

АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.43

В.Л. Татаринцев,
Л.М. Татаринцев

ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОПОЧВ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕКСТУРЫ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Введение

Физические и гидрофизические свойства основных пахотных почв Алтайского Приобья изучены сравнительно неплохо и широко используются в практике проектирования объектов мелиоративного строительства. Однако все расчёты производятся по данным так называемых «типичных площадок», не имеющих статистического обоснования. Между тем в пределах класса почв по гранулометрическому составу физические и гидрофизические свойства имеют высокую пространственную изменчивость, очень часто с широким размахом варьирования. Это было показано Л.М. Татаринцевым (1993, 2005). Исследования В.Л. Татаринцева (1998, 2004) подтверждают значительное варьирование свойств в пределах разновидности почв по гранулометрическому составу. Проведённые исследования касались только пахотного горизонта. Для мелиоративной и агрофизической оценки почв необходимы данные по всему генетическому профилю.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования стали чернозёмы обыкновенные и выщелоченные колючной степи Алтайского края четырёх разновидностей: крупнопылевато-песчаные, песчано-крупнопылеватые, иловато-крупнопылеватые и пылеватые, различающиеся соотношением фракций гранулометрического состава, в частности, песка, крупной пыли, суммы средней и мелкой пыли, ила. Такое соотношение гранулометрических фракций элементар-

ных почвенных частиц (ЭПЧ) Н.А. Качинский (1958) называл разновидностью почв, В.П. Панфилов (1973) и В.Л. Татаринцев (1998) – структурой, И.В. Михеева (2001) – формулой, а Е.В. Шеин (2006) – текстурой гранулометрического состава. В дальнейшем можно использовать все понятия как синонимы. Гранулометрический состав агропочв изучен методом Н.А. Качинского (1958). Физические и воднофизические свойства определяли по методам, описанным в пособии А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной (1986). Сравнительная оценка физических и гидрофизических свойств почв с разной текстурой гранулометрического состава проведена методами вариационной статистики (Доспехов, 1979; Плохинский, 1970 и др.).

Результаты и их обсуждение

В подзоне встречаются почвы трёх классов гранулометрического состава легко-, средне- и тяжелосуглинистые. Легко- и тяжелосуглинистые почвы имеют крайне ограниченное распространение среди агропочв. Поэтому специфику физических и гидрофизических свойств разновидностей почв колючной степи дадим на примере класса среднесуглинистых почв. Чернозёмы обыкновенные и выщелоченные, являющиеся главными представителями почв подзоны, составляющие основу пахотных земель, чаще всего имеют крупнопылевато-песчаный, песчано-крупнопылеватый и иловато-крупнопылеватый гранулометрический состав. Значительно реже распространены пылеватые почвы. Характеристика названных

текстур гранулометрического состава представлена в таблице 1.

Из материалов следует, что подтипы чернозёмов колючей степи одинаковы по текстуре гранулометрического состава. В исследуемом ряду разновидностей (крупнопылевато-песчаные, песчано-крупнопылеватые, иловато-крупнопылеватые и пылеватые) уменьшается среднее содержание песчаных частиц с 29-43 до 2-12%, одновременно увеличивается среднее содержание крупной пыли с 24-28 до 44-57%. Также растёт количество физической глины с 35 до 41%. Разница между

разновидностями по содержанию илистой фракции не превышает 3-5%. Самым высоким содержанием ила отличаются иловато-крупнопылеватые разновидности и иллювиальные генетические горизонты почв. Оценка существенности разности выборочных средних показала на различие разновидностей по содержанию песчаных частиц и крупной пыли ($HCP_{05} < d$). По содержанию средней, мелкой пыли и ила различия между разновидностями не всегда доказываются величиной HCP_{05} .

Таблица 1

Среднее содержание фракций ЭПЧ в зависимости от текстуры гранулометрического состава

