 0,16	1,85	± 0,06	t факт. < t ₀₅
30-40	1,23	± 0,17	1,44	± 0,08	
40-50	0,85	± 0,14	1,06	± 0,12	
50-60	0,83	± 0,08	0,96	± 0,12	
60-70	0,67	± 0,10	0,84	± 0,06	
70-80	0,49	± 0,01	0,76	± 0,06	
80-90	0,47	± 0,01	0,52	± 0,03	
90-100	0,36	± 0,02	0,43	± 0,02	
Запасы гумуса					
в слое 0-100 см,					
т/га	144,2		169,3		
Тяжелосуглинистые					
0-10	4,26	± 0,08	5,21	± 0,04	0,21
10-20	3,94	± 0,17	4,99	± 0,06	0,42
20-30	3,58	± 0,09	4,95	± 0,08	0,28
30-40	2,27	± 0,09	4,63	± 0,15	0,40
40-50	1,68	± 0,05	2,59	± 0,23	0,65
50-60	1,43	± 0,08	1,75	± 0,08	0,31
60-70	0,97	± 0,10	1,44	± 0,02	0,28
70-80	0,77	± 0,08	1,24	± 0,03	0,24
80-90	0,55	± 0,03	1,13	± 0,08	0,24
90-100	0,46	± 0,02	0,88	± 0,08	0,23
Запасы гумуса					
в слое 0-100 см,					
т/га	253,8		355,7		

В почвах лесных полос (по сравнению с почвами пашни в легкосуглинистых разновидностях) отмечается относительное его увеличение в средней части метрового профиля (по-видимому, вследствие миграции азота совместно с органическим веществом). В тяжелосуглинистых разновидностях эта тенденция не отчетливо проявляется, но все же имеется.

Незначительно изменяется количество валового фосфора в почвах под влиянием лесных полос: в верхнем (0-20 см) слое легкосуглинистых почв лесных полос его содержится 0,14, пашни - 0,12%. В нижних слоях этих почв валовой фосфор составляет 0,11%. В верхнем (0-10 см) слое тяжелосуглинистых почв лесных полос его находится 0,18, пашни - 0,16%. Вниз по профилю различия сглаживаются и содержание валового фосфора становится одинаковым (0,15-0,16%).

В почвах лесных полос карбонаты залегают глубже, чем в почвах пашни. В легкосуглинистых почвах в слое 50-60 см карбонаты составляют 0,7, в слое 90-100 см - 4,6%. В почвах лесной полосы в верхнем слое карбонатов нет, во-втором - 3,9%. В тяжелосуглинистых почвах пашни содержание карбонатов в слое 50-60 см достигает 5,7, 90-100 см - 5,2%; в почвах лесных полос в верхнем слое их нет, постепенно их концентрация увеличивается до 7,1%, в слое 90-100 см - до 7,4%.

В легкосуглинистых почвах лесной полосы pH в верхних горизонтах нейтральная (7,0-7,1), резко возрастающая (до 8,7) к слою 90-100 см. В почвах пашни от верхних горизонтов (7,3-7,5) к нижним (7,9-8,4) постепенно нарастает щелочность. В тяжелосуглинистых почвах под лесными полосами pH в верхних горизонтах слабокислая (6,5-6,7); в нижних - нейтральная и слабощелочная (7,0-7,8). В верхних горизонтах почв пашни pH превышает 7,0, нарастая до 8,1-8,4 в нижних. Следовательно, под воздействием растительности pH уменьшается.

Растительность изменяет и ферментативную активность темно-каштановых почв. Так, в легкосуглинистых почвах пашни активность инвертазы (1 мг глюкозы/1 г воз.-сух.почвы) в слое 0-10 см составила 8,2 мг, в почвах лесополосы - на 5,1 мг больше. В нижних слоях в различных почвах активность одинаковая. В тяжелосуглинистых почвах лесной полосы в верхнем слое (0-10 см)

Т а б л и ц а 2. Влияние лесных полос на химические свойства темно-каштановых почв

Угодье	Глубина, см	Азот общий, %	Фосфор валовой, %	СО ₂ , карбона- тов, %	pH водная
Легкосуглинистые					
Пашня	0-10	0,107	0,12	Нет	7,5
	10-20	0,110	0,12	"	7,4
	20-30	0,091	0,11	"	7,3
	30-40	0,066	0,11	"	7,8
	50-60	0,035	0,11	0,7	7,9
	90-100	0,027	0,11	4,6	8,4
Лесополоса	0-10	0,105	0,14	Нет	7,0
	10-20	0,112	0,14	"	7,1
	20-30	0,110	0,12	"	7,0
	30-40	0,098	0,11	"	7,0
	50-60	0,070	0,11	"	7,0
	90-100	0,031	0,11	3,9	8,2
Тяжелосуглинистые					
Пашня	0-10	0,245	0,16	Нет	7,4
	10-20	0,231	0,17	"	7,5
	20-30	0,206	0,17	"	7,7
	30-40	0,157	0,17	0,5	7,8
	50-60	0,094	0,16	5,7	8,1
	90-100	0,049	0,15	5,2	8,4
Лесополоса	0-10	0,301	0,18	Нет	6,6
	10-20	0,294	0,17	"	5,7
	20-30	0,283	0,17	"	6,5
	30-40	0,273	0,17	"	6,5
	50-60	0,122	0,16	"	7,0
	90-100	0,056	0,16	7,4	7,8

она равна 25,7 мг, что на 12,5 мг больше, чем на пашне. Почти не изменяется активность каталазы, ее величина на легкосуглинистых почвах лесополос в слое 0-40 см повышается в среднем на 0,5 мл O₂/мин и равна 1,2 мл; в тяжелосуглинистых почвах уменьшается с 4,4 до 4,1 мл.

Содержание питательных веществ в темно-каштановых почвах лесных полос увеличивается. Так, содержание нитратов в слое 0-40 см в легкосуглинистых почвах возросло с 19,2 до 23,7 мг/кг, в тяжелосуглинистых - с 29,8 до 48,0 мг/кг. Содержание подвижного фосфора соответственно возросло с 12,4 до 15,3 и с 13,8 до 29,5 мг/кг. Изменилось и содержание обменного калия, оно повысилось с 337 до 443 мг/кг в легкосуглинистых и с 499 до 700 мг/кг в тяжелосуглинистых почвах. Подвижных форм азота, фосфора и калия под воздействием растительности в тяжелосуглинистых почвах становится значительно больше.

С приближением к лесополосе возрастает количество гумуса, нитратов, подвижного фосфора и обменного калия, активизируется инвертаза (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Влияние лесных полос на свойства темно-каштановых почв межполосного пространства (0-30 см)

Показатель	Лесополоса	Расстояние от лесополосы, м			Открытое поле
		50	100	200	
Гумус, %	5,05	4,25	4,12	3,91	3,93
NO ₃ , мг/кг почвы	47,5	39,4	34,1	32,5	29,7
P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	32,0	21,0	18,4	16,5	15,9
K ₂ O, мг/кг почвы	794,0	614,0	605,0	568,0	560,0
Инвертаза, I мг глюкозы/ I г воз.-сух.почвы	18,3	15,3	13,0	11,1	11,2

В межполосных пространствах (расстояние между лесополосами 250-300 м) урожайность яровой пшеницы в среднем на 23,1-40,4% выше, чем в открытом поле. Варьирование урожайности на полях, защищенных лесными полосами, во времени несколько ниже-32,7-33,1% (ср.37,4-37,6% в открытом поле).

Лесные полосы, уменьшая скорость ветра, защищают почву от дефляции и способствуют накоплению снега, вследствие чего почвы зимой меньше промерзают, в них увеличиваются запасы почвенной влаги.

Полезащитные лесные полосы играют важную роль в сохранении плодородия темно-каштановых почв: в них увеличивается мощность гумусовых горизонтов, снижается линия вскипания и объемная масса, подкисляется рН. В почве на расстоянии до 150–200 м от лесополос возрастает содержание гумуса и азота, нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия, активизируется инвертаза.

УДК 631.445.5: 631.67

С.В. Жердева

К ОЦЕНКЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Успешное решение Продовольственной программы во многом зависит от рационального и эффективного использования орошаемых земель. В Северном Казахстане имеются значительные площади темно-каштановых почв, пригодных для орошения, но трудно-мелиорируемых.

Стационарные исследования по орошению почв в Целиноградской области в районе Вячеславского водохранилища проводятся с 1976 г. Применяется дождевание с использованием за поливной сезон 1000–2000 м³/га воды. Оросительные воды – пресные, с общей минерализацией до 1 г/л. В их химическом составе преобладают ионы натрия, хлора и сульфата – соответственно 2,3, 1,9 и 1,2 мг/экв.

На опытных участках в 1976–1979 гг. изучали почвенно-мелиоративное состояние и эффективность возделывания яровой пшеницы в условиях орошения. В 1981 г. на Вячеславском орошаемом участке яровую пшеницу размещали по предшественникам-пласту многолетних трав (по дочерне), чистому пару и после

картофеля; в 1982, 1983 гг. здесь возделывали картофель.

На исследуемой территории преобладает непромывной тип водного режима с залеганием грунтовых вод на большой глубине. Vegetационными поливами при норме 500-650 м³/га промачивается, по нашим данным, не более 70-80 см. Поэтому на повышение уровня грунтовых вод они не влияют.

Темно-каштановые карбонатные легкоглинистые почвы характеризуются удовлетворительными водно-физическими свойствами, высоким потенциальным плодородием, не солонцеваты и не засолены. Содержание легкорастворимых солей первого метра 0,12, второго - 0,96%. Тип засоления сульфатно-магниево-кальциевый. В составе солей доминируют сульфаты, наибольшее количество которых (до 0,58%) сосредоточено в гипсоносном горизонте почв о глубины 120-130 см. Во втором метре увеличивается содержание хлоридов и натрия. Величина общей щелочности (НСО₃⁻) невысокая - 0,04-0,07%. При непродолжительном (6 лет) использовании почв состав легкорастворимых солей практически не изменяется (табл. I).

Т а б л и ц а I. Состав легкорастворимых солей в темно-каштановых карбонатных почвах, мг/экв на 100 г почвы

Глубина, см	Сумма солей, %	НСО ⁻	Сl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ + K ⁺ по разности
0-10	0,09	0,60	0,03	0,55	0,65	0,35	0,18
	0,08	0,62	0,03	0,40	0,75	0,10	0,20
10-20	0,06	0,56	0,04	0,23	0,60	0,10	0,13
	0,08	0,57	0,04	0,46	0,60	0,30	0,17
20-30	0,07	0,59	0,04	0,30	0,60	0,20	0,13
	0,07	0,59	0,02	0,36	0,65	0,15	0,17
30-40	0,07	0,62	0,04	0,25	0,50	0,20	0,21
	0,07	0,58	0,06	0,23	0,55	0,15	0,17
40-60	0,09	0,82	0,05	0,20	0,45	0,15	0,47
	0,07	0,70	0,01	0,16	0,20	0,15	0,52
60-80	0,10	0,94	0,03	0,15	0,15	0,10	0,87
	0,12	0,97	0,01	0,55	0,25	0,20	1,07
80-100	0,15	1,18	0,03	0,55	0,30	0,10	1,36
	0,16	1,21	0,06	0,64	0,25	0,10	1,61

Примечание. В числителе - без полива, в знаменателе при орошении за 6 лет.

Исследуемым почвам свойствен тяжелый механический состав. Преобладают илстая фракция (3I-38%) и физическая глина (6I-64%). Орошение существенно не повлияло на механический состав почв, однако произошло увеличение дисперсности в орошаемых почвах, что говорит о снижении водопрочности микроструктуры и структуры почвы при орошении через 6 лет орошения (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Механический состав темно-каштановых карбонатных почв

Глубина, см	Содержание фракций		M ₁ -M ₂	Критерий существенной разности	Фактор дисперсности (по Качинскому)	
	без поливов, M ₁	орошение 6 лет, M ₂			без поливов	орошение 6 лет
0-10	<u>31,12</u>	<u>28,72</u>	<u>+2,40</u>	<u>1,26</u>	5,6	10,1
	62,96	60,96	+2,00	0,50		
10-20	<u>32,33</u>	<u>30,79</u>	<u>+1,54</u>	<u>0,67</u>	6,4	11,4
	61,14	62,72	-1,58	0,24		
20-30	<u>33,38</u>	<u>32,25</u>	<u>+1,13</u>	<u>0,55</u>	7,1	10,2
	62,42	62,93	-0,51	0,35		
30-40	<u>34,84</u>	<u>35,94</u>	<u>-1,10</u>	<u>0,64</u>	7,7	10,3
	64,18	60,64	+3,54	0,87		
40-60	<u>34,16</u>	<u>34,47</u>	<u>-0,31</u>	<u>0,04</u>	5,1	10,2
	63,76	65,00	-1,24	0,54		
60-80	<u>38,22</u>	<u>38,02</u>	<u>+0,20</u>	<u>0,22</u>	4,8	7,3
	63,53	66,77	-3,24	0,56		
80-100	<u>38,83</u>	<u>37,50</u>	<u>+1,33</u>	<u>0,68</u>	2,9	3,0
	63,03	62,13	+0,90	0,81		

Примечание. В числителе - фракция < 0,001 мм, в знаменателе - < 0,01 мм при P_{0,05} n = 4; t = 2,78.

* Коэффициент оглинивания в почвенных горизонтах B_C и C₁ несколько превышает единицу. В подпахотном слое орошаемых почв он равен 1,04 (ор.на богаре - 0,93), что, по-видимому обусловлено орошением, под влиянием которого илстые частицы вымываются из верхних горизонтов.

* Крупенников И.А. Черноземы Молдавии. Кишинев, 1967. 427 с.

Урожай зерна яровой пшеницы сорта Саратовская-29 при оптимальном режиме орошения и внесении минеральных удобрений в среднем за 5 лет выше, чем на неполивном варианте, на 19,2 ц/га, или в 2,7 раза.

Урожайность картофеля сорта Мурманский на орошаемом массиве в 4,4-5,3 раза выше, чем на неполивном. Возделывание картофеля 4 года подряд на одном поле снижает выход продукции на 93,1-124,9 ц/га, возникает сильная засоренность и пораженность болезнями. Поэтому необходимо введение севооборота. Размещение картофеля по яровой пшенице положительно влияет на урожай (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Влияние орошения на урожайность картофеля в звене севооборота

Вариант	Урожайность		
	1982 г.	1983 г.	За 2 года
По пшенице без поливов	35,7	20,1	27,9
По пшенице, посеянной по чистому пару	156,5	87,8	122,2
По пшенице, посеянной по пласту многолетних трав	188,3	-	-
Посаженный по картофелю 4-й год подряд	63,4	-	-

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

При кратковременном (6 лет) орошении химический и механический составы почв практически не изменяются. В орошаемых почвах отмечается перемещение илстых частиц из верхнего горизонта в более глубокие слои и их концентрация там. В условиях орошения отмечается тенденция к повышению дисперсности и оглиняванию, проявляющемуся в накоплении илстых частиц в нижней части гумусового горизонта. В сухостепной зоне с темно-каштановыми почвами орошение позволяет в 3-5 раз повысить продуктивность каждого гектара пашни.

Интенсивное и рациональное использование, введение севооборотов позволит сохранить и улучшить почвенно-мелиоративные условия орошаемых земель.

У.М.Султанбаева

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ
В КОРМОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
ЦЕЛИНОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучение химического состава кормов на содержание в них микроэлементов имеет большое народнохозяйственное значение. Микроэлементы -- необходимая часть рациона, обеспечивающая полноценное питание сельскохозяйственных животных.

Уровень накопления микроэлементов луговой растительности определяют по градациям (см. таблицу).

Градации содержания микроэлементов
в лугово-пастбищных растениях (Егоров,
1968)

Микроэлемент, мг/кг	Обеспеченность				
	недостаточная	пониженная	нормальная	повышенная	избыточная
Медь	< 5,0	6,0	6,0-12,0	12,0-25,0	>25
Цинк	< 10	10-20	20-25	25-35	>35
Марганец	< 50	50-100	100	100-150	>200
Кобальт	< 0,10	0,10-0,15	0,15-0,20	0,20-0,50	>0,50
Молибден	< 1,0	1,0-2,0	2,0-3,0	3,0-10,0	>10,0
Бор	< 5,0	10-20	20-25	25-35	>35

При оценке микроэлементов естественной кормовой растительности (кормового рациона животных) важно не только абсолютное количество микроэлементов, но и их соотношение. Отклонение от норм, особенно в содержании Cu и Mo может вызывать некоторые заболевания крупного рогатого скота. В норме соотношение должно быть равно 4 ($Cu:Mo=4:1$). При отношении $Cu:Mo < 4$ молибден становится ядовитым даже при относительно невысоком его содержании.

В Казахстане вопрос о микроэлементах в кормах и потребности в них сельскохозяйственных животных изучен недостаточно. Оп-

ределяли лишь влияние добавок кобальта и меди при откорме молодняка крупного рогатого скота. Подкормка животных солями этих микроэлементов увеличивает привес на 10,5-15,5%, причем наиболее эффективные дозы кобальта - 1,9 и меди - 13 мг/кг сух.в-ва.

На всей территории республики в кормах отмечается недостаток кобальта, а на юго-востоке еще и меди; в Гурьевской, Актыбинской и Карагандинской областях (Грабаров, 1970) обнаружен избыток бора. Растительность южных областей поглощает сравнительно небольшую часть доступной формы микроэлементов, содержащихся в почве (Султанбаева, 1978; Султанбаева, др., 1980).

Недостаточность цинка, кобальта, меди в кормах не только снижает продуктивность сельскохозяйственных животных, но и часто является причиной различных заболеваний. Во всех областях Северного Казахстана у телят распространена диспепсия, одна из причин этого - дефицит цинка в кормах, приводящий к замедлению синтеза витамина А из каротина. Поэтому следует изучать микроэлементный состав кормовых рационов, проводить опыты по определению эффективности микроэлементных подкормок животных. Все это позволит выработать единые нормы потребности животных в микроэлементах в условиях Казахстана. Задача наших исследований - выявить оптимальный состав микроэлементов кормовой растительности Целиноградской области для нормального развития животных.

На территории области существуют разнообразные растительные ассоциации. Для установления содержания микроэлементов в растительных кормах проанализировали 95 растительных образцов, сено естественных сенокосов, пастбищ и сеяных трав, зеленую массу кукурузы.

Рассматриваемые почвы (черноземы обыкновенные и южные, темно-каштановые, луговые и солонцы) содержат недостаточно подвижного цинка (2,5-5,5 мг/кг) и молибдена (0,03-0,16), за исключением некоторых разрезов лугово-болотных почв и лугово-степных солонцов, где количество цинка превышает 8 мг/кг почвы, они среднеобеспечены подвижной медью (3,0-7,5) и кобальтом (1,6-3,0), хорошо обеспечены водно-растворимым бором (1,0-2,8) и подвижным марганцем (219-395). Здесь выявлены вполне достоверные показатели

подвижных форм микроэлементов (Доспехов, 1968). Коэффициент вариации (v , %) и показатель достоверности (t) в данных почвах следующие:

	Медь	Цинк	Марганец	Кобальт	Молибден	Бор
v , %	9,4-27,9	11,1-66,9	11,1-20,4	3,9-28,9	19,3-98,6	9,1-33,3
t	12,3-31,3	6,4-19,0	12,6-23,6	9,8-50,9	2,0-13,8	6,9-22,0

Содержание микроэлементов в сене различного ботанического состава и в пастбищных растениях по зонам области таково, мг/кг сух.в-ва:

	Сено	Пастбищные растения
Медь	2,5-9,0	2,5-13,5
Цинк	7,5-26,8	6,0-26,0
Молибден	0,2-0,4	0,2-0,4
Бор	2,0-9,0	1,3-5,0
Кобальт	0,12-0,60	0,10-0,40
Марганец	34,9-129,6	42,0-109,0

В содержании этих элементов каких-либо зональных различий не обнаружено. Меньше всего в растительных кормах молибдена и меди, в пределах нормы - цинка, марганца, кобальта и бора.

Медь. Наибольшим количеством меди характеризуется сено с преобладанием полны (11,5 и 9,0 мг/кг), произрастающей на обыкновенном черноземе, лугово-степных солонцах; а также в пастбищных травах и в вейнике (8,4-10,7) лугово-болотных почв. Мало меди в сене и в пастбищных травах темно-каштановых почв.

Установлены прямая корреляционная связь ($r = +0,15$) между содержанием подвижной меди в обыкновенном черноземе и разнотравье; обратная ($r = -0,26$) - в системе солонец - разнотравье.

Цинк. Наибольшее его количество находится в низкокзлаково-полынных ассоциациях, в сене с естественных пастбищ (26,0-27,5 мг/кг), обыкновенного чернозема и лугово-степных солонцов; наименьшее (8,0-18,0 мг/кг) - в сене с преобладанием злаков произрастающих на всех почвах. Недостаток цинка чаще всего наблюдается на карбонатных песчаных почвах. В сене и пастбищных травах цинка содержится ниже нормы. Коэффициент ва-

риации цинка в разнотравье колеблется от 18,6 до 69,9%, корреляционная связь цинка в почве и растении отрицательная - $r = -0,32$ до $-0,60$.

Марганец. Количество усвояемого растениями марганца зависит от наличия в почве его подвижных форм. Высокое содержание микроэлемента (108,4-129,6 мг/кг) зарегистрировано в сене с преобладанием ковыля и житняка (до 70%), произрастающих в основном на солонцовых почвах. Образцы трав, собранные весной и летом, отличаются низким содержанием марганца (42-98), хотя в почвах достаточно высока его концентрация. В большинстве изученных кормов количество марганца в среднем находится в пределах нормы - 93,5-103,5 мг/кг. Коэффициент вариации в разнотравье - 29,9-35,7%, со статистической достоверностью ($t = 5,6-7,9$), коэффициент корреляции марганца в системе почва - растение - $r = + 0,12$ до $+ 0,32$.

Кобальт. Содержится ($v = 18,6-78,9\%$) 0,06-0,60 мг/кг сух. корма ($t = 11,7-12,5$). Колебания в 2-3 раза отмечены не только по всей совокупности разнотравья, но и по отдельным видам (0,10-0,30 мг/кг). Связь между концентрацией кобальта в растениях и его подвижной формы в почве выявляется не всегда ($r = -0,10$ и $+0,41$), потому что содержание доступного кобальта в почве стабильно. В кормовых растениях области находится в пределах нормы - 0,35-0,38 мг/кг сух.корма.

Молибден. накопление молибдена в пастбищных растениях происходит интенсивно в ранние стадии и замедляется в более поздние фазы развития. Сено и пастбищные травы содержат недостаточное количество молибдена - в среднем 0,2-0,4 мг/кг (при норме 1,0). Содержание молибдена в разнотравье статистически достоверно ($t = 7,2-10,0$). Связь между концентрацией молибдена в растении и его подвижной формы в южном черноземе сильная ($r = + 0,80$), а в солонцовых почвах - слабая ($r = + 0,17$).

В кормах области отношение количества меди к молибдену значительно выше 4. В сене оно равно 24, в пастбищных травах - 18. На это следует обратить внимание, так как есть предположение, что диспепсия и диаррея - распространенные заболевания скота во многих районах СССР - связаны с нарушением медно-молибденового обмена.

Бор. Содержание бора в р-стениях одного и того же вида различно, зависит оно от фазы развития растения и количества его в почве. Больше всего бора (8-9 мг/кг) находится в сене растений, произрастающих на обыкновенном черноземе, меньше бора (1,2 мг/кг) - в пастбищных травах карбонатных и солонцовых почв. Среднее содержание бора в сене, пастбищных травах достигает 2,5-3,0 мг/кг сух.массы.

Многие группы растений по среднему количеству содержащихся в них микроэлементов различаются со статистической достоверностью ($t = 5,3 - 7,8$) и коэффициентом вариации ($v = 28,3-38,2\%$). Корреляция бора в системе почва - растение положительная, но неодинаковая: сильная ($r = +0,86$) в системе солонец - разнотравье и слабая в системе южный чернозем - разнотравье, что объясняется энергичным извлечением бора из почвы растениями и накоплением его в органах и тканях.

Сельскохозяйственные культуры также содержат различное количество микроэлементов. Повышенные концентрации меди (в среднем 6,0-10,0 мг/кг) свойственны кукурузе, подсолнечнику, бобовым и сеяным травам. В зерновых культурах меди меньше - 5,0 мг/кг; цинка - 26,0, марганца - 92,0; кобальта - 0,18; бора - 20,6 мг/кг, что соответствует норме в кукурузе. Более высоким содержанием кобальта (0,24-0,80 мг/кг) и недостаточным молибдена (0,2-0,4) отличаются ботва гороха, стебли кукурузы и подоолнечника, бобовые травы.

Растения из почвы с одинаковым микроэлементным составом неодинаково их потребляют. Стебли подсолнуха и кукурузы, бобовые травы извлекают из обыкновенного и южного черноземов меди, цинка и бора намного больше, чем злаковые растения. Максимум марганца получают разнотравье, кукуруза, житняк, люцерна; кобальта и молибдена - сеяные травы, горох, суданка, люцерна, разнотравье. Понижен микроэлементный состав соломы пшеницы, овса, сеяных трав, полныи. Кукуруза, разнотравье, полынъ и костер, произрастающие на темно-каштановых почвах потребляют меди, цинка, марганца, кобальта, молибдена больше, а бора - меньше.

Из полученных данных видно, что растения поглощают микроэлементы не пропорционально их содержанию в почве, а избирательно.

В настоящее время нет необходимости добавлять в рацион сельскохозяйственных животных соли марганца и молибдена.

Литература

Грабаров П.Г. Поглощение меди, цинка, марганца, кобальта, молибдена сельскохозяйственными культурами в Целиноградской области. - В кн.: Агрохимическая характеристика почв Казахстана. Алма-Ата, 1970, с.54-67.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1968. 335 с.

Егоров А.Д. Биологическое районирование лугопастбищных территорий Якутии на основе биохимии ландшафтов. - В кн.: Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Улан-Удэ, 1968, с.57-65.

Султанбаева У.М. Микроэлементы (Cu, Zn, Mn, Co, Mo, B) в растениях Южного Казахстана. - В кн.: IV Республиканская конференция почвоведов. Алма-Ата, 1978, т. I, с. II4-II6.

Султанбаева У.М., Грабаров П.Г., Рыков И.К. Микроэлементы в растениях Казахстана. - В кн.: Повышение продуктивности почв Казахстана. Алма-Ата, 1980, с. II4-II1.

УДК 631.67: 631.811

Р.А.Чиркова

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ПРЕДГОРНОЙ РАВНИНЫ

Наиболее крупные орошаемые массивы в Казахстане расположены главным образом в средней и нижней частях предгорных равнин Джунгарского и Заилдйского Алатау, северо-западных склонов западного Тянь-Шаня и юго-западных склонов хребта Каратау.

Предгорные равнины сложены мощными толщами древнеаллювиальных и пролювиальных отложений. По мере удаления от области формирования они дифференцируются по гранулометрическому составу: у подножия гор - валунно-галечниковые, галечниковые, гравийно-

песчаные и песчаные накопления, перекрытые сверху толщей лесса и лессовидных суглинков. Лесс и лессовидные суглинки – основные почвообразующие породы предгорий и подгорных равнин. Предгорные равнины имеют покатый или пологий уклон, уменьшающийся от гор аккумулятивным равнинам.

Преобладающими почвами в районе орошаемого земледелия на подгорных равнинах являются светлые и обыкновенные сероземы, лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы.

Влияние орошения на почвенно-мелиоративные условия орошаемых почв и прилегающих к ним территорий носит сложный характер. Оросительной водой приносятся взвешенные и растворенные материалы, из которых первые создают ирригационные наносы, а вторые, фильтруясь через почвенную толщу, соответственно составу и концентрации растворенных веществ воздействуют на химические свойства почвы, способствуя их засолению и заболачиванию.

Один из крупных массивов орошения в Южном Казахстане – территория Арысь-Туркестанского канала. Он пересекает предгорную равнину юго-западного склона хребта Каратау от р.Арысь до границ Кызыл-Ординской области.

Цель настоящей работы – изучить содержание гумуса и элементов питания в почвах предгорной равнины юго-западного склона хребта Каратау вдоль Арысь-Туркестанского канала, представляющих собой сероземы светлые северные и южные, а ниже по уклону предгорной равнины – лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы, используемые в основном под посевы хлопка, зерновые и другие культуры.

Первый участок исследований расположен в районе пос. Тортколь. Разрез I08 заложен в 4 км восточнее пос. Тортколь на слабонаклонной к северо-западу предгорной равнине на сероземе светлом южном, орошаемом под культурой хлопка. До глубины 0,5 м профиль разреза суглинистый, ниже – легкосуглинистый. Разрез I09 заложен через I0–II км (ниже по уклону) от разреза I08 на слабонаклонной к западу предгорной равнине из сероземно-луговой почвы, занятой под хлопок. Среди хлопка небольшими островками выделяются изрезанные тростниковые заросли. До 0,5 м профиль разреза сложен средним суглинком. На глубине 50–66 см находится слоистая прослойка из крупного песка и супеси, ниже – тяжелый суглинок.

Сероземно-луговая почва содержит больше гумуса, общего и легкогидролизуемого азота. Здесь больше валового и подвижного (по Мачигину) фосфора, подвижного калия (табл. I, 2). Содержание валового фосфора, подвижных форм фосфора и калия в сероземе в светлом с глубиной постепенно и закономерно снижается. В сероземно-луговой почве в нижней части метрового слоя отмечается увеличение указанных форм фосфора и калия. Привлекает внимание то обстоятельство, что в светлом сероземе уменьшается с глубиной профиля содержания гумуса и увеличивается валового и гидролизуемого азота. В нижней части профиля и в сероземно-луговой почве повышается концентрация легкогидролизуемого азота, что объясняется растворением и перемещением этих элементов по профилю почв и уклону территории. К тому же на хлопковых полях вносятся растворимые азотные и фосфорные удобрения в виде аммиачной селитры и суперфосфата. Возможно, что из сероземов светлых, подстилаемых легкими грунтами, растворимые элементы питания с оросительной водой вымываются вглубь профиля и за пределы орошаемого массива.

Участки 2 и 2а находятся в средней части орошаемого массива по трассе Арысь-Туркестанского канала. Расположены они в районе пос. Старый Икан.

Разрез 293 заложен в 4 км северо-восточнее пос. Старый Икан на территории, примыкающей непосредственно к Туркестанскому магистральному каналу, на сероземе светлом северном суглинистом, подстилаемом на глубине 1-2 м гравийно-галечниковыми отложениями. Включение галечника и крупного песка начинается с глубины 64 см. Угодье - старая залежь.

Ниже по уклону в 6,5 км от разреза 293 заложен разрез 294 на луговато-сероземной суглинистой орошаемой почве, засеваемой ячменем с покровом люцерны. Еще ниже по уклону в 3 км юго-юго-западнее разреза 294 на лугово-сероземной суглинистой солончаковой почве заложен разрез 320. Участок представлен пятнистым комплексом из пухлых солончаков (по микроповышениям) и сильнозасоленных и солонцеватых почв (на границе с пашней). Пятна солончаков лишены растительности.

Разрезы 16 и 31 участка 2а характеризуют сероземы светлые северные орошаемые под хлопчатник. Разрез 31 заложен в 4 км

Таблица I. Агрохимическая характеристика почв предгорной равнины.

Разрез, почва	Горизонт, см	Гумус, %	N		P ₂ O ₅		K ₂ O
			валовой, %	гидролиз- зучемный, мг/кг	валовой, %	подвижный, мг/кг	
							подвиж- ный, мг/кг
Участок I							
I08, серозем светлый суглинистый орошаемый	0-23	1,23	0,030	73	0,17	9,4	500
	23-47	0,54	0,046	61	0,13	1,6	253
	47-75	0,44	0,062	36	0,10	1,6	185
	75-100	0,37	0,091	55	0,10	1,6	165
I09, сероземно-луговая суглинистая орошаемая	0-25	2,04	0,092	98	0,18	26,8	625
	25-50	1,94	0,092	73	0,18	10,8	625
	50-66	0,77	0,062	61	0,12	12,8	306
	66-84	0,74	0,062	67	0,17	11,6	540
84-100	0,68	0,062	73	0,11	4,2	388	
Участок 2							
293, серозем светлый суглинистый, залежь	0-15	1,10	0,049	201	0,11	4,0	104
	15-46	0,93	0,028	123	0,10	5,2	108
	46-73	0,91	0,035	168	0,08	2,8	96
	73-100	0,87	0,031	112	0,08	1,8	54

294, лугово-сероземная	0-15	1,80	0,091	145	0,13	14,0	336
суглинистая орошаемая	15-32	1,62	0,056	79	0,12	4,8	180
под ячменем	32-76	1,10	0,042	79	0,10	2,0	120
	76-100	1,01	0,042	101	0,10	1,6	108
320, лугово-сероземная	0-10	0,51	0,084	11	0,21	49,1	868
суглинистая солончако-	10-22	0,54	0,063	10	0,22	48,0	700
ватая целинная	22-40	1,45	0,056	28	0,16	16,8	600
	40-63	1,39	0,063	50	0,12	8,0	396
	63-85	1,31	0,042	56	0,14	6,4	360
	85-100	1,28	0,035	67	0,13	7,6	336

Участок 2а

16, серозем светлый	0-27	0,55	0,049	146	0,13	10,0	220
суглинистый защебенный	27-52	0,49	0,056	62	0,11	3,2	118
орошаемый	52-87	0,40	0,049	45	0,09	3,2	96
	87-100	0,30	0,028	28	0,09	4,8	96
126, лугово-сероземная	0-5	1,92	0,112	134	0,22	58,0	740
суглинистая солончако-	5-17	0,91	0,154	106	0,21	21,6	820
вая без растительности	17-38	0,77	0,196	95	0,17	10,4	668
	38-55	0,45	0,245	118	0,12	6,8	422
	55-79	0,40	0,042	123	0,12	7,6	322
	79-100	0,30	0,112	95	0,12	7,2	300

Окончание табл. I.

	1	2	3	4	5	6	7	8
31, серозем светлый суглинистый с включе- нием галечника орошаемый	0-6	0,65	0,056	67	0,14	13,6	260	
	6-25	0,54	0,049	39	0,14	8,8	246	
	25-49	0,46	0,049	190	0,13	3,2	110	
	49-65	0,39	0,035	190	0,11	2,4	90	
	65-100	0,30	0,042	206	0,09	3,2	60	
133, лугово-сероземная суглинистая солончаковая под солянками, жантаком, акреком	0-3	0,92	0,112	112	0,16	36,0	492	
	3-15	0,80	0,161	129	0,16	30,8	618	
	15-47	0,74	0,140	140	0,14	18,8	540	
	47-65	0,60	0,117	146	0,12	10,4	352	
	65-90	0,50	0,161	156	0,11	9,2	304	
	90-100	0,40	0,112	123	0,10	8,0	220	
Участок 3								
222, серозем светлый суглинистый забелев- ный орошаемый	0-22	0,83	0,070	45	0,11	7,5	290	
	22-43	0,52	0,126	45	0,10	1,3	157	
	43-73	0,45	0,070	79	0,07	1,3	72	
	73-100	0,50	0,070	90	0,07	2,9	60	

220, лугово-серозем-	0-20	1,27	0,112	78	0,18	9,0	115
ная суглинистая	20-50	0,65	0,056	50	0,13	0,8	75
незасоленная оршае-	50-77	0,51	0,056	33	0,11	0,8	33
мая	77-100	0,71	0,046	45	0,11	0,8	60
228, серозем светлый	0-28	0,60	0,031	37	0,09	16,8	240
легкосуглинистый	28-59	0,48	0,031	24	0,09	1,4	175
орошаемый	59-76	0,33	0,046	12	0,09	4,0	132
	76-100	0,36	Следы	Нет	0,09	3,2	145
223, лугово-серозем-	0-16	0,98	0,110	296	0,26	183,0	610
ная легкосуглинистая	16-39	0,87	0,130	56	0,17	59,0	690
старорошаемая	39-60	0,76	0,060	84	0,13	3,5	505
	60-84	0,51	0,100	134	0,10	1,9	420
	84-100	0,35	0,070	291	0,12	1,2	385

западнее пос. Старый Икан в верхней части слабологого склона на южной экспозиции. Профиль верхней части 0,5-метрового сложен средним суглинком, ниже постепенно переходящим в тяжелый суглинок с включением мелкого галечника, количество которого с глубиной нарастает. Разрез 16 расположен в 750 м южнее разреза 31 на спланированном хлопковом поле со слабым уклоном на юг. Сложение профиля аналогично предыдущему. Два разреза заложены на целинной территории, примыкающей к орошаемому массиву. Разрез 126 заложен ниже по уклону в 4 км южнее разреза на микроповышении, на лугово-сероземной тяжелосуглинистой солончаковой почве. Запас солей в метровой толще - 242 т/га. Разрез 133 расположен в 5 км по уклону от разреза 31 в слабом понижении лугово-сероземной суглинистой солончаковой почвы. Запас солей в метровой толще - 213 т/га.

В профиле серозема светлого (разрез 16) количество гумуса и элементов питания соответствует их концентрации в почве данной зоны, и книзу постепенно убывает (см. табл. 1,2). Высокое содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое связано с внесением азотного удобрения.

В профиле разреза 31 содержание гумуса, общего азота и подвижного фосфора и подвижного калия также книзу постепенно уменьшается, а легкогидрализованного азота, наоборот, увеличивается. Образование подвижных форм азота на глубине 50-100 см в больших количествах маловероятно, хотя оно может быть обусловлено выносом сюда азота из верхних горизонтов.

В нижерасположенных по уклону лугово-сероземных почвах содержание гумуса также закономерно убывает книзу, количество общего азота и легкогидролизуемых форм колеблется по горизонтам независимо от гумуса, повышаясь с углублением почвенного профиля. В лугово-сероземных почвах отмечается значительно большее, по сравнению с вышележащими светлыми орошаемыми сероземами, валового и подвижных форм фосфора, причем высокие концентрации последнего прослеживаются во всей метровой толще особенно в верхнем слое 0-50 см. При этом следует учитывать, почвообразующие породы практически равнозначны, т.е. в исходном состоянии по почвообразующей породе они не должны сильно

личаться содержанием палового фосфора. Фосфорные соединения в растворенном виде могут мигрировать в почвенной толще с лежащих полей вниз по уклону. С большей вероятностью это происходит и к хорошо растворимым солям калия, количество которых в профиле лугово-сероземных почв в несколько раз больше по сравнению с вышерасположенными соседними участками орошаемых луговых сероземов. Распределение элементов питания аналогично распределению по уклону предгорной равнины, отмеченному для первого участка.

Третий участок характеризуют орошаемые почвы предгорной равнины в конечной части Туркестанского канала в районе г. Туркестана. Разрез 222 заложен в 4 км северо-западнее пос. 30 лет Казахстана между Туркестанским каналом и автомагистралью Чимкент - Туркестан на сероземе светлом северном, суглинистом, орошаемом, на плоской с уклоном на юго-запад нижней частью предгорной равнины, слабозащепленной с поверхности. Галечник крупнозернистым песком залегает на глубине ниже 1 м. В 7 км юго-запад от разреза 222 вниз по уклону заложен разрез 220 лугово-сероземной, незасоленной, орошаемой почве, развитой пролювиально-аллювиальных суглинистых отложениях, с глубиной 50 см встречаются включения гальки. Здесь выращивают хлопок.

В 5 км севернее г. Туркестана на слабоволнистой предгорной равнине заложен разрез 228 на сероземе светлом северном, легкосуглинистом, орошаемом, засеваемом хлопком. Ниже по уклону юго-запад от г. Туркестана заложен разрез 223 на лугово-сероземной, незасоленной, староорошаемой почве, засеваемой хлопком. С 1959 г. сюда ежегодно вносятся азотные и фосфорные удобрения.

В первых двух разрезах третьего участка различия в содержании элементов питания выражены не столь резко. В светлом сероземе в подпахотном слое обнаружено большое количество общего азота, а в нижней половине метровой толщи - легкогидролизуемого гумуса, фосфаты и калий с глубиной почвенного профиля постепенно уменьшаются. В лугово-сероземной почве в результате лучшей водообеспеченности гумуса содержится больше. Здесь больше валового фосфора, что, возможно, связано с аккумуляцией

фосфатов из растворов, поступающих с выщележащих территорий. Владение большей растворимости и способности к перемещению соединения легкогидролизуемого азота и подвижного калия, по-видимому, играют здесь роль транзитных элементов.

Во второй паре разрезов легкосуглинистый светлый серозем обеднен элементами питания, а легкосуглинистые лугово-сероземные почвы обогащены ими. Удобрения под хлопок вносили и в те и в другие почвы, и участок лугово-сероземных почв оказался недопустимо перегружен всеми тремя элементами не только в пахотном слое, но и во всей метровой толще. Безусловно, это результат бесконтрольного применения минеральных удобрений и инкорпорирования почвенно-мелиоративных условий данной местности.

Соединения рассматриваемых элементов питания обладают различной способностью к растворению, диффузии и поглощению почвенными компонентами, что в процессе орошения приводит к изменению в их соотношении. Расположенные выше по уклону местности орошаемые массивы обедняются подвижными соединениями калия, а нижележащие почвы обогащаются. Динамика подвижных соединений калия аналогична динамике водорастворимых солей в почвах. При засолении участков, прилегающих к орошаемым массивам, в почве, как правило, возрастает содержание подвижных соединений калия.

Общие запасы азота в почве связаны с содержанием гумуса. Однако полной корреляции между содержанием гумуса и валового азота нет. Максимальное количество гумуса, содержащееся в верхнем горизонте, постепенно снижается вниз по профилю. Концентрация общего азота в нижележащих горизонтах разрезов 108, 126, 133, 222 и 223 оказалась большей. Поскольку это явление встречается в светлых сероземах и в лугово-сероземных почвах, на целине и на пашне, следовательно, оно не вызывается орошением или агротехникой и, очевидно, обусловлено различием в распределении по горизонтам корневых систем и их остатков и условиях гумусообразования, окисления и минерализации органической массы на поверхности и в глубине почвенной толщи. В рыхлых слоях лучше сохраняется влажность, здесь меньше амплитуда колебаний температур и газообмена, вероятнее реакции между гумусовыми веществами и минеральной частью почвы, в результа-

те которых образуются более стойкие азотсодержащие органоминеральные комплексы с меньшим соотношением углерода и азота.

Своеобразно распределение легкогидролизуемых форм азота по уклону и по профилю почв. В состав легкогидролизуемого азота, кроме собственно легкогидролизуемых органических соединений, количество которых невелико, включаются минеральные соединения азота — нитраты и аммонийная форма. Они хорошо растворимы в воде, подвижны и усваиваются растениями. Нитраты не закрепляются в почве и легко вымываются и перемещаются оросительной водой вглубь почвенного профиля. Потери нитратного азота из почв связаны и с процессами денитрификации. Ион аммония способен вступать в обменные реакции с почвенным поглощающим комплексом, не теряя при этом доступности, но приобретаая ограниченность перемещения в почве.

Полученные данные по общему содержанию фосфора и его подвижным формам в исследуемых почвах говорят о закономерном перемещении почвенных фосфатов вниз по уклону предгорной равнины (табл. 2). Лугово-сероземные целинные почвы (разрезы 126, 133 и 320), не получавшие фосфорных удобрений, при равнозначном гранулометрическом составе содержат по сравнению с ежегодно удобряемыми фосфором светлыми орошаемыми сероземами, расположенными выше на предгорной равнине, больше почвенных фосфатов.

Согласно имеющимся данным по групповому составу почвенных фосфатов (по Чирикову), в исследуемых почвах не обнаружено изменений в соотношении групп (табл.3): и в сероземах светлых и в лугово-сероземных почвах фосфаты представлены в основном минеральными формами разной степени растворимости и подвижности. Органические соединения фосфора в верхнем слое составляют лишь 1-3%, легкорастворимые минеральные соединения первой группы — 1-2% общего содержания фосфора в почве. Некоторое увеличение доли легкорастворимых фосфатов первой группы в лугово-сероземных почвах в той или иной степени может быть связано с соединениями, приносимыми потоком фильтрующейся воды, и с процессами мобилизации в условиях лучшей обеспеченности влагой и органическим материалом.

Основными формами соединений являются фосфаты второй и третьей групп (66-85% общего запаса), извлекаемые соответст-

фосфатов из растворов, поступающих с вылезающих территории. Владение большей растворимости и способности к перемещению соединения легкогидролизуемого азота и подвижного калия, по-видимому, играют здесь роль транзитных элементов.

Во второй паре разрезов легкосуглинистый светлый серозем обеднен элементами питания, а легкосуглинистые лугово-сероземные почвы обогащены ими. Удобрения под хлопок вносили и в те и в другие почвы, и участок лугово-сероземных почв оказался недопустимо перегружен всеми тремя элементами не только в пахотном слое, но и во всей метровой толще. Безусловно, это результат бесконтрольного применения минеральных удобрений и игнорирования почвенно-мелиоративных условий данной местности.

Соединения рассматриваемых элементов питания обладают различной способностью к растворению, диффузии и поглощению почвенными компонентами, что в процессе орошения приводит к изменению в их соотношении. Расположенные выше по уклону местности орошаемые массивы обедняются подвижными соединениями калия, а нижележащие почвы обогащаются. Динамика подвижных соединений калия аналогична динамике водорастворимых солей в почвах. При засолении участков, прилегающих к орошаемым массивам, в почве, как правило, возрастает содержание подвижных соединений калия.

Общие запасы азота в почве связаны с содержанием гумуса. Однако полной корреляции между содержанием гумуса и валового азота нет. Максимальное количество гумуса, содержащееся в верхнем горизонте, постепенно снижается вниз по профилю. Концентрация общего азота в нижележащих горизонтах разрезов 108, 126, 133, 222 и 223 оказалась большей. Поскольку это явление встречается в светлых сероземах и в лугово-сероземных почвах, на целине и на пашне, следовательно, оно не вызывается орошением или агротехникой и, очевидно, обусловлено различием в распределении по горизонтам корневых систем и их остатков в условиях гумусообразования, окисления и минерализации органической массы на поверхности и в глубине почвенной толщи. В глубоких слоях лучше сохраняется влажность, здесь меньше амплитуда колебаний температур и газообмена, вероятнее реакции между гумусовыми веществами и минеральной частью почвы, в результа-

те которых образуются более стойкие азотсодержащие органоминеральные комплексы с меньшим соотношением углерода и азота.

Своеобразно распределение легкогидролизуемых форм азота по уклону и по профилю почв. В состав легкогидролизуемого азота, кроме собственно легкогидролизуемых органических соединений, количество которых невелико, включаются минеральные соединения азота — нитраты и аммонийная форма. Они хорошо растворимы в воде, подвижны и усваиваются растениями. Нитраты не закрепляются в почве и легко вымываются и перемещаются оросительной водой вглубь почвенного профиля. Потери нитратного азота из почв связаны и с процессами денитрификации. Ион аммония способен вступать в обменные реакции с почвенным поглощающим комплексом, не теряя при этом доступности, но приобретаая ограниченность перемещения в почве.

Полученные данные по общему содержанию фосфора и его подвижным формам в исследуемых почвах говорят о закономерном перемещении почвенных фосфатов вниз по уклону предгорной равнины (табл. 2). Лугово-сероземные целинные почвы (разрезы 126, 133 и 320), не получавшие фосфорных удобрений, при равнозначном гранулометрическом составе содержат по сравнению с ежегодно удобряемыми фосфором светлыми орошаемыми сероземами, расположенными выше на предгорной равнине, больше почвенных фосфатов.

Согласно имеющимся данным по групповому составу почвенных фосфатов (по Чирикову), в исследуемых почвах не обнаружено изменений в соотношении групп (табл.3): и в сероземах светлых и в лугово-сероземных почвах фосфаты представлены в основном минеральными формами разной степени растворимости и подвижности. Органические соединения фосфора в верхнем слое составляют лишь 1-3%, легкорастворимые минеральные соединения первой группы — 1-2% общего содержания фосфора в почве. Некоторое увеличение доли легкорастворимых фосфатов первой группы в лугово-сероземных почвах в той или иной степени может быть связано с соединениями, приносимыми потоком фильтрующейся воды, и с процессами мобилизации в условиях лучшей обеспеченности влагой и органическим материалом.

Основными формами соединений являются фосфаты второй и третьей групп (66-85% общего запаса), извлекаемые соответст-

венно 0,5 Н растворами уксусной и соляной кислот. Соотношение между ними колеблется в широких пределах в обратной корреляционной зависимости и характеризует условия фосфатного режима определенного региона почвенного массива. На участках 2 и 2а в сероземах светлых и в лугово-сероземных почвах, это соотношение смещается в сторону труднорастворимых фосфатов третьей группы. На первом и третьем участках преобладают фосфаты второй группы, за исключением обедненного элементами питания серозема светлого, орошаемого (разрез 228).

Опытами доказано, что между группами минеральных фосфатов устанавливается определенное динамическое равновесие, поддерживаемое обменными реакциями между соединениями. Труднорастворимые формы играют при этом роль буфера. Постоянный переход ионов фосфорной кислоты из труднорастворимых соединений в почвенный раствор (вместо поглощенных растениями или удаленных с фильтрационными водами) со временем становится заметным и в абсолютных значениях. Таким образом, вынос фильтрационными водами почвенных фосфатов возможен не только за счет растворимых, но и труднорастворимых соединений. Этим и объясняется обедненность фосфором лежащих выше по уклону предгорной равнины светлых орошаемых сероземов и обогащенность фосфором лугово-сероземных почв при незначительных изменениях группового соотношения.

Анализируя полученные данные по агрохимической характеристике почв, относящихся к Арньс-Туркестанскому каналу, следует отметить, что такие элементы питания, как азот, фосфор и калий, участвуют в химическом стоке веществ вниз по уклону, в результате чего расположенные выше орошаемые и удобряемые светлые сероземы обедняются, а нижележащие лугово-сероземные почвы обогащаются ими.

Фактор химического стока элементов питания необходимо учитывать при внесении минеральных удобрений. Так, на светлых орошаемых сероземах может проявиться потребность в калийных удобрениях. В качестве минерального азотного удобрения на орошаемых светлых сероземах предпочтительнее аммонийная форма. Из фосфорных туков целесообразнее вносить слаборастворимые в воде формы, которые, будучи доступны растениям, пополняют первый резерв усвояемых фосфатов (соединений

Таблица 3. Состав почвенных фосфатов,
% общего содержания

Разрез	Слой, см	Группы P ₂ O ₅				
		I	II	III	IV	V
Участок I						
08	0-25	0,5	61	17	I	21
	0-100	0,5	50	30	I	18
09	0-25	0,8	39	32	2	26
	0-100	0,6	52	21	2	24
Участок 2						
193	0-25	1,0	16	60	I	22
	0-100	1,0	16	58	I	24
294	0-25	1,5	9	56	2	31
	0-100	0,6	7	62	2	29
320	0-25	3,0	36	43	I	17
	0-100	2,0	24	52	2	20
Участок 2а						
16	0-25	1,0	17	57	2	23
	0-100	0,4	17	56	3	23
126	0-25	1,6	30	55	2	12
	0-100	0,8	18	65	2	14
31	0-25	0,8	17	58	3	21
	0-100	0,5	18	55	4	22
133	0-25	2,3	17	65	2	13
	0-100	1,4	13	70	2	14
Участок 3						
222	0-25	1,0	47	32	5	15
	0-100	0,6	45	30	3	22
220	0-25	1,0	40	26	4	29
	0-100	0,6	41	27	3	28
228	0-25	2,0	25	54	4	15
	0-100	1,0	29	48	3	19
223	0-25	2,6	56	26	2	13
	0-100	1,5	41	37	2	18

второй группы) и меньше подвержены выносу с оросительными водами. Растворимые фосфорные удобрения в небольших дозах можно применять при посеве с семенами, при необходимости - в подкормку.