Разновидность почвы	Горизонт	Содержание фракций, %; размер, мм				
		1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,001	< 0,001	< 0,01
Чернозёмы выщелоченные						
Крупнопылевато-песчаные	A _{пах}	36,9	26,1	14,9	19,4	34,3
	AB	36,6	26,9	13,3	21,2	34,5
	B	34,8	27,6	12,8	23,4	36,2
	C _к	33,0	28,3	14,5	23,4	37,9
Песчано-крупнопылеватые	A _{пах}	25,7	34,3	16,5	21,0	37,5
	AB	24,4	36,6	16,7	20,1	36,8
	B	25,0	35,6	14,2	21,3	35,5
	C _к	23,2	38,5	13,1	19,7	32,8
Иловато-крупнопылеватые	A _{пах}	16,1	41,8	16,4	19,7	36,1
	AB	16,9	40,8	16,8	24,0	40,8
	B	17,0	40,5	11,8	25,9	37,7
	C _к	11,2	41,6	14,3	23,0	37,9
Пылеватые	A _{пах}	12,6	53,7	16,4	24,9	41,3
	AB	10,6	45,4	21,9	19,2	41,1
	B	10,5	47,0	21,1	20,8	41,9
	C _к	11,8	43,6	23,0	18,3	41,3
Чернозёмы обыкновенные						
Крупнопылевато-песчаные	A _{пах}	39,5	24,7	15,1	19,3	34,4
	AB	39,6	25,6	13,2	20,9	34,1
	B	29,0	24,5	16,5	24,6	41,1
	C _к	42,8	26,5	10,6	20,6	30,7
Песчано-крупнопылеватые	A _{пах}	25,4	34,7	18,2	18,2	36,4
	AB	23,5	36,0	15,8	21,0	36,8
	B	25,7	35,1	17,0	16,9	33,9
	C _к	24,8	38,5	14,6	17,2	31,8
Иловато-крупнопылеватые	A _{пах}	22,6	34,8	16,3	24,0	40,3
	AB	16,7	45,5	14,7	24,0	38,7
	B	12,9	45,1	13,0	23,8	36,8
	C _к	13,6	42,5	12,7	22,4	35,1
Пылеватые	A _{пах}	7,7	48,6	23,6	17,9	40,6
	AB	6,1	50,8	19,5	20,0	39,5
	B	2,5	57,2	17,1	24,2	41,3
	C _к	2,6	52,0	10,5	24,0	31,5

Чернозёмы обыкновенные по сравнению с чернозёмами выщелоченными содержат больше крупной пыли и меньше средней, мелкой пыли и ила. Различия обусловлены местоположением подтипов на местности, а вследствие этого – разной интенсивностью седиментогенеза пылеватых частиц на наветренных (с чернозёмами обыкновенными) и подветренных (с чернозёмами выщелоченными) склонах. Некоторое повышение количества ила в чернозёмах выщелоченных обусловлено его накоплением в процессе почвообразования. Кроме того, чернозёмы обыкновенные отличаются от чернозёмов выщелоченных более резкой тенденцией по снижению фракции песка и повышению содержания крупной пыли.

Среднеарифметические величины физических и водно-физических свойств представлены в таблице 2. Из данных следует, что по мере нарастания степени дисперсности почвенных частиц, то есть от крупнопылевато-песчаной разновидности почв к иловато-крупнопылевой, в чернозёмах выщелоченных колючей степи уменьшается плотность почвы, увеличиваются общая порозность, порозность аэрации, максимальная гигроскопическая влага (МГ), водоудерживающая способность (НВ) и коэффициент впитывания. В указанном ряду разновидностей плотность почвы уменьшается на 10%, общая порозность и порозность аэрации увеличиваются на 7-10%, а МГ и НВ – на 15 и 13% соответственно. Изменение физических и водно-физических свойств обусловлено ростом микро- и макроагрегированности (Татаринцев В.Л., 2004), приводящих к росту общего объёма пор, пор аэрации, повышению водоудерживающей способности и скорости впитывания за первый час наблюдения.

Плотность твёрдой фазы всех разновидностей чернозёмов выщелоченных, в среднем для профиля, относительно постоянная величина. В то же время по горизонтам АВ, В и даже С_к по мере движения от крупнопылевато-песчаных почв к иловато-крупнопылевым достаточно отчетливо просматривается тенденция к росту величин плотности твёрдой фазы.

Существенные различия выборочных средних плотности исследуемых разновидностей наблюдаются в горизонтах АВ и С_к. Горизонт В иловато-крупнопылеватых выщелоченных чернозёмов рыхлее, чем песчано-крупнопылеватых. По плотности

твёрдой фазы различия между крупнопылевато-песчаными и песчано-крупнопылевыми разновидностями обнаружены в пахотном и иллювиальном горизонтах ($HCP_{05} < d$). Разница средних величин МГ существенна для крупнопылевато-песчаных и песчано-крупнопылеватых разновидностей во всех горизонтах выше почвообразующей породы. В горизонте существенные различия установлены между всеми разновидностями. Песчано-крупнопылеватые и иловато-крупнопылеватые разновидности существенно различаются по величине предельной полевой влагоёмкости во всех горизонтах кроме подпахотного АВ.

Доказуемое различие крупнопылевато-песчаных и песчано-крупнопылеватых чернозёмов установлено в горизонтах АВ и В. Песчано-крупнопылеватые чернозёмы выщелоченные колючей степи отличаются от других разновидностей того же подтипа по коэффициенту впитывания. При сравнении эмпирических кривых между разновидностями различия не установлены.