На лугово-сероземных и других почвах ниже по уклону в горной равнине усилия должны быть направлены на улучшение диоративного состояния почв и мобилизацию почвенных запасов азота, фосфора и калия.

УДК 631.4

С.Д.Абдыхалыков, Ю.Г.Евстифеев,
А.Г.Новикова, В.В.Редков, К.Ш.Фаизов

ЕДИНЫЙ СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СПИСОК
И ДИАГНОСТИКА ПОЧВ
РАВНИННОЙ ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

Научные основы номенклатуры, систематики и диагностики почв заложены в трудах основоположников отечественного почвоведения - В.В.Докучаева и Н.М.Сибирцева. Большой вклад в разработку этих вопросов внесли И.П.Герасимов (1947), Е.В.Бова (1948), Е.Н.Иванова, Н.Н.Розов (1960), Л.И.Прасолов (1976), С.С.Неуструев (1977), К.Д.Глинка (1978) и др.

Значение систематики и диагностики почв как научной основы картографии, учета, оценки и, в конечном итоге, разработки мероприятий по рациональному использованию почв, очевидно, так как они отражают всю сумму знаний, накопленных за определенный предшествующий период изучения почвенного покрова страны.

Номенклатура и систематика почв Казахстана за последние годы неоднократно унифицировались, все более совершенствуясь по мере накопления нового фактического материала.

Первая систематическая сводка данных о почвенном покрове республики, как известно, была осуществлена на обзорной почвенной карте Казахстана (масштаб 1:2000000), составленной Л.И.Иозефовичем, С.П.Матусевичем, А.В.Мухлей, И.А.Бесполодным (1933) под руководством Л.И.Прасолова. На этой карте было выделено 44 знака почв, в том числе на равнинной территории - 37. Последние объединены в пять следующих групп:

черноземы степей западносибирских и восточноевропейской
зон (черноземы средние и южные, увеличенной, средней и
малой мощности, карбонатно-солонцеватые и солонцевато-
чачковые); 2) каштановые почвы сухих степей (темно- и
светло-каштановые карбонатно-солонцеватые и солонцевато-солон-
чатые); 3) бурые и сероземные почвы пустынь и полупустынь
(слабосолонцеватые и солонцевато-солончатые, сероземы
типичные, такыровидные, гипсоносные и солонцеватые);
солонцеватые почвы, солонцы и солончаки; 5) луговые и ал-
лювиальные почвы.

Несколько позднее (1945-1946 гг.) на областных мелко-
масштабных почвенных картах уже выделено 70 знаков для отдель-
ных видов почв, а всего вместе с комплексами и сочетаниями -
не считая песков и почв механического состава. При этом
на районной карте было снято деление черноземов на провинциаль-
ные варианты и по мощности, выделен новый подтип выделоченных
черноземов, уточнено деление почв по карбонатности, солонце-
ватости и солончатости.

На почвенной карте Казахской ССР (масштаб 1:2500000),
составленной Е.В.Лобовой по материалам областных почвенных
карт и изданной под редакцией Л.И.Прасолова и И.П.Герасимова
в 1946 г., общее количество почвенных знаков на равнинной тер-
ритории республики составляло 36, а вместе с комплексами и со-
четаниями - 87. В качестве зональных и интразональных типов и
подтипов почв на карте выделены черноземы выделоченные, обыкновенные и южные (типичные, карбонатные, солонцеватые); темно-
светло-каштановые (типичные, карбонатные, солонцеватые); бу-
ро-пустынно-степные почвы (солонцеватые, солончатые);
сероземы (типичные, светлые, структурные, гипсоносные, такыро-
видные, солончатые); такыры; солончаки; солонцы; луговые
и пойменные почвы.

Наиболее полная систематизация материалов о почвенном
строении республики за весь предшествующий период выполнена на
цветочной почвенной карте Казахской ССР (масштаб
1:500000), составленной коллективом сотрудников Института
почвоведения АН КазССР и изданной под редакцией У.У.Успанова
в 1976 г. В отличие от ранее изданных карт на новой почвенной

карте более детально в цветном изображении показаны генетические типы, подтипы и роды почв, их комплексы и сочетания, а также характерные для Казахстана провинциальные особенности почвенного покрова.

На равнинной территории республики показаны 53 знака почв, в том числе не выделявшиеся ранее серые лесные, тапиро-видные и лиманно-луговые почвы. Тип каштановых почв сухих и пустынных степей разделен на три подтипа: темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые. Бурые и серобурые почвы определены как подтипы зонального типа бурых пустынных почв. Впервые на уровне рода выделены фосфоритные, остаточнокорбонатные, неполноразвитые и малоразвитые почвы. На карте показаны 24 знака почвенных комплексов и сочетаний, где соотношения компонентов отражены в градациях 10 - 30, 30 - 50 и свыше 50%.

Вышедшие работы последовательно вносили все более новые генетические и агрономические подразделения в номенклатуру и систематику почв республики.

В последние годы на равнинной территории республики были практически завершены работы по почвенному обследованию сельскохозяйственных угодий. Однако в полученных материалах отсутствовало единообразие в номенклатуре и систематике почв. Не решает полностью проблем номенклатуры и систематики почв и разработанная Почвенным институтом им. В.В. Докучаева ВАСХНИЛ "Классификация и диагностика почв СССР" (1977), поскольку она не затрагивает региональных особенностей почвенного покрова страны.

Институт почвоведения АН КазССР совместно со специалистами проектных институтов Казгипрозем и Целингипрозем разработали единый систематический список и основные диагностические показатели почв равнинной территории Казахстана. Эта крупная обобщающая работа является итогом многолетних почвенно-географических исследований и отражает современное состояние почвенной науки в республике.

При подготовке систематического списка и диагностике почв были использованы опубликованные, фондовые литературные и картографические материалы, систематические списки почв админист-

ративных областей, массовый аналитический материал и описания профилей почв отдельных регионов, областей и хозяйств Казахской ССР. Классификационной основой для систематического разделения почв служили докучаевское учение о генетическом почвенном типе и научная концепция о зональности почв. В них достаточно полно учитываются эколого-генетические условия формирования, зонально-провинциальные особенности почв, а также процессы и режимы почвообразования. При разработке систематического списка опирались на классификационные разделения почв, изложенное в серийных монографиях Казахской ССР и книге "Классификация и диагностика почв СССР" (1977).

Номенклатура систематического списка предусматривает выделение таксономических единиц - типа, подтипа, рода и вида почвы в том понимании, как это было принято Межведомственной комиссией по номенклатуре, систематике и классификации почв при АН СССР в 1958 г. Согласно решению данной комиссии, почвенный тип объединяет большую группу почв, развивающихся в однотипно-сопряженных биологических, климатических и гидрогеологических условиях и характеризующихся ярким проявлением основного процесса почвообразования. Основные черты почвенного типа определяются однотипностью поступления, превращения и разложения органического вещества; комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органо-минеральных новообразований; однотипным характером миграции и аккумуляции веществ и строением почвенного профиля, а также однотипной направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия почв, сходством агротехники и состава сельскохозяйственных культур.

Группы почв в пределах типа, качественно отличающиеся по проявлению основного и налагающихся процессов почвообразования образуют подтипы почв. Мероприятия по повышению и поддержанию плодородия почв в пределах подтипа однородны, идентичны в отличие от мероприятий для типа почвы.

Генетические особенности почвенного рода обусловлены влиянием комплекса местных условий почвообразования - литологией и химизмом почвообразующих пород, химизмом грунтовых вод, предшествующей-историей развития почв и др.

Почвы в пределах рода, отличающиеся по степени развития почвообразовательных процессов (глубине и степени гумусированности, степени солонцеватости и засоления и т.д.), образуют виды почв.

Систематика почв равнинной территории Казахстана доведена включительно до вида.

В систематическом списке выделен 21 тип почвы, из них 4 зональных (серые лесные, черноземы, каштановые и бурые) и 17 межзональных и внутризональных. По характеру водного режима они разделены на типы: автоморфные (серые лесные, черноземы, каштановые, бурые, такировидные, солонцы и солончаки); полугидроморфные (лугово-черноземные, лугово-каштановые, лугово-бурные, такиры, солонцы и солончаки) и гидроморфные почвы (луговые, пойменные луговые, пойменные лесо-луговые, лугово-болотные, болотные, солонцы луговые, солончаки луговые и солоды).

Принципиально важным является выделение генетического типа бурых пустынных почв, подразделяющихся на подтипы бурых почв северной пустыни и серо-бурых почв центральной (средней) пустыни. В общесоюзной классификации они до сих пор рассматриваются как самостоятельные типы пустынно-степного и пустынного почвообразования. Однако проведенные специальные исследования, обобщение и анализ массового фактического материала показали, что эти почвы имеют много сходных черт, что позволяет рассматривать их как подтипы одного пустынного типа почвообразования.

Зональные и интразональные типы почв разделены на подтипы в соответствии с общесоюзной классификацией. Так, серые лесные почвы делятся на темно-серые, серые и светло-серые; черноземы соответственно на выделоченные, обыкновенные и южные; каштановые - на темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые. Кроме того, на уровне подтипов выделены лугово и луговато-черноземные, каштановые и светло-каштановые почвы.

Помимо родов почв, предусмотренных общесоюзной классификацией (обычных, глубоковскипающих, слабодифференцированных, осолоделых, солонцеватых, остаточнo-солонцеватых, карбонатных, остаточнo-карбонатных, глубокосолонцеватых, солончаковатых, гипсобоных, слитых и неполноразвитых), исходя из местных особенностей почвообразования в систематический список дополнительно

по внесены новые роды фосфоритных, солонцевато-солончаковатых, карбонатно-солончаковатых и малоразвитых почв.

Род фосфоритных почв характеризует автоморфные почвы, формирующиеся на почвообразующих породах, богатых содержанием фосфора. Они распространены среди черноземов и каштановых почв и, в отличие от зонального рода обычных (нормальных) почв, обладают более темной окраской и высокой насыщенностью профиля валовым и подвижным фосфором.

Род солонцевато-солончаковатых почв совмещает в профиле одновременно признаки солонцеватости (наличие на небольшой глубине уплотненного горизонта, содержащего 3-5% и более обменного натрия) и солончаковатости (присутствие в горизонте 30-80 см 0,3% по плотному остатку легкорастворимых солей).

Род карбонатно-солончаковатых почв выделяется среди автоморфных и полугидроморфных почв и характеризуется наличием, начиная с поверхности или в горизонте А, щелочно-земельных карбонатов при одновременном присутствии 0,3% по плотному остатку легкорастворимых солей на глубине 30-80 см.

Род малоразвитых почв образуется на маломощных (не более 40 см) элювиально-делювиальных грубоскелетных почвообразующих породах, близко подстилаемых плотными коренными породами или их щебнистым рухляком.

Все многообразие почвенного покрова равнинной территории Казахстана в систематическом списке объединяется в 726 видов почв. При последующих, более детальных и углубленных почвенных исследованиях список почв будет дополняться и совершенствоваться. Это, в частности, относится к систематике орошаемых и окультуренных почв, которые лишены генетической самостоятельности и продолжают выделяться под соответствующими названиями зональных и интразональных почв. Между тем специфические особенности формирования и развития этих почв, их водно-воздушный, биологический, тепловой и другие процессы и режимы позволяют выделить их в ряд самостоятельных типов почв.

Диагностика почв равнинной территории Казахстана составлена на основе анализа и обобщения огромного фактического материала по каждому из выделенных в систематическом списке видов почв. Данные достаточно объективно отражают условия формирования, со-

новые морфолого-генетические, химические и физико-химические свойства почв.

Единый систематический список и диагностика почв – первая, наиболее полная сводка научных сведений о почвах равнинной территории Казахстана. Данная работа является научно-методической основой при проведении всех почвенных изысканий, начиная от крупномасштабных съемок и кончая обобщающими исследованиями по почвенной картографии в республике, а также для учета и оценки почвенных ресурсов, планирования мероприятий по повышению плодородия почв.

Литература

Герасимов И.П. Государственная почвенная карта СССР. – Почвоведение, 1947, № 1, с.12–18.

Глинка К.Д. Почвоведение. М., 1978, 599 с.

Докучаев В.В. Классификация почв проф. В.В.Докучаева (сев.полушарие), 1900. – В кн.: Избр.тр., М., 1949, с.507–515.

Иванова Е.Н., Розов Н.Н. Классификация почв СССР. – В кн.: Доклады советских почвоведов к VIII Международному конгрессу почвоведов в США. М., 1960, с.280–288.

Иозефович Л.И., Матусевич С.П., Мухля А.В., Бесполуденов М.А. Почвенная карта Казахстана. Алма-Ата, 1933.

Иозефович Л.И., Матусевич С.П., Мухля А.В., Бесполуденов М.А. Классификация и диагностика почв СССР. М., 1977. 223 с.

Лобова Е.В. Почвенная карта Казахской ССР, Алма-Ата, 1948.

Лобова Е.В. Почвы пустынной зоны СССР. М., 1960, 363 с.

Неуструев С.С. Элементы географии почв. – В кн.: Генезис и география почв. М., 1977, с.149–303.

Прасолов Л.И. К вопросу о классификации и номенклатуре почв. – Тр.Почвенного ин-та им. В.В.Докучаева, 1976, т.13, с.18–34.

Прасолов Л.И. Почвенная карта Казахской ССР. М., 1976.

Ю.П.Паракшин, Э.М.Паракшина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ
О СТРУКТУРЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
В ЦЕЛЯХ КАРТИРОВАНИЯ СОЛОНЦОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Низшие единицы географии и картографии почв - элементарные почвенные ареалы (ЭПА), масштаб выявления которых для солонцовых территорий, как показали наши исследования, составляет 1:1000 - 1:250. Более мелкий масштаб пригоден для равнинных пространств, более крупный - для аккумулятивных и транзитных ландшафтов. Только при таком детальном обследовании можно получить точное, близкое к фотографии, изображение почвенного покрова. Любая карта, мельче масштаба выявления ЭПА, дает генерализованное представление о почвенном покрове.

В настоящее время картирование почвенного покрова ведется методом изображения преобладающей почвы и почв, находящихся с ней в комплексе или сочетании.

Состав компонентов почвенных комбинаций (ПК) дается в процентах от площади контура, причем наименьшей количественной единицей является компонент, занимающий не менее 10% территории. В случае резкого пространственного обособления одного из компонентов, имеющего важное мелиоративное значение, например солончака, эта доля может быть снижена до 5%.

За последние 10-15 лет появились работы (Белобров, Фридланд, 1973; Белобров, 1973; Фридланд, 1973, 1978; Григорьев, 1978; Ильина, 1980), свидетельствующие о недостаточной информативности и точности почвенных карт, о необходимости совершенствования методики их составления, показа соотношения компонентов в почвенных контурах и особенностей структуры почвенного покрова (СПП).

В существующих методических указаниях по картированию состав и соотношение компонентов в ПК определяются визуально, что нередко приводит к ошибкам, требования же к почвенно-мелиоративным картам должны быть жесткими. Ошибка в определении метода освоения может совершенно "погубить" солонцовый массив и

сделать непригодным для возделывания сельскохозяйственных культур. В этом случае важным элементом методики составления почвенно-мелиоративных карт является заложение детальных ключей, показывающих микроструктуру до ЭПА. С помощью таких ключей можно выявить географию почвенных комбинаций, установить состав компонентов, их доленое участие, факторы дифференциации почвенного покрова и генетическую взаимосвязь компонентов ПК. Как показывает наш опыт детального картирования, на отдельных ключах количество ЭПА доходит до 10-12 названий. При крупномасштабном картировании визуально зачастую сложно обнаружить ведущее звено почвенной комбинации. Генерализация материалов детальной съемки поможет сделать это объективно и точно.

Данные детальной съемки позволят значительно повысить информативность почвенных карт по следующим параметрам СПП: 1) связь между компонентами почвенного покрова (ПП); 2) сложность ПП; 3) контрастность ПП; 4) особенности геометрии ЭПА.

Эти показатели можно легко отразить в легенде к почвенной карте. На характер связи компонентов указывает приуроченность их к определенным формам и элементам мезо- и микрорельефа, например солонцы луговые корковые межгрядных понижений в комплексе с солончаками луговыми микробугорков и луговыми засоленными почвами микрозападин; лугово-черноземные солонцеватые почвы пологих склонов увалов с солонцами лугово-степными мелкими эрозийных водотоков. При указании приуроченности компонентов почвенного покрова к определенным формам и элементам мезо- и микрорельефа проясняется генетическая связь между ними, более четко вырисовываются мелиоративные особенности солонцовых территорий.

Важный мелиоративный показатель - сложность структуры почвенного покрова, ею определяется пространственная дифференциация почвенного покрова, законтуренность ПК. Сложность СПП можно выявить путем подсчета количества ЭПА в ключевых участках и пересчета их на 1 га. На основании анализа многочисленных ключей детального обследования составляется группировка сложности ПК по количеству ЭПА на 1 га (табл. I). Другой косвенный метод, предложенный нами, прост и применяется в полевых условиях. На типичном месте перпендикулярно друг другу

закладываются 2 хода длиной 100 м и подсчитываются точки пересечения с линиями границ ЭПА – так называемые узлы. Для определения коэффициента сложности (КС) общее количество узлов (n) делят на суммарную длину осей (200 м): $КС = \frac{n}{200}$. Была разработана группировка ПК и по этому показателю.

Под контрастностью понимается степень различия почв, входящих в ПК, причем В.М.Фридланд (1973) предложил брать в качестве критериев контрастности только резко различающиеся свойства почв, например степень солонцеватости или засоленности в солонцовых комплексах. Таким образом, контрастность может быть выражена как в качественном выражении (чернозем южный несолонцеватый – чернозем южный солонцеватый – солонец степной средний), так и в количественном (% обменного натрия).

Т а б л и ц а 1. Почвенные комбинации по степени сложности

Группировка	КС	Количество ЭПА на 1 га
Несложные	0,05	10
Слабосложные	0,05-0,1	10-30
Среднесложные	0,1-0,15	30-80
Сложные	0,15-0,2	80-150
Сильносложные	0,20	150

Контрастность является важной мелиоративной характеристикой почвенного контура. В связи с чем необходимо проводить группировку почвенных комбинаций по степени контрастности почв, в основу которой положены мелиоративные особенности компонентов ПК. Для солонцовых почв мы данную методику модифицировали.

Как показали наши исследования, ПК с участием солонцов относятся чаще всего к слабо- средне- и сильноконтрастным структурам:

Характеристика мелиоративных различий солонцов в почвенных комбинациях

Степень контрастности ПК

Все компоненты относятся к I мелиоративной подгруппе	Неконтрастные
Компоненты относятся к I мелиоративной группе	Слабоконтрастные
Компоненты относятся к 2 мелиоративным группам	Среднеконтрастные
Компоненты относятся к 3 мелиоративным группам	Сильноконтрастные
Компоненты относятся более чем к 3 разным мелиоративным группам	Очень сильноконтрастные

Приведем примеры: 1) $CH_C^I \cdot CH_C^{II} \cdot CH_I^{CH}$. Допустим, что

первый компонент комплекса для своего улучшения требует залужения солеустойчивыми травами, второй – химической мелиорации. Это среднеконтрастный комплекс.

2) $CH_{лс}^{II} \cdot CH_I^{CH}$. Заложены 3 разреза на солонцах средних. После обработки аналитических данных оказалось, что они относятся к 3 разным мелиоративным группам – сильноконтрастный комплекс.

Геометрическая характеристика ЭПА включает данные по определению площади, формы ареалов и степени извилистости его границ. Мы предлагаем форму ареала (изоморфную, вытянутую, линейную, разветвленную ассиметричную, лопастную ассиметричную, их монолитную или дырчатую конфигурацию и т.п.) записывать в легенду к почвенной карте. Изоморфные округлые формы ЭПА свойственны почвам элювиальных и аккумулятивных ландшафтов и связаны с просадкой и суффозией почвогрунтов; линейные вытянутые разной конфигурации формы – транзитным ландшафтам, они обусловлены эрозионными факторами (табл. 2).

Характер связи между компонентами почвенного покрова, его сложность и контрастность, специфика геометрии элементарных почвенных ареалов позволяют глубже понять мелиоративные особенности солонцовых территорий и значительно повысить информативность почвенных карт.

Т а б л и ц а 2. Фрагмент легенды к почвенно-мелиоративной карте

Почва (согласно классификации)	Сложность	Контрастность	Геометрия ЭПА
Комплекс солонцов степных, глубоких, малонатриевых, слабозасоленных, хлоридно-сульфатных, глубоких гипсовых, высококарбонатных, широких увалов с черноземами южными, солонцеватыми, среднemocными, западин (10%)	Сложный	Неконтрастный	Изоморфные
Комплекс солонцов лугово-степных, средних, средненатриевых, слабозасоленных, сульфатно-хлоридных, глубокогипсовых, высококарбонатных, склонов увалов с солончакками - солонцами, водотоков (10%) и лугово-черноземными, солонцеватыми почвами, удлиненных западин (30%)	Сильно-сложный	Среднеконтрастный	Линейные, разветвленные ассиметричные

Литература

Белобров В.П. Картирование структур почвенного покрова методом вложенных ключей. - В кн.: Структура почвенного покрова и методы ее изучения. М., 1973. с.41-46.

Белобров В.П., Фридланд В.М. Опыт количественной характеристики морфологии элементарных почвенных ареалов и сложности почвенного покрова. - В кн.: Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М., 1970, с.41-46.

Григорьев Г.И. Изучение элементарных структур почвенного покрова как обязательный метод почвенных исследований. - В кн.: Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. М., 1978, с.20-26.

Ильина Л.П. Содержание почвенных карт разных масштабов и вопросы методики их составления. - Почвоведение, 1980, № 7, с. 134-137.

Фридланд В.М. Геометрическая характеристика структур почвенного покрова. - В кн.: Структура почвенного покрова и методы ее изучения. М., 1973, с.4-16.

Фридланд В.М. Итоги и задачи изучения структуры почвенного покрова. - В кн.: Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. М., 1978, с.3-20.

УДК 631.4 : 551.4

Л.И.Пачикина, Н.Т.Колесникова

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В МЕЖДУРЕЧЬЕ ТАЛАС - АССА

Междуречье Талас - Асса представляет собой часть подгорной равнины, ограниченной с юга хребтом Киргизский Алатау, с востока - песками Муонкум, с северо-запада - предгорьями М.Кара-

тау. Это огромная депрессия, имеющая свободный выход на север. Абсолютная высота 800–320 м. Равнинный рельеф в северной части равнины нарушает лишь возвышенность Кичик-Бурултау, составленная из невысоких холмов с абсолютными отметками 700–750 м. В пределах равнины выделяются конуса выноса – верхняя, средняя части и периферия, террасы и сухие дельты рек Таласа и Ассы. Хорошо прослеживается пойменная, надпойменные первая и вторая террасы рек. Предгорья М.Каратау отнесены к третьей эрозионной террасе р.Ассы на правом и левом берегах. Она образована в период поднятия палеогенных отложений при оживлении тектонических подвижек на грани верхне- и среднечетвертичного времени, когда поток подпруживался и р.Асса прорезала дочетвертичные отложения, образуя озеро остаточного типа.

Конуса выноса сложены пролювиально-аллювиальными образованиями ниже-, средне- и верхнечетвертичного возраста. Грубо-обломочный материал с поверхности перекрыт супесью и суглинками. По мере удаления от гор галечниковые и каменистые наносы сменяются отсортированным материалом – гравием, песком, супесью.

Уклон местности с гор Киргизский и Таласский Алатау, а также со стороны М.Каратау создает движение грунтовых вод, а следовательно, и транзитный вынос водно-растворимых солей из зоны продуктов выветривания. В результате этого вся территория подгорной равнины включается в зону транзита солей. С этим связывается относительно невысокая минерализация грунтовых вод. Грунтовые воды подчиняются гидрогеологической зональности. В верхней части конуса выноса их химизм гидрокарбонатно-кальциевого типа, они слабоминерализованы, залегают глубоко; в средней части – гидрокарбонатно-магниевонатриевые, переходящие в сульфатные, формируются на глубине 2–4 м; в периферии конуса выноса – сульфатно-натриевые и залегают на глубине 1,5–2,0 м. В шлейфовой части каждого конуса выноса уровень и минерализация грунтовых вод, а также засоление почв резко увеличивается. Здесь выделяются две полосы выклинивания грунтовых вод.

Биоклиматическая и гидрогеологическая зональность, устройство поверхности, характер залегания почвообразующих пород определяют формирование почвенного покрова. Аналогичную закономерность в своих работах по конусам выноса отмечали А.А.Ахмед-

сафин (1952), В.Р.Волобуев, Г.А.Буяновский (1963). В продольном профиле почв подгорной равнины имеется четкая дифференциация солей.

Сероземы светлые слагают верхнюю часть конуса выноса. Они развиты под серой полыньей, ковылем Лессинга, луковичным мятликом. Грунтовые воды глубокие, в процессах почвообразования не участвуют. Почвы формируются на мощных валунно-галечниковых отложениях, сверху перекрытых наибольшим чехлом суглинистого и глинистого материала (80-90 см), что обеспечивает их хорошую промываемость. Все это определяет специфику морфологии, которая резко отличается от классических сероземов на лессе.

Профиль богарных сероземов характеризуется небольшой мощностью мелкоземистой толщи (50-60 см). Дифференциация на горизонты слабая, выражена буризна профиля. Горизонт А мощностью до 17 см покрыт 4-сантиметровой ноздревато-слоевой корочкой. Горизонт В прослеживается до 3I, BC - 56 см, очень плотный, ореховато-глыбистой структуры, с большим количеством пятен и потеков карбонатов с нижней стороны хряща, гальки. Особенность профиля данных почв состоит в залегании на глубине 50-200 см большого количества гипса ноздревато-игольчатой формы. Обилие его отмечается на нижней стороне гальки. Валовое содержание гипса в гипсоносных горизонтах достигает 45%. Мощные горизонты гипсовой аккумуляции в богарных сероземах, залегающих на аллювиально-пролювиально-селевом конусе выноса связываются с привносом водно-солевых масс, главным образом гипса, инфильтрационными боковыми токами с вышележащих территорий. Гумуса в горизонте А содержится 2,3, в корочке - 1,4%. В орошаемых сероземах профиль более растянут, карбонатные выделения потечной формы и также с нижней стороны гальки. Гипсовые аккумуляции отсутствуют. В горизонте А гумуса меньше - 1,55%, но по профилю он убывает более равномерно, чем в богарных сероземах. Сумма поглощенных оснований в сероземах 12-13 мг/экв, доминирует кальций, магний оставляет 6-7, а в орошаемых сероземах 19%.

Сероземы светлые верхней части конуса выноса почти полностью освоены. Они обладают довольно высокой водопроницаемостью - 1,1 мм/мин. Орошение здесь лучше проводить небольшими нормами (500 м³/га), но часто, что обеспечит более удовлетворительный

водный режим. Почвы используются под посевы зерновых, главным образом пшеницы.

В средней части конуса выноса залегают сероземы с признаками гидроморфности под серой полынью, пустынной осокой, донником лекарственным и др. Они развиты на аллювиально-пролювиальных отложениях под покровом суглинистого или супесчанного чехла мощностью 45-65 см (до 100 см в периферийной части конуса выноса). Неглубокое залегание пресных грунтовых вод (2,5-3,0 м) говорит о наличии некоторых признаков гидроморфности. Близкое подстилание гравийно-галечниковыми отложениями (65 см) обуславливает некоторую схожесть профиля этих почв с сероземами светлыми. У них также выражены разделение на генетические горизонты, буризна, в растительности отсутствуют луговое разнотравье (кроме эфемерной пустынной осочки). Горизонт А имеет мощность 15-20, А₂ - 10-15 и простирается до глубины 20-35 см. Хорошо обозначен дерновый горизонт А₀ - 5 см. Горизонт В постепенно переходит в горизонт ВС. Он простирается до галечниковых отложений очень плотного сложения с карбонатными выделениями с нижней стороны гальки. Отличает их от сероземов некоторая растянутость гумусового профиля, наличие ржаво-бурых пятен окислов железа, четко просматриваемой потечности карбонатов с нижней стороны гальки. CO₂ карбонатов носит характер иллювиальной кривой. В верхних горизонтах его содержится I-4, в карбонатных - до 5-8%. Гумуса в этих почвах меньше (I,0-I,7%), чем в сероземах, что объясняется более высокой биогенностью почвенных процессов. В указанных почвах происходит активная минерализация органических веществ под воздействием микрофлоры в мезотермическую фазу развития этих почв. Исследованиями микрофлоры почв междуречья Талас - Асса обнаружено множество микроорганизмов в сероземах с признаками гидроморфности в верхних горизонтах - 8818-11402 на I г почвы. Кайма пленочно-капиллярного увлажнения располагается на глубине 100-150 см, где влажность ниже максимальной молекулярной влагоемкости. В связи с этим считаем, что отнесение почв среднего конуса выноса к лугово-сероземным, как это сделано на почвенной карте Казахстана, не обосновано. Режим влажности данных почв отличается от режима влажности лугово-сероземных почв и почти аналогичен серозем-

ному типу увлажнения. В июле почва здесь иссушается до состояния влаги завядания. Использовать такие почвы можно только при орошении. Поливная норма составляет не более 500–600 м³/га.

Как уже отмечалось, в пределах двух верхних конусов выноса в периферийной части каждого из них образуется полоса выклинивания грунтовых вод с минерализацией 1,5–2,5 г/л гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-сульфатно-магниевого типа. Отношение кальция к магнию в грунтовой воде составляет 0,5–0,8. Грунтовые воды близко подходят к поверхности, прогреваются и расходуется на испарение. Происходит солеобмен между ними и почвой. Кальций осаждается в почве в форме карбонатов, образуя кемперташевые горизонты, что резко изменяет соотношение между кальцием и магнием. Магний накапливается в значительном количестве. Развиваются луговые сазовые почвы с хорошо сформированным кемперташевым горизонтом и лугово-болотные почвы. Луговые сазовые почвы впервые были описаны Д.М.Кугучковым (1937, 1956), Д.К.Сайдковым (1956, 1966), П.Узаковым (1961), а в Казахстане – Э.Б.Аблаковым (1960).

Растительность на данных почвах состоит из луговой осоки, лугового мятлика, ажрека, подорожника ланцетовидного, кермека, режы тростника, осота, солодки, тимофеевки, костра безостого. В профиле хорошо выражен дерновый горизонт мощностью 5–9 см, часто слегка оторфованный. Профиль нечетко дифференцирован по горизонтам, имеет серый тон. Верхние горизонты характеризуются более рыхлым сложением, с глубиной плотность постепенно увеличивается. От присутствия карбонатов отмечается белесоватость профиля. Тяжело- и среднесуглинистым почвам свойственно наличие арзыкового – кемперташевого горизонта, формирующегося с глубины 70–80 см мощностью 20–50 и даже 70 см. Наибольшей плотностью отличается средняя часть горизонта, с трудом поддающаяся лому. Выше и ниже цементированного слоя арзыки наблюдаются отдельными конкрециями. Проведенные термические и микроскопические исследования показали, что цементированные горизонты состоят в основном из кальцита, а в верхних горизонтах встречается еще и доломит. В этих почвах накапливается 15 – 30–40% карбонатов. Наибольшее их количество отмечается при приближении к грунтовым водам. В составе карбонатов

на долю CaCO_3 падает 60–95%, отношение CaCO_3 к MgCO_3 составляет 5–8, а в арзиковых горизонтах иногда достигает 10–20. Луговые сазовые почвы накапливают гумуса в верхних горизонтах до 4,5%. В орошаемых почвах его меньше – 2, в оторфованных – до 10,5%. В составе органического вещества преобладает фульватный гумус, отношение Cg к Cf равно 0,1–0,3, емкость поглощения – 24–36, с глубиной снижается до 14–18 мг/экв на 100 г почвы, в орошаемых почвах она ниже – 13–9. В составе поглощенных оснований преобладает магний – 77–53%, по содержанию поглощенного натрия данные почвы не относятся к солонцеватым. Однако во второй зоне выклинивания грунтовых вод (периферия средней части конуса выноса) наблюдается значительная солонцеватость по поглощенному натрию (разрезы под ажреком и кермеком). Эти почвы слабозасолены в верхней части профиля. Арзиковый горизонт выражен слабее и встречается реже, чем в верхней зоне выклинивания грунтовых вод. Сазовые почвы верхней зоны выклинивания содержат 0,1–0,3 (0,4) % легкорастворимых солей. В результате выпадения из растворов карбонатов кальция и частично магния в водной вытяжке содержание натрия и магния, связанное с сульфатами, повышено. В составе легкорастворимых солей часто появляется щелочность от нормальных карбонатов, образующаяся, вероятно, по реакции Гильгарда. Анализ валового содержания некоторых элементов показывает увеличение кремниевой кислоты и полуторных окислов в арзиковых горизонтах, которые могут явиться дополнительным цементирующим средством кальцита. На наш взгляд, уплотнение этих горизонтов не следует связывать с поглощенным магнием, как это делает И.А.Ассинг (1967). Поглощенный магний по своим физико-химическим и оптическим свойствам приближается к кальцию. Он не создает солонцеватости почв.

Сазовые почвы при залегании грунтовых вод на глубине 50–120 см используются в основном под сенокосы и пастбища; при более глубоком залегании – под сельскохозяйственные культуры (пшеницу, кукурузу, свеклу и др.). Они применяются как в богарном, так и орошаемом земледелии. Культуры с мощной и глубокой корневой системой (плодовые, люцерна) при этом угнетаются и даже гибнут. Осваивая эти почвы под орошение, необходимо проводить мероприятия по борьбе с карбонатным засолением. Для орошения сазовых почв норма полива, исходя из полевой влагоем-

кости, составляет 330-510 м³/га на метровую толщу. Однако следует учитывать близкое залегание грунтовых вод и повышенную обводненность профиля. Расчетные нормы требуется тогда уменьшить.

Периферия конуса выноса, сложенная легкими суглинками и супесями, занята луговыми почвами с произрастающими на них пустынной осокой, ажреком. Грунтовые воды залегают на глубине 2 м, но при этом почвы в силу легкого механического состава получают постоянное капиллярное обводнение только в весенний период при более высоком стоянии уровня грунтовых вод. Профиль луговых почв осветленный, слабогумусированный. При незначительном соленакоплении преобладают гидрокарбонаты натрия и магния. Почвы переходят в засоленные при приближении их к третичным плато (третья терраса) и второй террасе р.Талас, которыми подпирается идущий по уклону грунтовый поток. Почвы осваиваются под орошение. Норма полива 500-600 м³/га.

Литература

- Аблаков Э.Б. Почвы Джамбулской области. - Тр.Казахского с.-х. ин-та. Сер. агрономическая, 1960, т.8, с.23-36.
- Ассинг И.А. Сазовые почвы. - В кн.: Почвы Казахской ССР. Джамбулская область. Алма-Ата, 1967, вып.7, с. 247-260.
- Ахмедсафин А.А. Подземные воды Казахстана. - В кн.: Очерки по физической географии Казахстана. Алма-Ата, 1952, с. 128-154.
- Волобуев В.Р., Буяновский Г.А. Солевая дифференциация в условиях конусов выноса.- Почвоведение, 1963, № 1, с.53-60.
- Кугучков Д.М. Образование "нардранов" в долине Зеравшана.- Социалистическая наука и техника, 1937, №7, с.15-24.
- Кугучков Д.М. О карбонатном соленакоплении в почвах Узбекистана. - Тр. Узбекского с.-х. ин-та им. Куйбышева, 1956, т.1, с.17-30.
- Пачкина Л.И. О почвах Талас-Ассинского водораздела.- Изв. АН КазССР. Сер. биол., 1964, вып.6, с.9-22.
- Саидов Д.К. О качестве волокна хлопчатника, выращенного на почвах, засоленных карбонатом магния.- Изв.Узбекского с.-х. ин-та им.Куйбышева, 1956, т.9, ч.1, с. 113-121.

Саидов Д.К. Особенности роста, развития и анатомической структуры хлопчатника в условиях карбонатно-магниевого засоления почв. Ташкент, 1966. 113 с.

Узаков П. Карбонатное засоление (CaCO_3 , MgCO_3) и его распространение в почвах Зеравшанской долины. — Почвоведение, 1961, № 12, с. 49-56.

УДК 631.459.3 : 631.602 (574.51/53)

В.В. Жигайлов

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВОЗАЩИТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ЮГА И ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

На основе почвенно-климатических условий специализации сельскохозяйственного производства Казахстан подразделяется на пять крупных регионов: Северный, Центральный, Западный, Восточный и Юго-Восточный.

В Юго-Восточном Казахстане (Алма-Атинская, Джамбулская, Кызыл-Ординская, Талды-Курганская, Чимкентская области) сосредоточено 4068,5 тыс. га пашни, в том числе богарной 2785,6 тыс. и орошаемой 1282,9 тыс.

Данный регион республики по почвенно-природному районированию входит в зону высотных поясов горных областей. Высотным поясам горных областей юго-востока Казахстана свойственны элементы средиземноморского климата, выражающиеся в непродолжительной и мягкой зиме, длительном лете, теплой осени.

Сельскохозяйственные угодья, расположенные вблизи горных систем, больше обеспечены атмосферными осадками, чем равнинные территории. В вертикальном поясе предгорных равнин, годовая суммарная высота осадков составляет от 180 до 620 мм. Основной особенностью режима выпадения осадков в юго-восточных областях

Казахстана является приуроченность их максимума к зимнему и осеннему периоду, а минимума – к летнему. Удельный вес зимних и весенних осадков составляет 52–84%. Устойчивый снеговой покров формируется лишь в 50% зим. Летом выпадает 4–20, осенью 15–25% годовой нормы атмосферных осадков. Среднегодовая температура воздуха в Алма-Атинской, Джамбулской, Талды-Курганской областях составляет 7–10⁰С, в Чимкентской, Кызыл-Ординской областях 11,4–2⁰С.

Специфика выпадения весенних атмосферных осадков обуславливает в этом регионе ведение богарного, а при орошении культур орошаемого земледелия. Богарное земледелие распространено в среднеазиатских республиках и на юго-востоке Казахстана.

В юго-восточном регионе Казахстана ветровая деятельность способствует дефляции легкого механического состава, усилению испарения почвенной влаги. Среднегодовая скорость ветра составляет 2–4 м/с. 6–25 дней (максимум 32–46) в году ветер дует со скоростью более 15 м/с. Максимальная скорость ветра может достигать 36 м/с. В юго-восточном Казахстане насчитывается 782 тыс. га дефляционноопасной площади пашни, из которой 212 тыс. подвержены дефляции. На склонах активизируется водная эрозия.

Эрозионноопасной пашни насчитывается 2960,0 тыс. га, в том числе смытой 424,9 тыс.

В зоне богарного земледелия распространены светлые сероземы, светло-каштановые и темно-каштановые карбонатные почвы. Они бедны гумусом, у них слабо выражена водопроточная структура.

Исходя из природных особенностей, здесь следует осуществлять почвозащитное земледелие на богарных землях, призванное обеспечивать максимальное накопление, сохранение и рациональное расходование почвенной влаги в зимне-весенний период, до минимума сводить воздействие всех видов засухи, ветровой и водной эрозии. Озимые и яровые культуры, выращиваемые на богаре, должны сформировать основную биомассу до наступления высоких температур воздуха летом. Иными словами, формирование основной биомассы полевых культур на богаре происходит в мезофитный период. В летний, коерофитный период, прирост биомассы поддерживается высокой температурой и недостатком влаги.

На богарных землях юга-востока Казахстана в основном выращиваются озимая пшеница, озимый и яровой ячмень, яровая пшеница (в Талды-Курганской области); из кормовых культур - житняк, люцерна, эспарцет, сафлор, сорго,

В настоящее время разработана почвозащитная система земледелия для богарных земель юга-востока Казахстана, включающая полевые и почвозащитные севообороты, разноглубинную обработку почвы, агротехнические мероприятия по защите почв от ветровой и водной эрозии, технологию возделывания полевых культур, применение минеральных удобрений, сохранение потенциального и повышение эффективного плодородия почв, а также полезащитное лесоразведение.

Ведущими звеньями почвозащитной системы земледелия на богаре являются севообороты и обработка почвы. В результате их применения регулируется водный режим почв, повышается плодородие почвы, предупреждаются эрозионные процессы, снижается засоренность посевов, а следовательно, повышается урожай полевых культур.

На богарных землях нельзя осваивать полевые, почвозащитные севообороты без чистых паров. Так, в среднем за 1956-1980 гг. в слое почвы 0-50 см содержание продуктивной влаги в сентябре достигало: по парам 58,8, после озимой пшеницы по парам 10,2, после пропашных - 9,5 мм. По другим полям и предшественникам запасы влаги полностью исчерпывались к периоду посева озимой пшеницы.

При доведении удельного веса паров в севооборотах до 20-25% обеспечиваются максимальные запасы продуктивной влаги на 1 га как в паровом поле, так и на севооборотной площади. Наибольший урожай полевых культур получают в тех случаях, когда новые культуры высеваются после пара и пласта многолетних трав не более 2 лет, после пропашных - одного года.

Водный режим почв на богаре определяет уровень урожайности культур по предшественникам и в целом в севооборотах. Так, урожайность зерновых культур по предшественникам в севооборотах в среднем в 1961-1980 г. составила: озимая пшеница по парам 16,5 ц/га; озимая пшеница - вторая культура после па-

ра - 10,1; озимая пшеница по пласту многолетних трав - 10,3; озимая пшеница по обороту пласта многолетних трав 9,8; озимая пшеница после пропашных - 9,2; ячмень - третья культура после пара - 12,8; сафлор - третья культура после пара - 5,5; многолетние травы 2-3 года жизни - 16,3; бессменные посевы озимой пшеницы - 7,0 ц/га. Максимальный выход зерна с 1 га посева и 1 га севооборотной площади в среднем за 1961-1980 гг. составил: в зернопаровых пятипольных севооборотах с вывсдным полем многолетних трав 13,3 и 8,0; в зернопаропропашных пятипольных 13,2 и 8 ц/га.

С 1970 г. по настоящее время в стационарных опытах разрабатываются различные системы обработки почвы, рекомендуются оптимальные севообороты, в том числе на светло-каштановых почвах, склонных к водной эрозии, на обыкновенных сероземах, не опасных в отношении ветровой эрозии, на светлых дефлированных сероземах.

Исследования показали преимущество разноглубинной плоскорезной обработки на всех типах богарных почв юго-востока Казахстана. Так, на обыкновенных сероземах среднесуглинистого механического состава (опасных в отношении ветровой и водной эрозии) целесообразна глубокая плоскорезная обработка на 28-30 см в черном чистом пару и мелкая плоскорезная - на 12-14 см под вторую и третью культуру после пара. Эффективность плоскорезной обработки почвы особенно резко возрастает в засушливые годы, а также тогда, когда обработка проводится после культуры, которая оставляет после себя достаточное количество стерня.

В данных условиях глубокая вспашка рациональна лишь при подготовке почвы под многолетние травы и при обработке пласта трав.

Как отмечалось, в регионе около 3 млн. га склоновых земель, на которых может возникнуть водная эрозия почв, обусловленная сильно расчлененным рельефом, слабой противозерозисной устойчивостью, довольно быстрым снеготаянием и ливневым характером выпадения осадков ранней весной. Средневзвешенные показатели стока и смыва различных типов почв в зависимости от крутины склонов различные: при стоке 5-100 мм смыв почвы достигает 1-37 т. с 1 га.

На склоновых землях необходимо их обрабатывать дифференцированно. Так, в зоне сероземов и светло-каштановых почв на склонах крутизной до 5° целесообразно проводить глубокую плоскорезную обработку под все культуры севооборота, а на склонах более 5° плоскорезная обработка должна дополняться позднелетним целиванием на глубину 60 см вдоль горизонталей с междельным пространством 2-4 м. В зоне темно-каштановых почв и черноземов на склонах до 5° эффективна глубокая вспашка с обвалованием и лункованием зяби. На склонах более 5° требуется проведение плоскорезной обработки с позднелетним целиванием на глубину 50-60 см.

Исследования по защите почв от ветровой эрозии проводятся с 1963 г. В ходе анализа установлена количественная зависимость между комковатостью верхнего слоя и эродируемостью светлых супесчаных сероземов юга Казахстана. При комковатости сероземов 45% и эродируемости 200 г с площадки в $1,15 \text{ м}^2$ за 5 мин экспозиции в ПАУ-2 почва считается неветроустойчивой, при комковатости 45-55% и эродируемости 75-200 г - умеренно ветроустойчивой, при комковатости 55% и более и эродируемости 75 г и ниже - вполне ветроустойчивой.

С помощью полевой аэродинамической установки ПАУ-2 мы определили количество стерни на поверхности почвы при различной комковатости верхнего слоя, необходимое для создания ветроустойчивой поверхности. Так, при комковатости почвы 50% следует иметь 0,7-1,3 ц/га; при 40% - 2,3-5,2; при 30% - 3,7-7,8; при 20% - 4,9-10,4 ц/га.

На супесчаных сероземах почвозащитная технология обработки не обеспечивает полной защиты почв от дефляции, поэтому она должна проводиться путем полосного размещения культур в почвозащитных севооборотах. После уборки зерновых на богарных землях остается 1,5 - 6,5 ц/га стерни, которая в значительной степени уничтожается овцепоголовьем (выпас овец на стерне), а также почвообрабатывающими орудиями. Почвы легкого механического состава имеют слабую связанность почвенного комка, поэтому расплываются при механической обработке. При завершении всей технологии обработки почвы плоскорезными орудиями в паровом поле и

последующем посеве озимой пшеницы сохраняется лишь 15-20% стерни, а при подготовке почвы и посеве яровых культур - 12%.

Почвозащитная обработка дефлированных сероземов бесспорна, однако она должна сочетаться с полосным размещением культур и пара.

Исследования показали, что на слабдефлированных сероземах эффективны зернопаровые трехпольные севообороты, на среднедефлированных почвах - почвозащитные пятипольные с десятилетней ротацией. Схема такого севооборота: 1-5 годы - многолетние травы, 6-7 - зерновые, 8 - чистый пар, 9-10 - зерновые.

Ширина полос при полосном размещении культур составляет 48-49 или 60-61 м, такая ширина позволяет защитить почвы от дефляции, а непроизводительные затраты свести к минимуму.

Исследования показали преимущество разноглубинной комбинированной обработки почвы, плоскорезных обработок на 20-22 см в раннем пару, на 10-12 см под вторую культуру после пара, на 20-22 см под многолетние травы, вспашки на 20-22 см пласта многолетних трав и последующей плоскорезной обработки на 10-12 см под оборот пласта трав.

В 1955 - 1980 гг. мы испытывали различные сеялки для посева зерновых культур. Исследования показали рациональность посева зерновых культур по чистым парам и пласту многолетних трав сеялками СЗ-3,6 и СЗП-24, а при посеве ячменя (второй культурой после пара и оборота пласта трав) - стерневой сеялкой СЗС-2,1.

При плоскорезной системе обработки почвы темп разложения корневых остатков замедлен, больше содержится гумуса. Так, при плоскорезной обработке почвы в течение 7 лет отмечается превышение содержания гумуса почвы в горизонтах 0-10, 10-20 см.

Для богарных земель к настоящему времени разработана технология возделывания зерновых культур и многолетних трав, включающая обработку почвы, нормы, сроки посева, применение удобрений. Составным звеном почвозащитной системы земледелия на богарных землях Казахстана служат полезащитные лесные полосы. Лесные полосы на богаре смягчают засуху в летний период, задерживают снег зимой.

Наиболее показательными хозяйствами на юго-востоке респуб-

лики, в которых одновременно успешно применяются организационно-хозяйственные, агротехнические мероприятия и полезное лесоразведение являются совхозы "Каскеленский", "Илийский" Алма-Атинской области и "Капальский им. 50 лет СССР" Талды-Курганской области.

В совхозе "Капальский им. 50 лет СССР" по рекомендациям Казахского института земледелия создана система 4-рядных полезитных лесных полос с площадью влияния около 25 тыс. га богарной пашни. В совхозе "Каскеленский" Алма-Атинской области заложено 1680 га полезитных лесных полос с площадью влияния более 30 тыс. га богарной пашни.

Однако для создания добавочного эффекта полезитных лесополос необходимо строго соблюдать особенности агротехники. Почву под лесные полосы следует готовить по типу черного пара и обрабатывать ее на глубину 55-60 см, сеянцы садить ранней весной в хорошо увлажненную почву. Основной древесной породой для лесных полос рекомендуется вяз мелколистный. Ширина междурядий в лесных полосах устанавливается не менее 4-5 м, расстояние между древесными растениями в рядах полос - 1,0-1,5 м, ширина межполосных пространств в системе - 300-360 м.

Коллективом ученых Казахского научно-исследовательского института земледелия им. В.Р. Вильямса разработана система почвозащитного богарного земледелия для южных и юго-восточных областей республики. Система почвозащитного богарного земледелия включает научно обоснованные зернопаровые, зернопаропропашные 3-5-польные севообороты с удельным весом зерновых 60-80, многолетних трав - 20 и чистых паров - 20-33%; на почвах, подверженных ветровой эрозии, 5-польные почвозащитные севообороты с 10-летней ротацией и с полосным размещением культур при ширине полос 48-49 или 60-61 м. Удельный вес площадей, занятых в этом севообороте под зерновыми, составляет 40, многолетними травами - 50, чистыми парами - 10%.

На почвах, подверженных водной эрозии, необходима разноглубинная система обработки почвы, включающая глубокую плоскорезную обработку в паровом поле и под пропашные культуры, мел-

кую плоскорезную обработку после пара и пропашных. На почвах, подверженных ветровой эрозии, эффективна плоскорезная обработка на глубину 20-22 см в паровом поле, плоскорезная обработка на 10-12 см под вторую культуру после пара, плоскорезная обработка на 20-22 см под многолетние травы, летняя вспашка пласта на 20-22 см и мелкая плоскорезная обработка под оборот пласта на 10-12 см.

На склоновых землях, подверженных водной эрозии, преимущественно используется глубокая и плоскорезная обработки почвы по всем полям севооборота с позднеосенним целиванием на глубину 50-60 см.

Полезащитное лесоразведение является важным элементом системы богарного земледелия. Полезащитные 3-4-рядные лесные полосы из вяза мелколистного ажурной конструкции, занимающие 3-4% пашни с межполосным расстоянием 300-360 м, в комплексе с агротехническими мероприятиями на 6-7 год жизни улучшают микроклимат полей и повышают урожайность зерновых на 18%. Анализ хозяйственной деятельности совхозов, освоивших систему почвозащитного богарного земледелия, свидетельствует о ее большой экономической эффективности. Так, в совхозе "Илийский" Алма-Атинской области внедрен весь комплекс почвозащитного земледелия на 44,5 тыс.га пашни. До освоения (1961-1966 гг.) урожайность зерновых культур с площади 29,2 тыс.га составляла 5,4 ц/га, после освоения (1967-1980 гг.) на площади 30,1 тыс.га урожайность достигла 9,5 ц/га, т.е. возросла на 4,1 ц/га. В совхозе "Каскеленский" - соответственно 5,2 (11,6 тыс.га) и 8,9 ц/га (10,5); в совхозе "Капальский им.50 лет СССР" (1963-1966 гг.) - 7,2 (9,4) и 12,2 ц/га (7,1).

Таким образом, освоение почвозащитного земледелия на всей богарной пашне (2,8 млн.га), где 2,2-2,3 млн.га засеивается зерновыми, позволит увеличить урожайность зерновых культур на 3,0-5,0 ц/га и дополнительно получить 0,7-1,1 млн.т. зерна.

Н.И.Хабирова, Э.С.Уразумбетов

ОСАДКИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ
ПОЧВ В ЗАИЛИЙСКОМ АЛАТАУ

В предгорных и горных районах южного и юго-восточного Казахстана проблема защиты почв от разрушения водной эрозией приобретает все большее народнохозяйственное значение.

Меры по предотвращению эрозионных процессов прежде всего должны быть направлены на оптимизацию водного режима склонов. Поэтому необходимо изучать физическую сущность воздействия природных факторов на эрозионные процессы, количественные показатели, характеризующие региональные особенности проявления водной эрозии. Все это поможет выработать способы борьбы со смывом.

Известно, что эрозия почв вызывается различными естественными и антропогенными факторами, такими, как климат, рельеф, характер подстилающей поверхности, растительный и почвенный покровы, хозяйственная деятельность человека и др. Однако все они, способствуя в той или иной степени возникновению и развитию эрозии, непосредственно ее не вызывают. Самым активным фактором денудации горных склонов являются атмосферные осадки. Различный режим выпадения осадков создает различную опасность проявления и развития эрозии. Поэтому наряду с рельефом, растительностью, почвами при оценке потенциальной опасности эрозии особое внимание следует уделять атмосферным осадкам. При изучении роли осадков их средние показатели не всегда верно отражают возможность развития эрозии. По свидетельству Р.Парсона^{*}, даже тщательно вычисленные средние показатели могут дезориентировать.

Северный склон Заилийского Алатау характеризуется значительной увлажненностью, количество осадков с высотой местности увеличивается ^{жж}.

* Парсон Р. Природа предъявляет счет: (Охрана природных ресурсов США). М., 1969. 567 с.

^{жж} Распределение годовых осадков в бассейнах Балхаш-Алакульской впадины.- Тр. КазНИГМИ, 1962, вып. 17, с. 3-18.

Стационарные исследования процессов формирования склонового стока в зависимости от обуславливающих их факторов проводили на водосборе ручья Правый Чибынсай в бассейне р. Малой Алматинки. Территория водосбора находится на высоте 1600-2000 м над ур.м. Почвенный покров представлен горно-лесными темно-серыми оподзоленными и горно-степными почвами, образующими фон горно-лесостепного пояса Заилийского Алатау. Среднегодовой слой осадков составляет 815,8 мм.

В годы с максимальным количеством осадков резко возрастает поверхностный сток, а следовательно, развиваются эрозионные процессы.

За период исследований отмечены значительные отклонения годовой суммы осадков от среднемноголетней. Амплитуда колебаний достигает 420 мм. Количество суток с осадками колеблется - 100-140 в году.

Внутригодовое распределение осадков по месяцам отличается своеобразием. Анализ данных среднемноголетних величин показывает, что около 70% осадков годовой суммы приходится на теплый период, в том числе 60-65% - на апрель-май. К августу-сентябрю количество осадков резко уменьшается. Такая кривая выпадения осадков говорит о высокой эрозионной опасности в ранневесенний период. В это время влажная почва характеризуется меньшей водопроницаемостью, вследствие чего возрастают объемы стока, а следовательно, и смыва. Почвозащитная роль растительного покрова выражена еще слабо. В более поздние сроки выпадения ливневой почва находится под покровом растений, поэтому вынос ее со склонов значительно снижается.

Рассмотрим распределение поверхностного стока, образовавшегося в апреле-июне 1979 г., характеризующегося наибольшим количеством осадков (587,3 мм). Поверхностный сток со стоковой площадки, расположенный в верхней части склона южной ориентации, за этот период составил 54, со средней - 45 и с нижней - 37 м³/га, поверхностный сток за весь теплый период (с апреля по октябрь при слое осадков в 731,9 мм) составил соответственно 66, 58 и 39 м³/га.

В среднегорном поясе Заилийского Алатау осадки по эрозионной опасности можно разделить на 3 группы: I) осадки, выпадающие с ноября по март, из которых 85% имеют слой менее 10 мм/сут;

2) осадки, выпадающие в июне-октябре, из которых 24% имеют слой 10 мм/сут; 3) осадки, выпадающие в апреле-июне, из которых 50% имеют слой более 10, в том числе 31% более 30 мм/сут. По эрозионному воздействию осадки первой и второй групп серьезной опасности для плоскосного смыва почвы не представляют; наиболее эрозионноопасна третья группа. Осадки со слоем более 50 мм/сут в апреле-июне составляют около 4%.

Теоретический и практический интерес для изучения возникновения поверхностного стока представляют данные о влиянии слоя осадков, выпадающих за один дождь. Выпадающие ливни со слоем более 40 мм за один дождь в 1975-1983 гг. зарегистрированы 14 раз. Так, 25 мая 1975 г. за один ливень выпало 48,5 мм; в 1976 г. выпало 4 ливня с общим слоем 228,2 мм; 28 июня 1977 г. зарегистрирован ливень со слоем 62,7 мм; в 1979 г. выпало 3 ливня со слоем 189,5 мм; в 1983 г. - 4 ливня с общим слоем 219 мм. Наибольший суточный максимум зафиксирован 15 мая 1981 г. - 90,4 мм. В большинстве случаев дожди с максимальным суточным слоем выпадают в весенне-летний период. Поверхностный сток в это время резко увеличивается: за май 1983 г. при слое осадков в 383 мм поверхностный сток составил 21 м³/га, из них 30% стока приходилось на один дождь, выпавший 19 мая слоем 84 мм.

Проведенный анализ фактических данных, полученных за 9 лет и характеризующих величины поверхностного стока и осадков, показывает прямую зависимость стока от количества выпавших осадков - корреляционные отношения равны 0,83-0,90.

Формирование поверхностного стока и смыва зависит не только от общего количества и слоя осадков, выпавших за один дождь и за сутки, но также и от интенсивности дождя. Наиболее часто (25-30 в год) дожди выпадают здесь с интенсивностью от 0,01 до 0,20 мм/мин. Поверхностный сток появляется лишь при интенсивности дождя не менее 0,5 мм/мин и слое выпавших осадков не менее 15 мм. Максимальная интенсивность осадков, зарегистрированная в районе исследований, составила 2,1 мм/мин. При таком характере осадков почва не успевает поглотить все количество влаги и часть ее переходит в поверхностный сток. С увеличением интенсивности и слоя дождя сток воды возрастает. Наиболее негативное влияние оказывают непродолжительные, но сильные ливни.

Таким образом, осадки как составная часть климата являются

наиболее важным фактором эрозии почв. Они непосредственно влияют на формирование поверхностного стока. Поэтому при разработке методов противоэрозионных мелиораций необходимо в первую очередь учитывать региональные особенности стока и смыва на склонах и, исходя из этого, подбирать комплекс мероприятий по предотвращению развития эрозионных комплексов.

УДК 631.51.(477.61)

А.И.Иорганский, С.И.Ордабаев

ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ НА СКЛОНАХ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

На предгорных равнинах и в межгорных долинах Заилийского и Кунгей-Алатау, Чу-Илийских гор, хр. Кетмень находится значительное количество пахотных земель, подверженных водной эрозии. Особенно много таких земель в хозяйствах Каскеленского, Джамбулского, Талгарского, Эмбекшиказахского и Чилийского районов.

В зоне обеспеченной и полубеспеченной осадками богары почти вся богарная пашня расположена на склонах крутизной от 2° до 12° , поэтому здесь возникает потенциальная опасность проявления процессов водной эрозии.

На смытых почвах резко снижается урожай зерновых и кормовых культур, ухудшается плодородие почв, растут овраги. Овражная эрозия наблюдается в хозяйствах Каскеленского (совхозы "Ленинский", им. XXIII партсъезда, "Чемолганский", опытные хозяйства "Первомайское" Казахского НИИ овощекартофельного хозяйства, "Каменский" Казахского НИИ животноводства и др.), Джамбулского (совхозы "Прогресс", "Узун-Агачский", колхоз им. В.И.Ленина), Эмбекшиказахского и Талгарского районов.

Главными предпосылками водной эрозии служат сильно расчлененный рельеф предгорной и горной территории, слабая противоэрозионная устойчивость почв, ливневый характер выпадения осадков. Неправильное использование земель, как правило, усиливает этот процесс.

Исследования показали, что годовой поверхностный сток та-

ных и дождевых вод в зависимости от крутизны склонов на черноземах и каштановых почвах оставляет 40-100, на светло-каштановых почвах и сероземах - 10-50 мм, а смыв - соответственно 3,2-37,0 и 1,0-21,0 т/га.

Почвозащитное земледелие на склонах предполагает противоэрозионную организацию территории. Это прежде всего недопущение распашки склонов круче 15° ; максимальное увеличение подзимних посевов; внесение минеральных удобрений под все культуры; обязательное внедрение в практику богарного земледелия почвозащитных севооборотов; нарезка полей и расположение лесополос и дорог с учетом рельефа; запрещение выпаса скота на стерне, его прогона по пашне, проезда тракторов и других сельскохозяйственных машин прямо по склону; недопущение прокладки тропинок и образования канав и борозд вдоль склонов. Установлено, что в хозяйствах с большой площадью смытых почв необходимо сократить долю пропашных и увеличить площадь зерновых культур и многолетних трав.

Полевые севообороты следует размещать только на несмытых и слабосмытых почвах, а почвозащитные - на средне- и сильносмытых. Почвозащитные севообороты должны включать на среднесметных почвах не менее 40, а на сильносмытых - более 50% многолетних трав, которые на эродированных участках размещаются в выводных клиньях. В целях лучшего использования сельскохозяйственной техники допускается присоединение небольших площадей менее смытых почв к более смытым. Применение перечисленных мероприятий обязательно для всех категорий пахотных смытых почв Алма-Атинской области.

Важную роль при защите почв от эрозии играют агротехнические мероприятия. Они вводятся на пашне с учетом крутизны склона, смытости и состояния поля и дают положительный эффект уже в год применения.

Простейший из приемов сокращения стока и повышения урожайности - проведение основной обработки почвы поперек склона, по горизонталям. Урожайность сельскохозяйственных культур при этом значительно выше: яровой пшеницы - на 10-15, озимой пшеницы - на 5-9, ячменя - на 10-15%. Содержание продуктивной влаги в 1,5 м слое почвы после снеготаяния на вспашке по горизонталям

обычно на 10–15 мм больше, чем при обработке вдоль склона, а смыв сокращается в 1,5–2,0 раза.

Положительный эффект по сокращению водной эрозии дает углубление обработки с 20–22 до 26–28 см. По данным Казахского НИИ земледелия, на склонах крутизной 1–5° в зоне сероземных и светло-каштановых почв и на склонах 1–3° в зоне темно-каштановых почв и черноземов следует проводить глубокую (26–28 см) обработку почв по горизонталям. Более высокие показатели противоэрозионной устойчивости, увлажнения почв и урожайности зерновых культур отмечаются на плоскорезной обработке. Высота снега при такой обработке на 4–8 см, а смыв почвы – в 1,5–2,0 раза меньше, чем на вспашке. Весенние запасы продуктивной влаги в 1,5 м слое почвы на плоскорезной обработке превосходят запасы на вспашке в среднем на 10–20 мм. Зерновые культуры, высеваемые по глубокой обработке превышают урожайность на темно-каштановых почвах на 1,5–2,0, на светло-каштановых почвах и сероземах – 1,3–2,5 ц/га. Таким образом, на склонах данной категории рекомендуются контрольные вспашки, а еще лучше плоскорезная обработка на глубину 26–28 см. На более крутых склонах необходимо применение дополнительных приемов – лункования, обвалования, щелевания.

На темно-каштановых почвах и черноземах лунковать и обваловывать зябь лучше по отвальной вспашке, щелевать – по плоскорезной обработке. Введение этих приемов на склонах крутизной 3–5° повышает урожайность зерновых культур на 2,1–3,8 ц/га. Лункование зяби проводят лункообразователем ЛОД–10, обвалование – обычным плугом ПН–3–35 с удлиненным отвалом. Для щелевания применяют ШН–2–140 или специально изготовленный нож-щелерез, присоединяемый к плоскорезу КПГ–250. На склонах крутизной более 5° наибольший почвозащитный эффект получается от плоскорезной обработки, дополненной щелеванием зяби. Лункование и обвалование зяби на таких склонах малоэффективно.

В Заилийском Алатау на светло-каштановых почвах и сероземах обыкновенных в 5–польном зернопаровом севообороте с выводным полем многолетних трав (1977–1982 гг.) на склонах крутизной 6–8° внедрение систем постоянной глубокой вспашки, плоскорезной обработки или систем, включающей чередование этих прие-

мов в сочетании с постоянным щелеванием почвы по горизонталям обеспечивает практически полное прекращение эрозии при снеготаянии и сокращение ее до минимума в эрозионноопасный весенне-летний период. Наиболее эффективная защита почвы от эрозии и повышение урожайности второй и третьей культур после пара наблюдаются на системе плоскорезной обработки с щелеванием по горизонталям.

В среднем за 5 лет урожайность озимой пшеницы по пару на светло-каштановых почвах на системах вспашки и плоскорезной обработки с щелеванием составила 27,2 и 28,0 ц/га. На вспашке без щелевания (контроль) урожайность озимой пшеницы равнялась 25,8 ц/га, что на 1,4 и 2,2 ц/га меньше, чем на системах с щелеванием.

Урожайность второй озимой пшеницы после пара и ярового ячменя на системе плоскорезной обработки с щелеванием составила 22,5 и 16,8 ц/га, на вспашке - 21,5 и 15,1, на контроле - 20,1 и 12,5 ц/га.

Дополнительный сбор зерна с 1 га севооборотной площади на плоскорезной обработке почвы с щелеванием достиг 0,8-1,1 ц/га по сравнению с остальными системами, включающими щелевание, и 2,9 ц/га по сравнению с контролем. Урожайность зерновых культур на склонах крутизной до 8°, где применялась плоскорезная обработка вдоль склонов с последующим щелеванием по горизонталям, не уступает плоскорезной обработке поперек склонов с щелеванием.

Минимальный сток воды и смыв почвы отмечаются при щелевании через 2 м. Исследования показывают, что ежегодное включение щелевания в систему основной обработки обеспечивает почти полную аккумуляцию выпадающих осадков, на 4-5-й годы расстояние между щелями может быть увеличено с 2 до 4 и даже до 6 м. Щелевание почвы необходимо проводить через 15 сут после посева озимой пшеницы или по мерзлой почве после первых осенних заморозков.

В Алма-Атинской области противоэрозионную обработку проводят в совхозах "Прогресс", "Дружба", "Ленинский", в связи с чем получена прибавка урожая до 2,5-3,5 ц/га.

На склонах крутизной больше 8° агротехнические мероприятия должны осуществляться на фоне почвозащитных севооборотов

с долгосрочным использованием многолетних трав. На пологих склонах можно применять полосное размещение культур (зерновые и многолетние травы). На сенокосах, многолетних травах и выпасах целесообразно щелевание почвы через 2-4 м поперек склона, онегозадержание и регулирование снеготаяния.

Исследованиями установлена высокая эффективность минеральных и органических удобрений на эродированных почвах. Отдача удобрений на эродированных почвах, особенно азотных, очень высокая. В зависимости от степени эродированности почв дозы увеличиваются на 20-25%, а для азотных на некоторых почвах еще больше. Все виды удобрений должны обязательно применяться совместно с противоэрозионными мероприятиями.

Многолетний опыт передовых хозяйств показывает, что неотъемлемым элементом противоэрозионного комплекса являются лесные насаждения. Они улучшают микроклимат полей, способствуют снегозадержанию, задерживают и регулируют сток талых и ливневых вод, преобразуют гидрологический режим территории, повышают влажность полей, защищают почву от смыва и размыва.

На склонах крутизной более 2° создаются водорегулирующие лесополосы, расположенные поперек склона по горизонталям. На склонах более 4° расстояние между полосами на черноземах не должно превышать 350, на каштановых почвах - 200-250 м. По нижней опушке проводят обвалование, по верхней в крайнем ряду высаживают кустарники. Основная порода - вяз мелколистный.

Приовражные лесополосы создаются вдоль действующих оврагов двумя полосами с обеих сторон на расстоянии, равном 1,5-2-кратной высоте древостоя. Заканчиваются они выше вершины оврага на 30-50 м, ширина их колеблется в пределах 12,5-21 м. В крайнем ряду к оврагу сажают корнеотпрысковые породы и породы, способные к семенному размножению - клен, вишню степную и др.

Прибалочные лесные полосы защищают от водной эрозии днища долин, суходолов, балок. Их размещают у бровок эродированных балок. Ширина полос составляет 12,5-21 м, размещение по ряд трехрядное с расстоянием 0,7-1,0 м. В прибалочные лесополосы необходимо включать до 50% кустарников.

Созданная таким образом противоэрозионная система, включающая организационно-хозяйственные, агротехнические и лесо-

мелиоративные мероприятия, является надежной защитой почв от водной эрозии.

УДК 631.618 (574.53)

Г.Б.Бейсеева

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЛЕССОВИДНЫХ СУГЛИНКОВ
В ПРОЦЕССЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Изучение физических и водно-физических свойств почв имеет большое практическое значение. Физические свойства почв наряду с химическими свойствами обуславливают плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

Особенно это важно для районов Южного Казахстана, где на зимне-весенний период падает максимум атмосферных осадков, тогда как летом их почти нет, на период вегетации приходится высокая температура и резко сменяющаяся относительная влажность воздуха. В этих условиях почвенная влага является одним из главных факторов, определяющих почвообразовательные процессы и урожайность сельскохозяйственных культур*.

Исследования проводили в 1977-1980 гг. в карьере Чимкентского комбината стройматериалов. При изучении водно-физических свойств лессовидных суглинков в полевых условиях определяли объемную массу (цилиндрическим буриком объемом 50 см^3), водопроницаемость (прибором ПВН), структурный состав (методом мокрого и сухого просеивания), механический состав (пипеточным методом), удельный вес (пикнометрическим методом), максимальную гигроскопичность (насыщением почвенных образцов 10% серной кислотой). По данным объемного и удельного веса вычисляли общую порозность.

Плотность почвы, характеризующаяся объемной массой, является важнейшим свойством, определяющим водно-воздушный и тепловой режимы почв. Объемная масса лессовидных суглинков нового

* Курмангалиев А.Б. Физические и водные свойства почв предгорных равнин Чимкентской области. - Тр. КазГосСХИ. Серия почвоведения и агрохимия. Алма-Ата, 1965, т.10, с.31-44.

отработанного карьера и разновозрастных отработанных участков в зависимости от механического состава и гумусности варьирует в незначительных пределах. Если объемная масса лессовидных суглинков на новом отработанном участке карьера составляла $1,6 \text{ г/см}^3$, то на разновозрастном естественно заросшем участке (10-15 лет) $1,37 \text{ г/см}^3$.

Естественная растительность помимо накопления питательных веществ влияет и на физические свойства лессовидных суглинков.

По механическому составу лессовидные суглинки старых отработанных участков подразделяются на средние и тяжелые, а на новом отработанном участке - на легкие. Преобладающие фракции - крупная пыль (табл. I).

Т а б л и ц а I. Механический состав разновозрастных отработанных участков карьера

Разрез	Глубина, см	Содержание фи- зического песка (0,01 мм), %	Содержание фи- зической глины (0,01 мм), %
Р-1, новый карьер (5-7 лет)	0-5	53,85	46,15
	5-10	51,83	48,67
	10-23	52,40	47,60
	23-90	52,47	47,59
Р-2, отработанный карьер (10-15 лет)	0-1	53,21	46,79
	1-16	55,10	44,80
	16-41	54,32	45,68
	41-105	57,72	42,28
Р-1, отработанный карьер (20-25 лет)	0-1	65,63	33,31
	1-12	56,19	43,81
	12-48	59,60	40,40
	48-90	54,72	45,28

В процессе биологической рекультивации объемная масса лессовидных суглинков изменилась. Проникая в почву, корни лю-

церы преобразуют физические свойства почвы. Если до рекультивации объемная масса лессовидных суглинков составляла $1,6 \text{ г/см}^3$, то после рекультивации в слое 0-30 см стала $1,01-1,33 \text{ г/см}^3$ (табл.2).

Удельная масса лессовидных суглинков колеблется от 2,52 до $2,86 \text{ г/см}^3$ и не отличается от удельной массы зональных почв.

Говоря о порозности, следует отметить, для для лессов

Т а б л и ц а 2. Водно-физические свойства рекультивируемых лессовидных суглинков

Вариант	Глубина, см	Объемная масса, г/см^3	Удельная масса, г/см^3	Общая порозность, %	Максимальная гигроскопичность, %
Без удобрения	0-10	1,10	2,64	58	2,41
	10-20	1,11	2,75	60	2,82
	20-30	1,12	2,82	60	2,40
№ ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	0-10	1,11	2,77	59	3,04
	10-20	1,15	2,62	56	2,22
	20-30	1,15	2,78	58	2,64
№ ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₂₀	0-10	1,01	2,66	62	2,66
	10-20	1,12	2,86	60	2,88
	20-30	1,04	2,69	61	2,24
Насыпной гумусовый слой, 30 см	0-10	1,19	2,57	53	3,86
	10-20	1,31	2,52	48	4,08
	20-30	1,32	2,53	47	3,86
Насыпной слой, 10 см	0-10	1,33	2,60	48	3,23
	10-20	1,15	2,71	57	4,07
	20-30	1,21	2,77	56	3,66

характерна тонкопористость. Общая порозность в лессовидных суглинках равна 47-62%, причем самая низкая порозность (10-30%) обнаружена в вариантах с насыпными слоями из зональных почв

Т а б л и ц а 3. Результаты анализа структуры рекультивируемых лессовидных суглинков
(по методу Н.И.Савинова)

Вариант	Глубина, см	Структурные элементы, %					Размер фракции, мм			Сумма I-10 см	
		10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25		0,25
Без удобрения	0-10	33,5	9,5	6,7	8,3	6,8	9,1	6,2	5,2	14,7	80,1
	ниж				7,9	3,2	3,3	4,3	1,8	79,5	14,4
Люперна	10-30	14,0	13,0	12,0	11,0	10,0	7,4	7,0	6,0	17,0	40,0
	ниж				3,5	7,8	7,4	1,7	4,5	49,5	12,7
M ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	0-10	30,0	10,0	8,5	9,5	8,0	14,0	3,0	3,5	11,5	82,0
	ниж			3,7	4,4	7,2	1,2	3,6	3,9	76,0	16,5
Люперна	10-30	16,6	9,3	11,2	13,7	10,9	11,3	6,4	6,1	14,5	73,0
	ниж				3,6	4,6	5,5	5,7	4,7	76,0	13,7
Без удобрения	0-10	11,0	11,0	9,0	11,0	10,0	19,0	9,0	10,0	10,0	80,0
	ниж			7,2	7,8	3,9	1,7	7,3	5,0	73,1	20,6
Эспарцет	10-30	14,5	16,5	12,5	14,5	9,0	12,0	6,0	9,5	5,5	7,9
	ниж			0,60	5,8	5,3	2,7	1,5	2,0	82,0	14,4

Примечание. В числителе приведены данные сухого просеивания, в знаменателе — мокрого.

Т а б л и ц а 4. Водопроницаемость лесовидных суглинков, мм/ч

Вариант	Средняя скорость впитывания воды					Итого за 3 ч наблюдений
	1 ч	2 ч	3 ч	4 ч	5 ч	
Без удобрения	50,4	43,2	21,6	21,6	14,4	151,2
Навоз, 30 т/га	64,2	54,0	43,2	21,6	21,6	204,6
Насыпной слой, 30 см	46,8	37,2	14,5	12,6	9,0	120,1
№ 90 ^Р 90 ^К 60	64,8	43,2	21,6	14,4	14,4	158,4
Насыпной слой, 10 см	43,2	37,2	17,4	12,6	9,0	116,4
№ 180 ^Р 180 ^К 120	45,0	35,0	21,6	14,5	12,6	128,7
Нерекультивируемый участок	14,4	14,4	10,8	7,2	7,2	54,0

Т а б л и ц а 3. Результаты анализа структуры рекультивируемых лесовидных суглинков
(по методу Н.И.Саввинова)

Вариант	Глубина, см	Структурные элементы, %					Размер фракции, мм				Сумма 1-10 см
		10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25	
Без удобрения	0-10	33,5	9,5	6,7	$\frac{8,3}{7,9}$	$\frac{6,8}{3,2}$	$\frac{9,1}{3,3}$	$\frac{6,2}{4,3}$	$\frac{5,2}{1,8}$	$\frac{14,7}{79,5}$	$\frac{80,1}{14,4}$
	10-30	14,0	13,0	12,0	$\frac{11,0}{3,5}$	$\frac{10,0}{7,8}$	$\frac{70,0}{7,4}$	$\frac{7,0}{1,7}$	$\frac{6,0}{4,5}$	$\frac{17,0}{49,5}$	$\frac{40,0}{12,7}$
Люгерна M ₉₀ P ₃₀ K ₆₀	0-10	30,0	10,0	$\frac{8,5}{3,7}$	$\frac{9,5}{4,4}$	$\frac{8,0}{7,2}$	$\frac{14,0}{1,2}$	$\frac{3,0}{3,6}$	$\frac{3,5}{3,9}$	$\frac{11,5}{76,0}$	$\frac{82,0}{16,5}$
	10-30	16,6	9,3	11,2	$\frac{13,7}{3,6}$	$\frac{10,9}{4,6}$	$\frac{11,3}{5,5}$	$\frac{6,4}{5,7}$	$\frac{6,1}{4,7}$	$\frac{14,5}{76,0}$	$\frac{73,0}{13,7}$
Без удобрения	0-10	11,0	11,0	$\frac{9,0}{7,2}$	$\frac{11,0}{7,8}$	$\frac{10,0}{3,9}$	$\frac{19,0}{1,7}$	$\frac{9,0}{7,3}$	$\frac{10,0}{5,0}$	$\frac{10,0}{73,1}$	$\frac{80,0}{20,6}$
	10-30	14,5	16,5	$\frac{12,5}{0,60}$	$\frac{14,5}{5,3}$	$\frac{9,0}{5,3}$	$\frac{12,0}{2,7}$	$\frac{6,0}{1,5}$	$\frac{9,5}{2,0}$	$\frac{5,5}{82,0}$	$\frac{7,9}{14,4}$

Примечание. В числителе приведены данные сухого просеивания, в знаменателе — мокрого.

Т а б л и ц а 4. Водопроницаемость лесовидных суглинков, мм/ч

Вариант	Средняя скорость впитывания воды					Всего за 3 ч наблюдений
	1 ч	2 ч	3 ч	4 ч	5 ч	
Без удобрения	50,4	43,2	21,6	21,6	14,4	151,2
Навоз, 30 т/га	64,2	54,0	43,2	21,6	21,6	204,6
Насыпной слой, 30 см	46,8	37,2	14,5	12,6	9,0	120,1
И 90 P 90 K 60	64,8	43,2	21,6	14,4	14,4	158,4
Насыпной слой, 10 см	43,2	37,2	17,4	12,6	9,0	116,4
И 180 P 180 K 120	45,0	35,0	21,6	14,5	12,6	128,7
Нерекультивируемый участок	14,4	14,4	10,8	7,2	7,2	54,0

(серозем обыкновенный южный). Возможно, эти различия зависят от минералогического и механического составов зональных почв, использованных для покрытия лессовидных суглинков, и механического утаптывания почвогрунтов при нанесении почвенно-плодородных слоев техникой.

Максимальная гигроскопическая влажность прямо пропорциональна содержанию и изменению по профилю илистой фракции и в пахотном слое лессовидных суглинков колеблется от 2,2 до 4% массы почвы.

Мелкие и крупные частицы почвы образуют комочки или агрегаты разного размера. Особенно ценными считаются агрегаты, задерживающиеся на ситах с отверстиями от 1 до 3 мм. Такой размер комочков наиболее благоприятен. Водопрочные комочки образуются благодаря коллоидам и илу, если эти коллоиды в основном состоят из гуминовых кислот, насыщенных поглощенным кальцием^{ЖЖ}.

Наши данные показывают, что в пахотном слое лессовидных суглинков количество водопрочных агрегатов (1-10 мм) составляет 12-16%. Проникая в почву и образуя структурные агрегаты, корни люцерны уменьшают плотность, увеличивают порозность и улучшают водно-физические свойства лессовидных суглинков (табл.3).

До закладки опытов водопроницаемость лессовидных суглинков опытного поля была неудовлетворительной - 54 мм/ч. Корневая система возделываемых бобовых культур в течение 4 лет улучшила их водопроницаемость, водно-физические свойства. Самая высокая водопроницаемость наблюдается в варианте с навозом - 204,6 мм/ч. Здесь особенно четко выражено положительное воздействие органического вещества на водные свойства лессовидных суглинков (табл.4).

Таким образом, при 4-летнем возделывании культур-освоителей (люцерна, эспарцет) и внесении удобрений изменяются водно-физические свойства рекультивируемых лессовидных суглинков. Корни люцерны, проникая в почву и образуя структурные агрегаты, увеличивают порозность и этим: улучшают водно-физические свойства рекультивируемых лессовидных суглинков.

^{ЖЖ} Горбунов Н.И. Почвенные коллоиды и их значение для плодородия. М., 1967.

А.Л.Андрейчук

ВЛИЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
НА СТРУКТУРУ И ПЛОДОРДИЕ ПОЧВЫ

Структура почвы является регулятором почвенных условий жизни растений - водного, воздушного и пищевого режимов. Содержание водопрочных агрегатов в почве определяет их генетические свойства.

Исследование связи между структурой почвы и факторами, ее определяющими, проводили методами корреляционно-регрессионного анализа. На основе обобщения литературных и собственных данных в качестве результирующего фактора плодородия принята функция - содержание агрономически наиболее ценных агрегатов крупнее 0,25 мм ($Y, \%$). Формирующие факторы - аргументы - урожайность пшеницы (X_1 , ц/га), осадки за период вегетации (X_2 мм), содержание гумуса ($X_3, \%$), удельная поверхность почвы (X_4 , $\text{дм}^2/\text{г}$), подвижные гуминовые ($X_5, \%$) и сумма гуминовых кислот ($X_6, \%$), содержание физической глины (X_7), поглощенные кальций (X_8 мг/экв · 100 г почвы) и магний (X_9 мг/экв · 100 г почвы), плотность почвы (объемная масса X_{10} г/см³). Связь между показателем Y и влияющими на него факторами определялась линейным уравнением.

Из анализа значений коэффициентов парных корреляций следует, что наибольшее влияние на структуру черноземов обыкновенного и южного оказывают гумус (коэффициент корреляции 0,83 и 0,86), удельная поверхность почвы (0,86 и 0,88), общее содержание гуминовых кислот (0,82 и 0,86), подвижные гуминовые кислоты (0,76 и 0,78), физическая глина (0,7 и 0,8), поглощенный кальций (0,67 и 0,77). Обратное влияние на структуру оказывает уплотнение почвы (-0,73). Поскольку значения факторов (и коэффициентов парной корреляции) для черноземов обыкновенного и южного различаются незначительно, то не ожидается и существенных различий в тесноте анализируемых связей между оструктуренностью и основными почвенными факторами рассматриваемых подтипов черноземов.

Так как гумусовые вещества взаимодействуют с внешней поверхностью глинистых минералов, образуя ультрамикрoагрегаты, состоящие из нескольких кристаллов или доменов глинистых минералов, следует ожидать высокие значения коэффициентов парных корреляций между гумусом и удельной поверхностью почвы — 0,84 и 0,83. Вследствие связи удельной поверхности с кальцием (0,73 и 0,8) и с содержащим гуминовых кислот (0,77 и 0,87) влияние поглощенного кальция сказывается косвенно — через гумусовые вещества. Связь оструктуренности почвы с кальцием (0,67 и 0,77), по сравнению с воздействием гумусовых веществ, слабая. Потому что увеличение удельной поверхности почвы связано с содержанием физической глины (0,69 и 0,6Е) и гуминовых кислот (0,76 и 0,87), воздействие физической глины на структурность также проявляется слабее (0,8 и 0,7), чем гумуса или же только удельной поверхности почвы.

В каштановых почвах на оструктуренность, следовательно и на плодородие почв, большое влияние оказывают содержание гумуса (0,74), удельная поверхность почвы (0,78) и содержание физической глины (0,89). В сероземах основную роль в формировании структуры играют гумус (0,50) и физическая глина (0,43), но здесь воздействие их, по сравнению с каштановыми почвами, почти вдвое слабее. Если в каштановых почвах наблюдается сильная связь между содержанием гумуса и удельной поверхностью (0,73), физической глиной (0,67), а также между удельной поверхностью почвы и физической глины (0,84), физической глиной и поглощенным кальцием (0,71), то в сероземах данные связи ослабевают, и только для последней пары сохраняется удовлетворительная связь (0,61). Следовательно, в образовании структуры сероземов, помимо рассмотренных, участвуют и некоторые другие факторы.

Сильная взаимная коррелированность показателей может затруднять физическое толкование коэффициентов регрессии в наших моделях структуры, поскольку оценка индивидуального вклада каждого показателя достаточно надежна при несильнокоррелированных аргументах, т.е. малых значениях внутренней меры определенности. Рассчитанные значения (более 0,5) свидетельствуют о сильной коррелированности показателей и не позволяют давать физическую интерпретацию индивидуального влияния изменения показателей (аргументов) на оструктуренность почвы по коэффициентам регрессии,

их оценивают по изменению значений результирующего фактора — оструктуренности, варьируя искомый показатель с учетом совокупности значений аргументов.

Поскольку рост оструктуренности почвы обуславливает повышение плодородия, то на плодородие черноземов южных и обыкновенных рассмотренные факторы влияют аналогично, как и на оструктуренность.

Перестройка моделей оструктуренности в нелинейный вид и их последующая оптимизация показала следующее. Чтобы в верхнем слое чернозема повысить содержание агрегатов крупнее 0,25 мм со среднего "текущего" значения (48,5%) до максимально возможного в рассмотренных условиях (67; урожайность пшеницы при этом повышается до 21,9 ц/га) необходимо выпадение осадков не менее 234 мм за вегетацию, а увеличение содержания гумуса до 5,9%. Удельная поверхность почвы должна составлять 0,36 $\text{дм}^2/\text{г}$, подвижные гуминовые кислоты — 0,234% массы почвы, а сумма гуминовых кислот — 2,9%, содержание физической глины — 49%, а поглощенных кальция и магния — соответственно 32,8 и 4 мэкв на 100 г почвы, плотности почвы — 1,06 $\text{г}/\text{см}^3$.

Проведенной оптимизацией оструктуренности каштановых почв установлено, что оструктуренность может быть повышена до 73% при одновременном повышении урожайности со среднего 12,2 до 14,5 ц/га. Для этого требуется создание условий, обеспечивающих следующие значения факторов: осадки за вегетацию — 142 мм, содержание гумуса в почве — 4,9%, удельная поверхность — 0,2 $\text{дм}^2/\text{г}$, подвижные гуминовые кислоты — 0,179%, а сумма гуминовых кислот — 1,53%, содержание физической глины — 38,5 до 53,9%, поглощенные кальций и магний — соответственно до 20 и 9,31 мэкв/100 г, среднее значение плотности — до 1,16 $\text{г}/\text{см}^3$.

Так как построение общей модели оструктуренности почв Казахстана вызвано необходимостью учета различных генетических особенностей, то, ограничиваясь рассматриваемыми факторами и используя достигнутую для построения искомой связи информацию, можно получить модель с высоким уровнем достоверности.

Анализ значений коэффициентов парных корреляций показал, что на оструктуренность почв Казахстана, а значит и на плодородие, сильно влияют содержание гумуса, сумма гуминовых кислот, поглощенного кальция (коэффициенты равны 0,99) и подвижных гу-

миновых кислот (0,98), удельная поверхность почвы (0,94); несколько меньшее количество физической глины (0,84), урожайность (0,77) и осадков (0,63). Сильное, препятствующее оструктурированию, воздействие оказывает плотность почвы (0,88).

Обработка опытных данных по черноземам Казахстана позволила построить модель их оструктурированности, представляющую собой регрессию:

$$Y = 107,07 + 0,84X_1 - 0,004X_2 - 32,22X_3 + 160,16X_4 + 89,61X_5 + 9,73X_6 - 0,25X_7 - 2,17X_8 - 0,04X_9 + 67,22X_{10}.$$

Модель оструктурированности каштановых почв, отражающая реальный процесс с высокой степенью приближения:

$$Y = 30,93 - 0,222X_1 - 0,068X_2 + 0,453X_3 - 28,98X_4 - 18,96X_5 - 1,723X_6 + 0,99X_7 - 0,055X_8 + 0,43X_9 + 28,83X_{10}.$$

Для сероземов содержание агрегатов крупнее 0,25 мм описывается уравнением:

$$Y = 13,092 + 0,255X_1 - 0,036X_2 + 1,92X_3 - 0,0028X_4 - 0,0012X_5 - 1,36X_6 + 0,082X_7 + 0,124X_8 + 0,219X_9 + 2,985X_{10}.$$

Практические расчеты по моделям дают достаточно высокую точность: ошибка аппроксимации составляет 5,7 - 7,6%.

Интегральная модель оструктурированности почв Казахстана получена в виде:

$$Y = 3,47 - 0,17X_1 - 0,004X_2 + 2,87X_3 + 5,42X_4 + 4,04X_5 + 6,5X_6 - 0,17X_7 + 0,77X_8 + 0,04X_9 - 3,98X_{10}.$$

Значение статистических оценок модели (коэффициент множественной корреляции равен 0,9 и относительная ошибка аппроксимации 7%) свидетельствует о ее высокой достоверности.

Располагая значениями использованных при построении моделей факторов, можно рассчитать (%) содержание в почве агрегатов крупнее 0,25 мм — показателя ее плодородия при различных уровнях урожайности на различных почвах, подставив значения факторов в зависимости, характеризующие тип почвы.

Ж.У.Ахансы, Р.М.Сергеева, Л.Б.Аксенова

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
БОЛОТНЫХ ПОЧВ КТА КАЗАХСТАНА

Микрофлора почв — важнейший компонент биосферы, поэтому микробиологическим исследованиям при изучении закономерностей почвообразования, отводится большое значение. В связи с этим мы изучали микробиологические процессы в лугово-болотных почвах кта Казахстана. Лугово-болотные почвы долины р.Чу характеризуются естественной динамичной влажностью, низкой объемной массой и высокой порозностью верхних горизонтов. Они различны по содержанию гумуса, гидролизуемого азота, растворимых солей, имеют рН от щелочного до сильнощелочного значения, варьируют по карбонатности. Профиль незасоленной и солончаковой почв (Разрезы 32; 2) достаточно увлажненный за счет высокого уровня грунтовых вод. В растительном сообществе господствует тростник. Незасоленная разность имеет мощный тростниковый опад. В лугово-болотной засоленной с поверхности почвы (Р-34) тростниковые заросли дополняются клубникамышом. Почвенный профиль этой почвы менее увлажнен. Такая разнокачественность почвенного профиля существенно влияет на комплекс микроорганизмов, населяющих почву. Сопоставлением количественных показателей по физиологическим группам установлено некоторое увеличение микроорганизмов, причастных к минерализации компонентов органического вещества (разрезы 32; 2) (см. таблицу). Численность микроорганизмов, утилизирующих минеральные и органические формы азота, в незасоленной лугово-болотной почве выше, чем в солончаковой. Биогенность поверхностно засоленной лугово-болотной почвы (Р-34) значительно превосходит показатели двух предыдущих (разрезы 32, 2), что, вероятно, связано с высоким содержанием гумуса, более легким механическим составом, лучшим тепловым режимом и аэрацией почвы, раньше освободившейся из-под затопления.

Следовательно, при благоприятной влажности, аэрации и тепловом режиме воздействие микроорганизмов на азотсодержащие компоненты органического вещества усиливается, на высоком уровне протекают процессы аммонификации и нитрификации, создаются условия для биологического закрепления азота. При этом повышается коэффициент минерализации.

Состав микроорганизмов в лугово-болотных почвах дельтовых равнин р. Чу, млн./г почвы

Разрез, почва	Глубина, см	МПА			КАА			Общее число микроорганизмов			Олигонитрофилы			Азотобактерий % от раст. ния	Сотношение	
		неспорные бактерии	спороборазующие	актинобактерии	актинобактерии	тиномицеты	бактерии	тиномицеты	микроростки	ганизаторы	бактерии	актиномицеты	КАА: МПА		Олигонитрофилы	
32, Гуляевская дельта, лугово-болотная	0-20	17,0	10,0	0,0	15,5	2,4	4	44,9	218,6	6,0	40,0	0,7	11,0	0,7	11,0	
	22-46	11,0	8,0	6,0	10,5	2,0	4,0	31,5	58,0	4,0	20,0	0,7	20,0	0,7	20,0	
	46-57	4,4	1,0	0,0	2,0	2,0	2,6	33,0	9,4	2,6	0,0	0,7	12,0	0,7	12,0	
2, Гуляевская дельта, лугово-болотная солончаковая	0-10	15,6	1,4	0,0	11,2	2,8	8,0	31,0	94,0	8,0	100,0	0,8	6,0	0,8	6,0	
	17-27	9,2	1,9	1,9	7,0	3,8	15,0	23,8	135,0	15,0	36,0	0,8	11,0	0,8	11,0	
34, Камалинская дельта, лугово-болотная поверхностнозасоленная	0-7	20,0	2,0	2,0	25,8	4,0	4,0	53,8	207,0	23,0	80,0	1,2	9,0	1,2	9,0	
	7-12	14,0	2,0	2,0	17,2	7,1	24,0	42,3	189,0	24,0	100,0	1,3	11,0	1,3	11,0	
	12-24	2,6	2,0	2,0	5,3	3,1	12,0	15,0	138,0	12,0	40,0	1,3	22,0	1,3	22,0	
4, Гуляевская дельта, солотно-луговая солончаковая	0-9	9,4	1,8	10,6	18,4	5,2	14,0	44,8	134,0	14,0	100,0	1,1	43,0	1,1	43,0	
	9-19	21,4	5,6	9,6	41,8	14,6	24,0	91,8	183,6	24,0	70,0	1,5	5,0	1,5	5,0	
	22-32	2,2	1,5	0,2	5,8	2,0	10,0	11,8	22,0	10,0	70,0	2,0	10,0	2,0	10,0	
7, Улансельская дельта, лугово-болотная опустынивающаяся	0-10	7,5	1,9	6,4	28,5	8,0	100,0	52,3	350,0	100,0	4,0	2,3	24,0	2,3	24,0	
	10-20	1,4	2,4	2,4	7,4	3,2	32,0	16,8	134,0	32,0	16,0	1,4	52,0	1,4	52,0	
	30-40	1,4	1,6	0,0	3,0	1,0	12,0	7,0	152,0	12,0	4,0	1,3	43,0	1,3	43,0	
33, Камалинская дельта, лугово-болотная опустынивающаяся	0-9	8,0	4,0	3,0	20,8	10,7	18,0	46,5	188,0	18,0	40,0	2,1	43,0	2,1	43,0	
	9-16	4,3	3,0	1,8	7,9	6,6	9,0	23,5	57,0	18,0	16,0	1,9	9,0	1,9	9,0	
	16-20	2,2	1,8	1,2	5,0	2,3	2,0	12,5	32,0	2,0	10,0	1,4	10,0	1,4	10,0	

Болотно-луговая почва (Р-4) в прошлом была торфянисто-болотной. В результате изменения гидрологического режима за сравнительно небольшой период приобрела признаки болотно-луговой почвы. Общая численность микронаселения в ней близка к показателям лугово-болотной (Р-34); различие лишь в том, что доля участия бактерий и актиномицетов, усваивающих минеральные формы азота, здесь выше.

При опустынивании лугово-болотных почв (Разрезы 7; 33) численность микроорганизмов заметно снижается. Факторами, лимитирующими жизнедеятельность микроорганизмов, являются обсыхание почвенного профиля и, как следствие, изменение структуры растительных сообществ, ограниченный приток пищевых и энергетических ресурсов, значительное уплотнение почвенного профиля. При этом дефицит влаги может привести к засолению. При опустынивании болотных почв количество аммонификаторов, определяющих гидролиз азотсодержащих органических соединений, и нитрификаторов, окисляющих соединения аммония, снижается. В то же время число бактерий и актиномицетов, растущих на крахмало-аммиачном агаре, увеличивается в несколько раз. Коэффициент минерализации при опустынивании почв возрастает в 2 раза. Возможно, что с развитием опустынивания почв процессы минерализации превалируют над трансформацией органического вещества в гумусе.

Между опустынивающимися аналогами лугово-болотных почв по профилю усиливается различие в распределении микроорганизмов, растущих на МПА. Более плотно населена почва разреза 33. Различие в численности микроорганизмов связано с особенностями органического вещества растительных ассоциаций. В лугово-болотной опустынивающейся почве Разреза 7 растительность представлена серой полынью, Р-33 - разнотравьем с участием изреженного тростника. В обеих почвах от болотной стадии почвообразования сохранились значительные запасы гумуса - 6-9%. По-видимому, почва разрезов 7 и 34 полнее охвачена процессом опустынивания, чем почва разреза 33. Почвам гидроморфного ряда свойственна биологическая разнокачественность горизонтов почвенного профиля: в лугово-болотных и болотно-луговых почвах плотно заселены два верхних слоя. Биологический профиль опустынивающейся почв обедняется за счет резкого снижения численности микроорганизмов во втором и третьем горизонтах.

болотных почв микроорганизмами олигонитрофильного типа питания. Олигонитрофилы характеризуются разнокачественностью распределения по генетическим горизонтам, особенно плотно заселен горизонт 0-20 см (P-32). В солончаковой разности плотно населены два горизонта. Различия в распределении олигонитрофилов, по-видимому, связано с температурным режимом почв. При относительно низкой влажности профиля обеих почв в лугово-болотной (P-32) над поверхностью почвы располагается тростниковой опад мощностью до 35 см, препятствующий прогреванию почвы.

Лугово-болотная почва, засоленная с поверхности (P-34), отличается высокой плотностью олигонитрофилов по всему профилю, поэтому создается впечатление, что она вступает в новую фазу развития. Многочисленность, а следовательно, физиологическая активность всего микробного комплекса, интенсивное освоение органического вещества, активизирует олигонитрофилов.

Луговой процесс (P-4) благоприятствует деятельности микробных сообществ, утилизирующих органические и минеральные формы азота, положительно влияет на увеличение олигонитрофилов.

Максимум численность олигонитрофилов достигает в опустынивающейся почве (P-7). Эта микробная группа относится к формам, быстро реагирующим на изменение экологических условий. При опустынивании почв коренным образом преобразуется структура растительного сообщества, ускоренными темпами превращаются азотсодержащие и безазотистые компоненты органического вещества. Доступные формы азота и углерода становятся предметом конкуренции всего микробного комплекса. Увеличение численности олигонитрофилов в такой ситуации следует расценивать как положительный момент в почвообразовании, поскольку в процессе биологического круговорота азотсодержащих и углеродных соединений олигонитрофилы заполняют экологические ниши, усваивая следовые дозы связанного азота и углерода и закрепляя их в форме микробной плазмы.

Из таблицы видно закономерное увеличение соотношения между олигонитрофилами и сапрофитами, растущими на МПА. Данный показатель характеризует динамику минерализации органического вещества в эволюционном ряду почв. По данным И.Л.Клевецкой (1968), соотношение между олигонитрофилами и сапрофитами на МПА свидетельствует об изменении содержания доступного азота в почве с растительными остатками.

Азотобактер — микроорганизм, который не использует связанный азот, но обогащает им почву за счет фиксации из атмосферы. Для интенсивного развития и высокой эффективности азотфиксации азотобактер требует идеальных экологических условий. Одним из основных экологических факторов, благоприятно действующих на жизнеспособность азотобактера в естественных условиях среды, является не столько валовое содержание органического вещества, сколько его подвижные соединения (Клевенская, 1968). Развитие азотобактера во многом зависит от обеспеченности почв доступными формами кальция, магния, фосфора, калия, микроэлементов, играющих огромную роль в клеточном обмене. Данные таблицы говорят о том, что экологические условия лугово-болотных почв отвечают всем требованиям жизнедеятельности азотобактера. В лугово-болотных и болотно-луговых почвах профиль насыщен азотобактером, за исключением Р-32. Очевидно, подушка из опада тростника ограничивает аэрацию глубин почвенной толщи. Снижение численности азотобактера характерно и для опустынивающихся почв. Изменение запасов органического вещества и в его составе доступных форм углерода, низкая целлюлолитическая активность разрушителей целлюлозы, дефицит влаги обуславливают снижение численности азотобактера по всему профилю почв. В опустынивающейся, но не полностью вышедшей из-под влияния грунтового увлажнения почве (Р-33) количество азотобактера сохраняется на более высоком уровне. В процессе обсыхания почвенного профиля азотобактер адаптируется к условиям дефицита влаги. При отсутствии грунтового увлажнения потребность азотобактера к влаге в какой-то мере компенсируется атмосферными осадками. Вследствие резкого падения численности азотобактера при опустынивании почв доля его участия в азотном балансе снижается, а роль азотфиксирующих олигонитрофилов возрастает.

Почвенные микроскопические грибы, обладая широким набором гидролитических ферментов преимущественно в виде фитомассы, разлагают органическое вещество почвы. Несмотря на богатство почвы органическим веществом (фитомасса и гумус), грибов здесь немного. Причина этого кроется в отрицательном влиянии длительного паводкового затопления почв. В период постепенного обсыхания почвенной толщи более интенсивно размножаются бактерии и актиномицеты, вступающие в борьбу за доступные источники азота

и углерода. Наибольшая их численность отмечается в лугово-болотной почве с поверхностным засолением (Р-34), наименьшая — в лугово-болотной опустынивающейся (Р-7). Опустынивание почв резко повлияло на численный и видовой состав почвенных грибов: они оказались самыми чувствительными к обсыханию почв.

В деструкции целлюлозы принимают участие грибы, бактерии и актиномицеты. Изучаемые почвы отличаются водообеспеченностью, запасами фитомассы, скоростью минерализации органического вещества. В лугово-болотных и болотно-луговых почвах показатели численности микроорганизмов достаточно высоки и значительно превосходят таковые в опустынивающихся почвах. В лугово-болотных почвах (разрезы 32;2;34) наблюдается наибольшая напряженность процесса разложения в верхнем горизонте. В нижних горизонтах, несмотря на высокую численность микроорганизмов, их целлюлозолитическая активность резко падает. В болотно-луговой почве (Р-4) разложение целлюлозы хорошо протекает по всей глубине почвенного профиля.

Интенсивность распада целлюлозы зависит от химического состава растительных остатков. 1,3-2,7% азота, 26-29% клетчатки и 10-20% подвижных углеводов в субстрате повышает активность разложения целлюлозы (Клевенская, 1968). Очевидно, в химическом составе фитомассы лугового разнотравья соотношение отмеченных показателей более сбалансировано, чем в растительных остатках тростниково-камышитовых сообществ. Первостепенное значение в процессе разложения целлюлозы имеет обеспеченность почв минеральным азотом.

При изучении микробиологических процессов лугово-болотных почв отмечается закономерная перегруппировка микроорганизмов, участвующих в преобразовании органических и минеральных соединений азота, от почв лугово-болотных к болотно-луговым и опустынивающимся почвам. В опустынивающихся разностях заметно возрастает коэффициент минерализации органического вещества. В микробном сообществе увеличиваются ассоциации микроорганизмов, утилизирующих минеральный азот, повышается содержание актиномицетов, снижается численность азотобактера и грибов. Процессы, происходящие в гидроморфных почвах, благоприятствуют деятельности микроорганизмов олигонитрофильного типа питания.

Литература

- Аристовская Т.В., Микробиология подзолистых почв. М.; Л, 1965. 187 с.
- Клевенская И.Л. Олигонитрофильные микроорганизмы почв Западной Сибири. Новосибирск, 1968. 526 с.
- Мишустин Е.Н., Мирзоева В.А. Соотношение основных групп микроорганизмов в почвах разных типов. - Почвоведение, 1953, № 6, с. I-II.

УДК 631.461:631.445.56:631.51

В.С.Халитова, В.А.Сергеенко, А.К.Киреев

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ БОГАРНЫХ СЕРОЗЕМОВ

Разработка новых приемов и методов агротехники, базируется на изучении изменений свойств и режимов почв при почвозащитной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. В связи с этим актуальной является проблема биологической диагностики почв.

Исследования изменений микробной биогенности и биохимических свойств богарных сероземов в зависимости от приемов обработки почвы и возделываемых культур проводили в 5-польном зернопаровом севообороте на стационарном опыте отдела неполивного земледелия КазНИИЗа. Опыт валочен в зоне необеспеченной богары совхоза "Каскеленский" Алма-Атинской области на обыкновенных сероземах с содержанием гумуса в пахотном слое 0,9-1,1%.

Изучали варианты с ежегодной вспашкой и плоскорезной обработкой на 20-22 см под все культуры севооборота. Звенья севооборота - пар, ячмень (третья культура после пара) и многолетние травы 3- или 5-летнего стояния).

Критерием биологической активности служили численность микроорганизмов по физиологическим группам, определяемая обще-

принятыми методами посева на твердые питательные среды, соотношение некоторых групп и качественный состав доминирующей микрофлоры. Суммарную напряженность биохимических процессов оценивали по содержанию доступных питательных веществ в почве, разложению целлюлозы в природных условиях, активности гидролитических ферментов — инвертазы, протеазы.

На Юго-Востоке Казахстана с резко выраженным дефицитом почвенной влаги влажность влияет на напряженность биологических и, в частности, микробиологических процессов.

Исследуемые системы обработки почвы по-разному воздействовали на ее влажность. Весной больше влаги накапливалось и сохранялось в вариантах с различными по глубине плоскорезными обработками, вследствие чего общий запас влаги на этих полях на 3,3–5,4 мм выше, чем по вспашке на одну глубину. Хорошо сохраняется влага на полях, где ячмень сеют по стерне: здесь разница в запасах влаги по сравнению с контролем составляла также 2–3 мм.

В паре, вспаханной отвально, накапливается меньше влаги, чем при плоскорезной обработке на 4–7 мм. Перед уборкой ячменя запас влаги по всем полям примерно одинаковый.

Один из приемов, в значительной степени зависящий от влажности почвы и позволяющий установить суммарный эффект деятельности почвенной микрофлоры в химических показателях, — определение нитрификационной способности почвы, показывающей мобилизуемость азотного фонда почвы в результате деятельности почвенного микронаселения.

По нашим данным, способы обработки почвы оказали влияние на процесс нитратообразования (табл. I). На первом месте по отдаче азота стоит паровое поле, обработанное плоскорезом. По другим полям севооборота с плоскорезной обработкой нитрификационная способность почв также выше, чем по вспашке. На вспаханых полях рыхлая почва быстрее теряет влагу, а следовательно, снижает энергию нитратообразования в пахотном слое.

Немаловажное значение в процессе нитратообразования имеют органические остатки, которые на участках, обработанных плоскорезом, оставались в верхней части пахотного слоя, тогда как на вспаханых полях обраскивались на дно борозды.

Т а б л и ц а I. Влияние обработки почвы на нитрификационную способность и ферментативную активность сероземов

Поле	Прием обработки	Нитрификационная способность, мг на 100 г почвы		Инвертаза, мг инверта на 5 г почвы		Протеаза, мг аминного азота на 1 г почвы	
		0-20	30-40	0-20	30-40	0-20	30-40
целина		-	-	21,4	9,1	0,952	0,351
Травы 3-5-летнего стояния	Плоско-резная	27,4	8,3	16,6	7,5	0,662	0,350
	Вспашка	19,9	18,6	17,4	7,6	0,667	0,435
Пар	Плоско-резная	38,1	26,5	14,6	11,2	0,692	0,440
	Вспашка	28,3	19,1	15,6	10,1	0,640	0,457
Ячмень	Плоско-резная	33,8	19,7	10,9	7,5	0,582	0,410
	Вспашка	17,0	22,8	9,4	7,2	0,566	0,440

Необходимо отметить, что изучаемые почвы обладают потенциально высокой нитрификационной способностью, но реализация ее ограничена небольшим запасом энергетического материала в почве и дефицитом влаги.

В настоящее время многие исследователи пытаются дать оценку важнейших свойств почвы и эффективности применяемых агротехнических приемов с помощью определения активности почвенных ферментов (Галостян, 1974; Купревич, 1974). Активность инвертазы более четко, чем активность других ферментов, показывает уровень естественной плодородия почвы. Активность этого энзима зависит от содержания гумуса. Сероземы необеспеченной богары характеризуются сравнительно низкой инвертазой активностью (см. табл. I). Для всех вариантов инвертаза наиболее активна в самом поверхностном аэрируемом и прогреваемом слое (0-10 см), в нижележащих горизонтах с уменьшением запаса органического вещества и падением общей микробной биотенности активность инвертазы снижается.

На динамику инвертазы влияют условия года, чередование культур в севообороте, фазы развития растений, а также удаленность почвенного слоя от поверхности. Например, в жаркий 1982 г. активность инвертазы была выше, чем в умеренно-жаркий 1980 г.

Один из основных элементов — азот — находится в почве преимущественно в виде органических соединений. Его превращение в формы, доступные растениям, происходит за счет протеолитических ферментов (Купревич, Шербаков, 1966). Протеазы в значительной мере определяют почвенное плодородие и степень обеспеченности растений азотом. От активности протеаз зависит не только количество подвижных форм азотистых веществ, но и режим азотного питания растений.

В обыкновенных сероземах необеспеченной богары протеаза обладает сравнительно высокой катализирующей активностью (см. табл. I). На активность этого энзима большое воздействие оказывают бобовые травы. Их положительное влияние независимо от обработки почвы сказывается в почве под многолетними травами. В полях под паром и ячменем активность протеаз несколько ниже, по всем полям с плоскорезной обработкой почвы протеазная активность выше, чем по вспашке, что согласуется с данными по нитрификационной способности почвы.

В окультуренных сероземах протеолитическая активность в 1,5–2 раза ниже, чем в целинных. Во всех вариантах опытов с глубиной почвенного профиля наблюдалось падение активности протеаз.

Система обработки почвы в севообороте значительно влияет на численность и соотношение групп аэробных микроорганизмов (табл. 2). В целинной почве содержание бактерий составляет 50,5%, в пахотном, подпахотном слоях — 21,7%. При обработке почв группы микроорганизмов перераспределяются. В изучаемых вариантах в пахотных и подпахотных слоях содержание бактерий увеличилось до 70–77%. Процентное содержание грибов и в целинной и в окультуриванной почвах остается на одном уровне. Как при плоскорезной обработке, так и при вспашке процентное содержание актиномицетов снижается в 2–3 раза по сравнению с целинной. Немаловажное значение при этом играют антагонистические взаимоотношения бактерий и актиномицетов.

Аммонификаторы являются одной из физиологических групп микроорганизмов, способствующих преобразованию азота в почве. Ими начинается цикл минерализации азотсодержащих органических соединений. В табл. 3 приведены результаты определения числен-

Т а б л и ц а 2. Количество микроорганизмов и их процентное содержание в зависимости от обработки почвы (средние данные за три года, 1980-1982 гг.)

Поле	Приемы обработки	Глубина, см	Сумма микроорганизмов, млн./г почвы	Т о ж е, %		
				бактерии	актиномицеты	микроскопические грибы
Целина		0-20	4,474	50,5	49,2	0,3
		30-40	0,921	21,7	78,2	0,1
Травы 3-5-летнего стояния	Плоскорезная	0-20	7,324	74,1	25,7	0,2
		30-40	3,073	72,9	27,0	0,1
	Вспашка	0-20	8,256	77,1	22,6	0,3
		30-40	3,552	73,7	26,2	0,1
Пар	Плоскорезная	0-20	7,060	76,8	22,9	0,3
		30-40	3,179	75,2	24,1	0,1
	Вспашка	0-20	8,598	75,8	24,6	0,2
		30-40	3,815	70,2	29,6	0,2
Ячмень	Плоскорезная	0-20	6,163	75,8	24,0	0,2
		30-40	3,059	74,2	25,7	0,1
	Вспашка	0-20	7,454	75,6	24,2	0,2
		30-40	3,281	71,3	28,5	0,2

ности аммонифицирующих бактерий. Как видно, из представленных данных, наибольшее количество аммонификаторов сосредоточено в пахотном слое (0-20 см), где располагается основная масса живых и мертвых корней растений. По мере углубления (30-40 см) их численность заметно падает.

По сравнению с целинной почвой в вариантах как с плоскорезной, так и с отвальной обработкой микробная биогенность возрастает в 1,5-2 раза.

Количество бактерий, усваивающих органический азот, зависит от последовательности чередования полей и способа обработки почвы. Наиболее активно аммонификаторы размножаются при вспашке под многолетние травы и пар. Резкого отличия в биогенности этих микроорганизмов в связи с обработкой почв не отмечено.

Обработка почвы и чередование культур в севообороте стимулирует развитие *Azotobacter chroococcum*. Максимум азотобактера выявлено в поле ячменя и пара независимо от обработки поля. На

Т а б л и ц а 3. Влияние обработки почвы на количественный состав микроорганизмов
(средние данные за три года)

Поле	Вариант обработки	Аммонифицирующие бактерии, млн./г почвы		Азотобактер, млн./г почвы		Олигонитрофиль, млн./г почвы		Актиномицеты, млн./г почвы		Микроскопические грибы, тыс./г почвы	
		0-20	30-40	0-20	30-40	0-20	30-40	0-20	30-40		
Целина		2,260	0,200	0,800	0,520	1,130	0,260	2,200	0,720	14,100	1,000
Травы 3-5-летнего стояния	Плоскорезная	5,430	2,240	0,652	0,495	0,623	0,230	1,885	0,830	9,600	2,960
	Отвальная	6,370	2,620	1,025	0,860	0,805	0,530	1,370	0,928	16,120	4,360
Пар	Плоскорезная	5,425	3,410	1,185	0,550	0,700	0,340	1,620	0,766	14,770	3,160
	Отвальная	6,465	2,680	1,225	0,825	1,030	0,280	2,118	1,130	15,490	4,850
Ячмень	Плоскорезная	4,670	2,270	1,280	0,630	0,720	0,390	1,480	0,786	13,370	2,750
	Отвальная	5,640	2,340	1,460	0,880	0,910	0,520	1,803	0,936	11,350	4,800

динамику численности азотобактера влияют условия года, чередование культур в севообороте, фазы развития, а также удаленность почвенного слоя от поверхности. Так, в жаркий, сухой 1982 г. биогенность азотобактера была в 3-4 раза меньше, чем в умеренно-жаркий 1981 г. Низкая численность азотобактера наблюдается под многолетними травами при плоскорезной обработке.

Олигонитрофильные бактерии усваивают атмосферный азот и пополняют им почву. Данная группа в исследуемых почвах самая немногочисленная (см. табл. 3). Численность олигонитрофильных бактерий в слое 0-20 см колеблется от 0,623 до 1,030 млн. на 1 г сухой почвы. Резких различий в биогенности по вариантам обработки почвы не установлено, хотя отмечается небольшое увеличение по вспашке по всем полям севооборота.

Численность актиномицетов при учете их на крахмало-аммиачном агаре варьирует от 0,720 млн. на 1 г почвы. При этом на целинных землях и в освоенных их биогенность остается на одном уровне (см. табл. 3). Различия в количестве этих микроорганизмов в зависимости от обработки почв не наблюдается. При плоскорезной обработке и вспашке на 20-22 см показатели биогенности актиномицетов близкие, лишь небольшое повышение отмечается в паровом поле. В подпахотном слое почв (30-40 см) количество актиномицетов остается на одном уровне независимо от чередования полей и системы обработки сероземов.

В течение вегетационного периода численность актиномицетов непостоянна. Сезонные колебания вызваны прежде всего изменениями пищевого режима почв и гидрометрических условий. Наибольшую активность актиномицеты проявляют летом; весной и осенью она остается на одном уровне. Немаловажное значение имеют и антагонистические взаимоотношения актиномицетов с представителями различных групп микроорганизмов, в частности с бактериями. Сопоставлением по годам исследований установлено, что в сухой 1982 г. численность актиномицетов была большей, доминировали формы с белым и серым воздушным мицелием. Пониженная влажность подавляет размножение влаголюбивых бактерий, но не оказывает заметного влияния на актиномицетов.

В обыкновенных сероземах необеспеченной богаты численность сапрофитных микроскопических грибов составляет небольшую часть

общей численности микробного населения. Однако они играют важную роль в плодородии почв.

Как видно из данных табл.3, наибольшее количество грибов приходится на паровое поле как по вспашке, так и по плоскорезной обработке. Именно здесь создаются благоприятные условия увлажнения. С глубиной численность грибов уменьшается, очень резко в подпахотном слое (30-40 см), где они составляют 20-40%.

Рост и развитие растений неразрывно связаны с жизнью почвенной микрофлоры, в составе которой особое значение имеют микроорганизмы, обильно населяющие корневую систему растений. Количественный состав и динамика их развития зависят от предшествующей растительности, способов обработки почв и наличия питательных веществ.

Растения селекционируют из почвенного комплекса определенные группы микроорганизмов, видовой состав которых выявляется не только растениями, но и длительностью его культивирования на одном и том же участке. Качественный анализ показывает, что родовой состав грибов в обыкновенных сероземах необеспеченной ботаны сравнительно невелик. Это в основном *Penicillium*, *Aspergillus*, отличающиеся выносливостью в условиях недостаточного увлажнения и неприхотливостью к источникам питания. Они находятся во всех почвенных пробах в течение всего вегетационного периода. Доминируют роды *Mucor*, *Trichoderma*.

Довольно часто, но в небольшом количестве отмечаются рост *Fusarium*, *Alternaria* изредка *Mastogonium*, *Monilia* и других почвенных грибов. Более разнообразный видовой состав микроскопических сапрофитных грибов представлен по отвальной обработке. Роды *Dematium*, *Stemphylium* встречаются только по вспашке независимо от предшественников.

Таким образом, при обработке на 20-22 см возрастает общая численность микрофлоры, и среди нее группы, связанные с усилением процессов минерализации азотсодержащих соединений.

Плоскорезная обработка на 20-22 см интенсифицирует процессы нитрификации в большей степени, чем вспашка по всей толще обрабатываемого горизонта.

Выявленные микробиологическими и биохимическими методами различия по вариантам обработки не всегда велики и часто носят

характер тенденций, но они показывают, что на варианте с плоскорезной обработкой микробиологические показатели не ухудшаются, а некоторые из них даже улучшаются по сравнению с вариантом ежегодной вспашки

На полях, обработанных плоскорезом, выше содержание гумуса, основных групп гумусовых веществ и подвижной фосфорной кислоты. Меньшее количество нитратного азота и большее содержание усвояемого фосфора при плоскорезной обработке в определенной степени свидетельствуют о более полноценном использовании этих элементов и органического вещества, что положительно сказывается на плодородии почв и согласуется с данными о большем сохранении и экономном расходовании гумуса в верхнем слое при плоскорезной обработке.

Таким образом, культура земледелия значительно влияет на направленность и напряженность микробиологических процессов, а значит и на плодородие почв.

Литература

- Галотян А.Ш. Ферментативная активность почв - Науч.тр., Ереван, 1974, т.8. 271 с.
- Купревич В.Ф., Щербачев Т.А. Почвенная энзимология. Минск, 1966. 260 с.
- Купревич В.Ф. Почвенная энзимология. Минск, 1974, т.4, 404 с.

УДК 631.461 (574.51)

Ш.А.Чулаков, К.К.Султангазина, Р.М.Насыров, Танг Фат Тхань

МИКРОБНЫЙ ФОН ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЯСНОСТИ КЕТМЕНСКОГО ХРЕБТА

Вертикальная поясность почвенного покрова Кетменского хребта представлена сероземами светлыми и обыкновенными северными светло-каштановыми и темно-каштановыми; черноземами, горно-лес-

ными серыми (светлые и темные), горно-лесными темноцветными; горно-луговыми субальпийскими и альпийскими почвами. Данная зональность полнее и четче выражена в западной части хребта, где гидротермический режим более благоприятен.

Для выявления закономерностей эколого-географического распространения количественного и качественного составов микроорганизмов по генетическим горизонтам вертикальных поясов почв северного склона Кетменского хребта, а также для изыскания путей повышения роли микробных ассоциаций в плодородии почв и диагностики почвенного типа провели микробиологические и электронно-микроскопические исследования этих почв. Изучение состава особых микробных сообществ различных типов почв позволяет микробиологам и почвоведом выявить индикаторные свойства микроорганизмов для определения направленности почвообразовательного процесса.

В связи с этим мы исследовали почвенные микроорганизмы, трансформирующие органическое вещество в почве, особенно бактериальное, актиномицетное и грибное население отдельных почвенных типов Кетменского хребта Северного Тянь-Шаня.

Количественно и качественно бактерии и актиномицеты определяли путем посева суспензии почв на мясо-пептонный агар (МПА), крахмало-аммиачный агар (КАА) и среду Эшби; споры бактерий учитывали в пастеризованном посеве на смешанном мясо-пептонном и сусло-агаре, а микроскопические грибы — на среде Чапека. Учет целлюлозоразрушающих микроорганизмов вели на среде Гетчинсона, а азотобактера — на среде Эшби. Электронно-микроскопически микроорганизмы изучали путем непосредственного анализа почвенных суспензий.

По мере перехода от почв высокогорных к предгорьям напряженность микробных процессов повышается и идет нарастание микрофлоры (см. таблицу). Горно-луговые почвы обладают, таким образом, наименьшей численностью микроорганизмов — 1800, а сероземы наибольшей — 16060 тыс./г почвы.

Развитие спорообразующих бактерий в почвах связано с трансформацией органического вещества. В подгорных сероземах обнаруживается множество бациллярных форм бактерий, быстро утилизирующих органические вещества (см. таблицу). Преобладают здесь *Bac. subtilis* и *Bac. mesentericus*. В светло-каштановых почвах и гос-

подствующим видам можно отнести *Bac. megaterium*. В черноземах резко снижается количество клеток *Bac. mesentericus*, но возрастает относительное содержание *Bac. mycoides* и *Bac. cereus*. В горно-лесной почве подавляется развитие *Bac. mesentericus*, а хорошо растут *Bac. megaterium*. В горно-луговой почве *Bac. subtilis* больше, чем *Bac. megaterium*. К весьма распространенной группе видов может быть отнесен *Bac. megaterium*. В гораздо меньшей степени, чем предыдущие виды бацилл, распространен *Bac. cereus*. В глубину по профилю количество микрофлоры уменьшается.

Удельный вес спороносных бактерий в почвах высокогорных поясов менее значителен, и доминирующей группой здесь являются неспороносные формы почвенных бактерий. Спороносные бактерии, трансформирующие переработанные формы органического вещества, несомненно, тяготеют к южным почвам, в которых процесс минерализации растительных и животных остатков идет с большей скоростью.

Широкое распространение актиномицетов позволяет судить об огромной приспособляемости этой группы сапрофитов к условиям внешней среды и о значительной роли в химических преобразованиях органического вещества почвы. По мере продвижения вниз по склону горной системы количество актиномицетов закономерно возрастает. В горно-луговой почве их содержание составляет 400, в сероземах превышает 2 млн./г почвы. Такая закономерность в расселении актиномицетов отражает зональность почв, абсолютные высоты, которые значительно влияют на климатические и экологические особенности почв.

При исследовании актиномицетов методом посева почвенного мелкозема максимальное их количество обнаружено в верхнем горизонте, минимальное - в нижнем. В подгорных почвах размножение актиномицетов не лимитируется дефицитом влажности, а обуславливается другими факторами, важнейший из которых - наличие определенных форм органических соединений.

В связи с колоссальной ролью, которую играют грибы в жизни почвы, представляет несомненный интерес вопрос о распространении представителей микологической флоры в почвах вертикальных природных поясов. Во всех исследованных почвах основная масса

Состав микроорганизмов в почвах вертикальной зоны Кетменского хребта, тыс./г сухой почвы

Почва	Глубина, м		Бактерии на МПА		Пастеризованный посев на МПА					Трибы на среде Чапека		Tri-cho-der-ma				
	Гори-зонт, см	Зонт, см	общее	МПА	общее кол-во спороносных бактерий	Вас. терриш	Вас. терриш	Вас. титиллис	Вас. субтитиллис	Вас. семукоидес	НО-мицеты на КАА		Сообщ. кол-во грибов	Penicillium	Fusarium	Aspergillus
Горно-луговая	А		1800		1600	8	2	6	6	-	400	2,3	0,9	1,4	-	-
субальпийская	Б		500		500	6	2	3	4	-	200	3,0	0,7	2,3	-	-
Горно-лесная	С		200		100	3	1	1	1	-	100	0,4	0,2	0,2	-	-
темно-цветная	24-25		7200		7200	96	84	2	10	-	4200	1,8	1,8	-	-	-
Горно-лесная	45-108		400		200	28	8	16	4	-	600	1,8	1,2	-	0,4	-
темно-цветная	110-120		900		200	18	8	6	2	-	400	0,3	0,2	0,1	-	-
Горно-лесная	0-31		3000		1600	38	6	2	2	14	400	12,4	5,5	6,9	-	-
темно-серая	31-78		660		260	194	162	2	22	8	200	0,7	0,4	0,3	-	-
	78-150		200		100	22	12	4	2	4	100	0,4	0,3	0,1	-	-

Горный	0-34	3400	200	58	22	-	6	24	6	500	5,2	1,8	2,7	-	0,7
выдело-	34-70	460	400	42	28	8	4	2	-	200	4,4	0,8	3,6	-	-
ный чер-	70-150	400	400	16	10	2	4	-	-	600	4,1	0,1	3,9	0,1	-
нозем															
Горный	А	9140	5640	116	54	16	12	24	10	2400	10,3	5,5	4,5	0,3	-
обькно-	Б	5340	1400	92	74	10	6	2	-	600	6,3	4,3	2,0	-	-
венный	С	330	330	4	4	-	-	-	-	200	5,0	4,9	-	0,1	-
чернозем															
Горный	0-27	15120	13600	132	84	20	8	4	6	1200	13,8	-	-	-	-
чернозем	27-100	1530	900	116	58	24	12	6	16	400	8,5	8,5	-	-	-
обькно-	100-120	930	700	32	24	-	6	2	-	200	1,8	0,8	1,0	-	-
венный,															
окуляр-															
ренный															
Светло-	0-21	10200	5200	106	20	58	14	14	-	3200	5,4	4,5	0,3	0,5	-
каштано-	21-42	3200	1000	130	80	22	10	18	-	1000	4,6	0,1	4,5	-	-
вая це-	42-90	600	200	88	76	6	-	6	-	300	4,4	0,1	4,3	-	-
лина															
Светло-	0-20	13000	11400	96	22	40	-	34	-	1600	3,6	2,6	0,7	0,3	-
каштано-	20-50	2660	1400	32	10	14	-	8	-	400	1,8	1,2	0,5	0,1	-
вая окуль-	50-90	860	600	82	62	-	-	12	-	-	2,0	0,6	1,3	0,1	-
туренная															
Серозем	0-21	16060	9000	166	14	40	98	14	-	2400	8,1	4,5	1,7	0,2	1,7
обькно-	21-42	400	200	66	26	22	10	8	-	600	1,1	1,1	-	-	-
венный	42-75	530	300	38	20	10	2	6	-	-	0,5	0,2	0,1	0,2	-

Состав микроорганизмов в почвах вертикальной зоны Кетменского хребта, тыс./г сухой почвы

Почва	Глубина, горизонт, см	Бактерии на МПА		Пастеризованный посев на МПА					Анти-Грибы на среде Чапека			
		общее	Микро-бактерии	общее	Вас. тегументериум	Вас. субтеритиус	Вас. верескоидес	но-ми-цеты на грма	сощее	Penicillium	Fusarium	Trichoderma
Горно-луговая	А	1800	1600	8	2	6	6	400	2,3	0,9	1,4	-
субальпийская	Б	500	500	6	2	3	4	200	3,0	0,7	2,3	-
Горно-лесная	С	200	100	3	1	1	1	100	0,4	0,2	0,2	-
темно-цветная	24-25	7200	7200	96	84	2	10	-	1,8	1,8	-	-
Горно-лесная	45-108	400	200	28	8	16	4	-	1,8	1,2	-	0,4
темно-цветная	110-120	900	200	18	8	6	2	-	0,3	0,2	0,1	-
Горно-лесная	0-31	3000	1600	38	6	2	2	14	12,4	5,5	6,9	-
темно-серая	31-78	660	260	194	162	2	22	8	0,7	0,4	0,3	-
темно-серая	78-150	200	100	22	12	4	2	4	0,4	0,3	0,1	-

Горный	0-34	3400	200	58	22	-	6	24	6	800	5,2	1,8	2,7	-	0,7
выдело-	34-70	460	400	42	28	8	4	2	-	200	4,4	0,8	3,6	-	-
ный чер-	70-150	400	400	16	10	2	4	-	-	600	4,1	0,1	3,9	0,1	-
нозем															
Горный	А	9140	5640	116	54	16	12	24	10	2400	10,3	5,5	4,5	0,3	-
обычно-	Б	5840	1400	92	74	10	6	2	-	600	6,3	4,3	2,0	-	-
венный	С	330	330	4	4	-	-	-	-	200	5,0	4,9	-	0,1	-
чернозем															
Горный	0-27	15120	13600	132	84	20	8	4	6	1200	13,8	-	-	-	-
чернозем	27-100	1530	900	116	58	24	12	6	16	400	8,5	8,5	-	-	-
обычно-	100-120	930	700	32	24	-	6	2	-	200	1,8	0,8	1,0	-	-
венный,															
окуляр-															
ренный															
Светло-	0-21	10200	5200	106	20	58	14	14	-	3200	5,4	4,5	0,3	0,5	-
каштано-	21-42	3200	1000	130	80	22	10	18	-	1000	4,6	0,1	4,5	-	-
вая пе-	42-90	600	200	88	76	6	-	6	-	300	4,4	0,1	4,3	-	-
лина															
Светло-	0-20	13000	11400	96	22	40	-	34	-	1600	3,6	2,6	0,7	0,3	-
каштано-	20-50	2660	1400	32	10	14	-	8	-	400	1,8	1,2	0,5	0,1	-
вая окуль-	50-90	860	600	82	62	-	-	12	-	-	2,0	0,6	1,3	0,1	-
туренная															
Серозем	0-21	16060	9000	166	14	40	98	14	-	2400	8,1	4,5	1,7	0,2	1,7
обычно-	21-42	400	200	66	26	22	10	8	-	600	1,1	1,1	-	-	-
венный	42-75	530	300	38	20	10	2	6	-	-	0,5	0,2	0,1	0,2	-

грибов концентрируется в верхних горизонтах, что является ограничением аэробности грибов и тяготением их к свежей массе корневых остатков (см. таблицу).

С увеличением абсолютной высоты местности (от подгорных почв к черноземам и далее к горно-лесным) увеличивается разнообразие растительности, возрастает содержание органического вещества. Вместе с тем заметно повышается и численность микроскопических грибов. С уменьшением абсолютной высоты (от высокогорий к равнинам) спектр родового состава грибов заметно увеличивается. Наибольшее содержание микроскопических грибов выявлено в горно-лесных темно-серых и черноземных почвах. Выше этих поясов количество микроскопических грибов снижается. Аналогичное явление свойственно и спектру систематических единиц грибов. Горно-луговые субальпийские почвы наиболее бедны грибами - здесь преобладают пенициллы. В горно-лесных и черноземных почвах широко распространены *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*. В светло-каштановых и сероземных почвах чаще встречаются грибы из рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*.

Таким образом, в почвах вертикальных зон распространение микроскопических грибов повторяет закономерность, свойственную почвам широтных зон. В условиях равнины и гор максимальное содержание грибов приходится на черноземы и горно-лесные почвы, а минимальное - на почвы гляциального пояса и на малогумусные южные варианты низовий.

УДК 631.461.61:631.5

Г.Т.Адамбекова, Ш.А.Чулаков

РОЛЬ ЦЕЛЛЮЛОЗРАЗЛАГАЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ЭКОСИСТЕМЕ И ДЕЙСТВИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ИХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Плодородие почвы во многом зависит от деятельности микроорганизмов. Зависимость эта выражается в определенной связи между плодородием и биологической активностью почвы - важней-

ших экологических характеристик почвенной среды, дополняющих ее агрономическим и физико-химическими показателями.

Основой углеродсодержащей части высших растений является целлюлоза. Трансформаторами этого сложного органического соединения в почве служат некоторые микроорганизмы^ж. Активность микрофлоры, разрушающей целлюлозу почвы, определяли по степени распада и убыли сухой массы льняной ткани, заложённой в разные варианты полевого опыта. Для этого брали стеклянные пластины размером 10 x 50 см, обтягивали чистой тканью и настилали на почву так, чтобы ткань плотно прилегала к ровной вертикальной стенке почвенного разреза^{жж}. Анализ проводили через 1, 2, 3 мес. Вынимали две пластины, отмывали их от почвы; по степени распада ткани (весовым методом) по истечении определенного времени выявляли наиболее активный горизонт и состав микрофлоры (табл. I).

Т а б л и ц а I. Разложение целлюлозы микроорганизмами в обычных черноземах (I ротация), %

Вариант	Сроки закладки льняной ткани	Влажность почвы		Разложение целлюлозы			
				в естественных условиях		в лабораторном опыте	
		1973 г.	1974 г.	1973 г.	1974 г.	1973 г.	1974 г.
Целина	Июнь	21,1	19,6	0,9	0,2	29,0	31,0
	Июль	27,8	16,0	4,0	2,0	39,0	21,0
	Август-сентябрь	10,6	19,2	4,6	10,6	23,6	20,9
Пшеница с оборотом пласта +P ₂ O ₅	Июнь	26,6	Не опр.	4,0	3,8	84,4	63,0
	Июль	27,9	"	17,6	16,8	82,8	43,6
	Август-сентябрь	16,8	"	18,0	20,0	74,0	47,8
Пшеница без оборота пласта +P ₂ O ₅	Июнь	22,1	29,4	21,0	11,6	74,6	36,2
	Июль	22,1	17,9	23,0	16,0	60,1	48,4
	Август-сентябрь	14,1	19,8	30,0	17,0	45,4	28,8

* Виноградский С.Н. Микробиология почвы. М., 1952. 792 с.

жж Востров Н.С., Петрова А.Н. Определители биологической активности почвы различными методами.- Микробиология, 1961. т.30. вып.4, с.665-672.

В 1973 г. уже через месяц после закладки опыта на глубине 0-50 см под пшеницей с оборотом пласта $+P_2O_5$ разложение сухой ткани достигало 4%, через два - 17,6, через три - 18,0%. В засушливый период (1974 г.) процент убыли сухой массы ткани значительно ниже.

Под пшеницей без оборота пласта с удобрением значительное разложение клетчатки наблюдали в осенний период вегетации растений. В первый месяц весны деградировано 21, летом - 23, осенью - 30%, а в засушливом 1974 г. - соответственно 11,6; 16,0; 17,0%. Эти данные показывают, что при благоприятном сочетании гидротермического режима и обработки почвы деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов активизируется.

Для изучения состава микрофлоры, разрушающей целлюлозу в почве, мы одновременно провели посев (чашечным методом) на среде Гетчинсона. При этом установлено, что разрушение клетчатки в почвах осуществляется в основном грибами, актиномицетами и бактериями. Доминируют в обыкновенных черноземах грибы рода *Chaetomium*, *Chaetomella*, *Penicillium*, *Mucor*, а также бактериальные формы *Cytophaga*, *Cellvibrio*. Температура и влажность почвы весной стимулировали рост, развитие, численность, большее разнообразие и качественный состав целлюлозоразрушающих микроорганизмов в различных вариантах опыта.

Представители из рода *Chaetomium* во множестве выделены из почв, обработанных способом глубокого рыхления с применением фосфорных удобрений. Микроскопические грибы *Penicillium*, *Mucor* лучше развиваются на пахотных горизонтах варианта с отвальной обработкой почвы. Интенсивное разложение наблюдали в пахотном слое почвы и очень слабое в подпахотном. Осенью по отвальной обработке основная роль принадлежит актиномицетам и грибам, а не бактериям.

Полученные материалы по первой ротации севооборота показали, что активная деструкция клетчатки микробным населением происходит на окультуренных почвах. Зоны активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов при внесении фосфорных удобрений возрастают.

Суммарная деструкция ткани в период второй ротации на целине (с 29 мая по 29 июня) составляла 0,7, за два месяца - 12, а за

три - 15,3%. По отвальной обработке с применением фосфорных удобрений энергичное разложение целлюлозы весной отмечено на глубине 10-30 см, где содержалось 22,0-27,1% влаги. В поверхностном (0-10 см) горизонте разрушающая способность микробов по сравнению с предыдущим почвенным слоем была слабее, что, очевидно, объясняется иссушением поверхностного горизонта в наблюдаемый период вегетации растений.

Иная картина сложилась на варианте под пшеницей после пара (1978 г.) по отвальной вспашке с удобрением. Здесь в начальном периоде закладки ткань разлагалась до 12%, в последующем месяце в 2 и более раза выше, а к осени процентное содержание достигало 27,3%, что связано с увеличением численности микроорганизмов, участвующих в минерализации органических остатков после уборки урожая, в частности актиномицетов, спорообразующих и целлюлозоразлагающих и других представителей микробного ценоза (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Интенсивность разложения ткани в почве в 1978 г., %

Вариант	Дата		
	с 29/У-29/УІ	по 29/УІІ	по 30/УІІІ
Целина	0,7	12,0	15,3
Пшеница по отвальной обработке + P ₂ O ₅	12,0	25,6	27,3
Пшеница по отвальной обработке без удобрений	8,3	24,1	27,5
Пшеница по плоскорезной обработке + P ₂ O ₅	9,3	16,9	26,9
Пшеница по плоскорезной обработке без удобрений	7,3	21,3	23,1
Старопашка (занятый пар)	8,5	25,0	26,3

Без применения удобрений активное разложение отмечено в пределах 0,15 см, причем деструкция микроорганизмов происходила неравномерно, микроочагами. Разрушение клетчатки наиболее эффективно по отвальной обработке почвы с удобрением, осо-

бенно в весенний период вегетации, по сравнению с вариантом без удобрений. Так, за I мес - 8,3, за 2 - 24,1, в течение 3-месячной экспозиции ткани - 27,5%. В свою очередь по плоскорезной обработке с применением удобрений весной разложение целлюлозы происходило значительно интенсивнее в отличие от варианта с отвальной вспашкой, где деструкция целлюлозы идет по всей глубине.

На площадках без удобрений разложение шло более ровно и плавно, а степень разрушения клетчатки - значительно медленнее, чем с применением удобрений. Здесь разложение весной составляло 9,3, летом - 16,9, осенью - до 30%, в варианте без удобрений - соответственно 7,3; 21,3; 23,1%. Такая закономерность между участками вызывается чередованием севооборота и наличием источника питания в основе фосфорных удобрений.

На старопахке отмечен интенсивный распад ткани на глубине 10-30 см, где влажность почвы равна 24,9-28,8%. Суммарная деструкция ткани весеннего срока составляла 8,5%, к осени она увеличилась в 4 и более раза.

Полученные нами данные исследований визуального определения коррелируют с результатами весового метода (табл.3).

Т а б л и ц а 3. Интенсивность разложения клетчатки в 1980 г. (весовой метод),%

Вариант	Разложение целлюлозы в полевых условиях,		
	с 19/V по 10/VI	19/VI	19/VII
Целина	1,2	5,7	7,1
При отвальной обработке + P ₂ O ₅	2,2	6,3	14,5
То же, без удобрений	1,2	6,2	13,2
Ячмень по плоскорезной обработке + P ₂ O ₅	2,1	6,6	10,6
То же, без удобрений	2,7	7,9	11,3
Старопахка	2,2	17,1	27,8

Из данных табл.3 видно, что за 20 сут ткань разложилась на 1,2%, в течение 2 мес - в 4 раза больше, по сравнению с весенним сроком. К осени на целине разрушение целлюлозы нескльско возрастало.

На ячменном поле, где вносили удобрения и высевали пшеницу, по отвальной обработке при влажности 12-17% в слое 0-10 см ткань осталась совершенно чистой. С увеличением содержания влаги (до 18,9%) и улучшением аэрации целлюлозоразлагающие микроорганизмы усиливали деятельность.

В 1981 г. по разложению клетчатки получены следующие результаты: при закладке ткани в почву разложение по пшенице отмечено в поверхностном генетическом горизонте 5-18 см, а в нижележащих слоях выявлены лишь единичные следы микробного ценоза. С наступлением тепла и при достаточном количестве влаги скорость разложения клетчатки повышается. Высокий темп утилизации целлюлозы обнаружен на полотно осеннего срока. Активная деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в поверхностных горизонтах обусловлена наличием большого количества корневых выделений высших растений и меньшей плотностью почвы.

Разложение целлюлозы в полевых условиях коррелирует с общей численностью биогеоценоза. Слабая целлюлозоразлагающая активность почвы в засушливые периоды установлена во всех вариантах обработки. С повышением влажности и температуры почвы, процент распада ткани увеличивается, к осени снова снижается вследствие ослабленной деятельности микроорганизмов. Интенсивное разрушение клетчатки за весь период (май - конец августа) при определенных благоприятных условиях охватывает горизонт 0-50 см.

В процессе деструкции органического вещества почва обогащается доступными формами азота, углерода, фосфора и биологически активными аминокислотами, белками и другими веществами, играющими важную роль в круговороте веществ и процессах гумусообразования. Следствием разложения клетчатки при плоскорезной обработке является большее накопление продуктов гидролиза и микробных метаболитов, чем по отвальной обработке при дефиците влаги в почве.

Исследованиями установлено, что наиболее благоприятные условия для минерализации углеродсодержащей части растительных остатков, особенно целлюлозоразрушающих микроорганизмов, создаются при отвальной обработке.

Танг Фат Тхань
AZOSPIRILLUM LIPOFERUM

В КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ
АЛМА-АТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучение жизнедеятельности некоторых физиологических свойств *Azospirillum lipoferum* в горных каштановых окультуренных почвах Алма-Атинской области и корнях кукурузы, несомненно, актуально. Применение селективной питательной полутвердой безазотистой обогащенной минеральной и изолированной среды (индикаторной) с яблочной кислотой позволяет перспективно исследовать экологические и некоторые физиологические свойства азотфиксирующих бактерий *Azospirillum lipoferum* в корнях кукурузы, выращенной на горных каштановых почвах. Селективная питательная полужидкая безазотистая минерально-малатная среда наиболее оптимальна для накопления азотфиксирующих микроорганизмов из корней кукурузы (или злакового растения) потому, что напоминает корнеобитаемую почвенную среду. Незначительное количество растворенного кислорода и углеродный субстрат создают *Azospirillum lipoferum* оптимальные условия роста. Инкубация культуральной *Azospirillum lipoferum* в полутвердой среде удовлетворяет ее физиологическим свойствам, таким, как анаэробность, парциальное давление кислорода (микроаэрофильность).

В конце лета — начале осени в горных каштановых окультуренных почвах численность *Azospirillum lipoferum* колеблется от 500 тыс. до 1 млн. клеток на 1 г почвы; на размельченных стерильных корнях кукурузы ее количество варьирует от 7 до 10 млн. клеток на 1 г сухих корней.

Azospirillum lipoferum — мелкая азотфиксирующая спираль, несущая жиры, — использует глюкозу как единственный углеродный источник для роста и построения клетки в безазотистой полутвердой малатной среде, содержащей глютамин. Способна к микроаэрофильному росту. Хорошо окисляет органические вещества, в частности малат, сукцинат и лактат.

На селективной питательной полужидкой безазотистой минерально-малатной среде *Azospirillum lipoferum* образует типичный тонкий слой роста в 1-4 мм ниже поверхности; на изолированной среде

формирует колонии круглой и неправильной формы. На этой же индикаторной среде образуются колонии сначала бесцветные, прозрачные и плотные, затем становящиеся красно-бурыми или желто-красными.

Культуральные бактерии инкубировали при температуре 29-34°C; через 5-7 сут появлялись розовые пигменты, а колонии бактерий окрашивались в алый цвет.

Azospirillum lipoferum фиксирует молекулярный азот, живя свободно или в ассоциации с корнями злаковых растений. Микроб может функционировать как на поверхности корней, так и внутри корневой ткани. Наличие *Azospirillum lipoferum* в корнях растений на каштановых почвах в большей степени зависит от pH окружающей среды; оптимальна - нейтральная среда.

Клеточную структуру *Azospirillum lipoferum* изучали с помощью электронного микроскопа. Клетка представляет собой молку спираль вибрионоподобного типа, одна она может быть S-образной или спиралевидной в полутвердой безазотистой минерально-малатной среде. В зависимости от возраста культуры в элективной питательной полужидкой минерально-малатной среде находятся мелкие выпуклые внутриклеточные гранулы. Клетки встречаются главным образом одиночно, иногда парами, содержат липидные включения - метакроматические гранулы.

Клетки *Azospirillum lipoferum* с типичной наружностью спирали имеют монотрихальные жгутики. В жидкой питательной среде у клетки отмечается полярный жгутик, иногда они обладают дофотрихальным пучком жгутиков на каждом полюсе. В элективной полутвердой минерально-малатной среде чаще наблюдаются культуры с перитрихальными длинными жгутиками. В этой же среде чаще встречаются клетки с перетяжкой. На электронно-микроскопических снимках ясно просматривается искривленная палочка с клеточной стенкой и цитоплазматической сокращенной оболочкой.

Размеры клеток *Azospirillum lipoferum* составляют в среднем 3,5-5 мкм в длину и 0,8-1,5 в ширину.

УДК 631.452:634.232 (574.41/42)

Рубияштейн М.И., Борангазиев Б.К., Бектемиров А. Влияние ползащитных лесных полос на плодородие темно-каштановых почв Восточного Казахстана. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с.5-12.

Показано положительное влияние лесных полос на плодородие темно-каштановых почв: накопление гумуса и азота, усиление ферментативной активности, повышение содержания подвижных элементов питания.

Табл. 3.

УДК 631.445.5 : 631.67

Жердева С.В. К оценке продуктивности и некоторых свойств темно-каштановых почв в условиях орошения. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с. 12-16.

Показано, что при орошении темно-каштановых почв Целиноградской области в течение 6 лет в химическом составе почвы не произошло существенных изменений. Отмечается перемещение ила по профилю и оглинение подпахотных горизонтов. Продуктивность орошаемых почв в 3-5 раз выше, чем неорошаемых.

Библиогр. I назв. Табл.3.

УДК 631.416.9 (574.2)

Султанбаева У.М. Содержание микроэлементов в кормовой растительности Целиноградской области. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с. 16-21.

Естественные пастбищные растения характеризуются низким содержанием меди, цинка и кобальта и избыточным - бора. Оптимальное содержание микроэлементов находится в силосной кукурузе, люцерне и однолетних травах, минимальное - в соломе, сене, волоснице и тилчаке.

Библиогр. 5 назв. Табл. I.

УДК 631.67 : 631.811.

Чиркова Р.А. Влияние орошения на агрохимические свойства почв предгорной равнины. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с. 21-36.

Установлено, что распределение элементов питания на предгорной равнине подчиняется рельефу. На орошаемых полях наблюдается химический сток элементов по уклону и обогащение нижележащих лугово-сероземных почв.

Табл. 3.

УДК 631.4

Абдыхальков С.Д., Евстифеев Ю.Г., Новикова А.Г., Редков В.В., Фаизов К.Ш. Единый систематический список и диагностика почв равнинной территории Казахстана. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с. 36-42.

Впервые составлен систематический список и диагностика почв Казахстана. Дано научное обоснование разделению почв на генетические зональные, межзональные и внутризональные типы, а также группировке почвенных комбинаций в структуре почвенного покрова.

Библиогр. II назв.

УДК 631.445.53

Паракшин Ю.П., Паракшина Э.М. Использование данных о структуре почвенного покрова в целях картирования солонцовых территорий. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с. 43-48.

Предложена система почвенных комбинаций для солонцовых комплексов по степени сложности и контрастности, показан фрагмент легенды почвенно-мелиоративной карты.

Библиогр. 6 назв. Табл. 2.

УДК 631.4:551.4

Пачикина Л.И., Колесникова Н.Т. Закономерности формирования почвенного покрова в междуречье Талас - Асса. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с. 48-55.

Показано распределение почвенного покрова в соответствии

о биохимической, гидрогеологической зональностью, геоморфологической и составом почвообразующих пород.

Библиогр. 10 назв.

УДК 631.459.3:631.602 (574.51/53)

Жагайлов В.В. Особенности почвозащитного земледелия Юга и Юго-Востока Казахстана. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с. 55-62.

Приведены результаты изучения почвозащитных мероприятий и даны рекомендации по почвозащитным севооборотам, приемам обработки, предупреждающим дефляцию и эрозию почв, и лесным полосам. Показаны результаты внедрения их в хозяйствах Алма-Атинской и Талды-Курганской областей.

УДК.631.459.2

Хабирова Н.И., Уразумбетов Э.С. Осадки как фактор развития водной эрозии почв в Заилийском Алатау. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с. 63-66.

Установлено, что величина стока воды зависит от количества выпавших осадков. Сток формируется при интенсивности дождя не менее 0,5 мм/мин. Осадки по их воздействию на эрозию распределены на три группы, из которых наибольшую эрозионную опасность представляют дожди, выпадающие в апреле-июне.

Библиогр. 2 назв.

УДК 631.51 (477.61)

Иорганский А.И., Ордабаев С.И. Водная эрозия на склонах и меры борьбы с ней. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с. 66-71.

Приведены материалы о распространении эрозии в северном Тянь-Шане, о структуре почвозащитных мероприятий, дифференцированных в зависимости от крутизны склонов. Установлено, что эффективным приемом защиты почв от эрозии является глубокое щелевание почв.

УДК 631.618 (574.53)

Бейсезва Г.Б. Изменение водно-физических свойств лессовидных суглинков в процессе биологической рекультивации. - В кн.:

Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с.71-76.

Показано, что биологическая рекультивация лессовидных суглинков на отработанных карьерах способствует значительному уменьшению их объемной массы, повышению водопрочности структуры и водопроницаемости грунтов.

Библиогр. 2 назв. Табл. 4.

УДК 631.4

Андрейчук А.Л. Влияние генетических свойств на структуру и плодородие почвы. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с.77-80.

В статье методом корреляционно-регрессивного анализа рассмотрены связи почвенной структуры с содержанием гумуса, удельной поверхностью, поглощенным основанием и объемной массой. Представлена математическая модель оструктуренности почв Казахстана.

УДК.631.461:631.445.12 (574.52)

Аханов Ж.У., Сергеева Р.М., Аксенова Л.Б. Микробиологическая характеристика болотных почв юга Казахстана. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с.81-89.

Установлено, что в болотных почвах активно протекают процессы аммонификации и нитрификации. При опустынивании лугово-болотных почв биологическая активность снижается и происходит изменение группового состава микробиоценоза, в частности возрастает численность всех групп актиноидетов.

Библиогр. 3 назв. Табл. I.

УДК 631.461:631.445.56:631.51

Халитова В.С., Сергеевко В.А., Киреев А.К. Влияние обработки почвы на биологическую активность богарных сероземов. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. Алма-Ата: Наука, 1985, с.89-97.

Приведены материалы по численности микрофлоры и активности ферментов. Показано преимущество плоскорезной обработки по нитрификационной способности и другим показателям биологической активности сероземов.

Библиогр. 3 назв. Табл. 3.

УДК 631.461 (574.51)

Чулаков Ш.А., Султангазина К.К., Насыров Р.М., Танг Фат Тхань. Микробный фон вертикальной поясности Кетменского хребта. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. - Алма-Ата: Наука, 1985, с. 97-102.

Показано, что по мере снижения абсолютной высоты от горно-дуговых почв к сероземам усиливается напряженность микробных процессов. В черноземах и горно-лесных почвах отмечается максимальное содержание грибов.

Табл. I.

УДК 631.461.61:631.5

Адамбекова Г.Т., Чулаков Ш.А. Роль целлюлозоразлагающих микроорганизмов в экосистеме и действие обработки почвы на их жизнедеятельность. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. - Алма-Ата: Наука, 1985, с. 102-107.

Исследования показали, что при плоскорезной обработке больше, чем при вспашке накапливается продуктов гидролиза и микробных метаболитов, особенно при дефиците влаги в почве. Наиболее благоприятны условия для целлюлозоразлагающих микроорганизмов на вспашке.

Библиогр. 2 назв. Табл. 3.

УДК 631.461.5:631.445.51 (574.51)

Танг Фат Тхань. *Azospirillum lipoferum* каштановых почв Алма-Атинской области. - В кн.: Плодородие почв Казахстана. Вып. I. - Алма-Ата: Наука, 1985, с. 108-109.

Приведены материалы, свидетельствующие о распространении *Azospirillum lipoferum* в окультуренных почвах и ризосфере кукурузы, способных фиксировать азот.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.	3
Рубинштейн М.И., Борангазиев Б.К., Бектемиров А. Влияние полезащитных лесных полос на плодородие темно-каштановых почв Восточного Казахстана.	5
Жердева С.В. К оценке продуктивности и некоторых свойств темно-каштановых почв в условиях орошения.	12
Султанбаева У.М. Содержание микроэлементов в кормовой растительности Целиноградской области.	16
Чиркова Р.А. Влияние орошения на агрохимические свойства почв предгорной равнины.	21
Абдыхальков С.Д., Евстифеев Ю.Г., Новикова А.Г., Редков В.В., Фаизов К.Ш. Единый систематический список и диагностика почв равнинной территории Казахстана.	36
Паракшия Ю.П., Паракшина Э.М. Использование данных о структуре почвенного покрова в целях картирования солонцовых территорий.	43
Пачигина Л.И., Колесникова Н.Т. Закономерности формирования почвенного покрова в междуречье Талас - Асса.	48
Жыгайлов В.В. Особенности почвозащитного земледелия Юга и Юго-Востока Казахстана.	55
Хабирова Н.И., Уразумбетов Э.С. Осадки как фактор развития водной эрозии почв Заилийского Алатау.	63
Иорганский А.И., Ордабаев С.И. Водная эрозия на склонах и меры борьбы с ней.	66
Бейсеева Г.Б. Изменение водно-физических свойств лесовидных суглинков в процессе биологической рекультивации.	71
Андрейчук А.Л. Влияние генетических свойств на структуру и плодородие почвы.	77
Аханов Ж.У., Сергеева Р.М., Аксенова Л.Б. Микробиологическая характеристика болотных почв юга Казахстана.	81
Халитова В.С., Сергеенко В.А., Киреев А.К. Влияние обработки почвы на биологическую активность богарных сероземов.	89
Чулаков Ш.А., Султангазина К.К., Насыров Р.М., Тангбат Тхань. Микробный фон вертикальной поясности Кетменского хребта.	97

Адамбекова Г.Т., Чулаков Ш.А. Роль целлюлозоразлагающих микроорганизмов в экосистеме и действие обработки почвы на их жизнедеятельность.	102
Танг Фат Тхань <i>Azospirillum Lipoferum</i> в каштановых почвах Алма-Атинской области	108
Рефераты	110

ПЛОДОРДИЕ ПОЧВ КАЗАХСТАНА

Выпуск I

Утверждено к печати Ученым советом
Института почвоведения
Академии наук Казахской ССР

Рецензенты:

кандидаты сельскохозяйственных наук В.А.Бобров,
К.Ш.Фаизов

Зав.редакцией Н.Л.Селиванова

Редактор Г.А.Еремеева

Оформление художника Н.Ф.Чурсина

Корректор С.И.Осколкова

ИБ № 2067

Подписано в печать 4.06.85, УГ II080

Формат 60x84¹/16. Бум.тип. № 2

Офсетная печать. Усл.п.л. 6,8

Усл.п.кр.-отт. 6,8. Уч.-изд.л. 7

Тираж 500. Заказ 137. Цена I р. 10 к.

Издательство "Наука" Казахской ССР

480100, г.Алма-Ата, ул.Пушкина, III/III3

Типография издательства "Наука" Казахской ССР

480021, г.Алма-Ата, ул.Шевченко, 28