В исследуемом ряду разновидностей чернозёмов обыкновенных в отличие от чернозёмов выщелоченных плотность горизонтов почвы растёт. Исключением является только горизонт В. Рост плотности чернозёмов обыкновенных по мере нарастания дисперсности почв обусловлен ростом потерь влаги на испарение, приводящих к иссушению почвенного профиля, а вследствие этого – большей усадке и уплотнению. Также отмечается повышение величин МГ и НВ и коэффициента впитывания. При этом плотность почвы повышается на 5%, МГ – на 17, НВ – на 9, а коэффициент впитывания – на 45%. Снижение порозности общей и порозности аэрации, соответственно, происходит на 13-30%. Такие свойства, как общая порозность и порозность аэрации в исследуемом ряду разновидностей чернозёмов обыкновенных изменяются быстрее, чем в чернозёмах выщелоченных, остальные свойства – наоборот, медленнее.

Все разновидности чернозёмов обыкновенных различаются по плотности почвы, плотности твёрдой фазы почвы в горизонте АВ ($HCP_{05} < d$). Пахотный горизонт иловато-крупнопылеватых чернозёмов оказывается более плотным по сравнению с песчано-крупнопылевыми. Доказанное различие крупнопылевато-пес-

чанных и иловато-крупнопылеватых чернозёмов установлено в горизонте С_к. По величине МГ все разновидности имеют различия в горизонте В. Крупнопылевато-песчаные и песчано-крупнопылеватые чернозёмы существенно различаются по величине МГ в пахотном горизонте. Пахотный горизонт песчано-крупнопылеватых чернозёмов имеет самую высокую величину НВ по сравнению с другими разновидностями. Также по величине МГ различны крупнопылевато-песчаные и песчано-крупнопылеватые чернозёмы в горизонтах АВ и В. По эмпирическим кри-

вым распределения величин различия не выявлены ($d < 1,36$) вследствие недостаточной численности выборок.

Сравнительная оценка изменения физических и водно-физических свойств чернозёмов колючей степи по почвенным профилям сделана на основе коэффициентов изменения, рассчитанных как отношение величины свойства в любом горизонте к величине этого свойства в почвообразующей породе (Милановский, 2006). Коэффициенты изменения физических свойств представлены в таблице 3.

Таблица 2

Физические и водно-физические свойства почв колючей степи в зависимости от разновидности (средние данные)

Разновидность	Горизонт	Плотность почв г/см ³	Плотность твёрдой фазы	Порозность, % объёма		% массы		K _в , мм/мин.
				общ.	аэрац.	МГ	НВ	
Чернозёмы выщелоченные								
Крупнопылевато-песчаные	A _{пах}	1,12	2,47	54,7	23,1	6,1	29,2	1,30
	AB	1,35	2,51	46,2	21,3	5,4	20,2	–
	B	1,39	2,54	45,3	21,6	5,2	18,9	1,32
	C _к	1,40	2,64	47,0	21,5	4,7	18,2	–
Песчано-крупнопылеватые	A _{пах}	1,11	2,52	56,0	26,8	6,8	28,1	1,48
	AB	1,25	2,57	50,6	20,2	6,5	26,7	–
	B	1,39	2,57	45,9	19,0	5,5	20,8	1,93
	C _к	1,49	2,60	42,7	19,0	5,4	17,7	–
Иловато-крупнопылеватые	A _{пах}	1,09	2,50	56,4	23,2	6,6	32,4	2,60
	AB	1,19	2,55	53,3	23,0	6,2	27,7	–
	B	1,29	2,58	50,0	23,9	6,3	22,7	1,47
	C _к	1,44	2,64	45,5	23,0	5,4	17,3	–
Пылеватые	A _{пах}	1,06	2,48	57,3	26,0	5,9	30,8	1,06
	AB	1,20	2,57	53,3	24,5	6,7	26,5	–
	B	1,30	2,54	48,8	24,6	6,6	20,8	0,81
	C _к	1,39	2,62	46,9	21,5	5,5	20,4	–
Чернозёмы обыкновенные								
Крупнопылевато-песчаные	A _{пах}	1,13	2,54	55,5	26,0	5,6	27,9	1,19
	AB	1,17	2,50	53,2	28,6	5,9	22,7	–
	B	1,45	2,68	45,9	19,8	5,9	19,4	1,50
	C _к	1,47	2,66	44,7	22,3	4,3	16,6	–
Песчано-крупнопылеватые	A _{пах}	1,16	2,53	54,1	22,5	6,3	29,0	1,66
	AB	1,25	2,59	51,7	21,4	6,1	25,8	–
	B	1,41	2,66	47,0	19,2	6,5	21,1	1,56
	C _к	1,50	2,65	43,4	19,6	4,8	17,2	–
Иловато-крупнопылеватые	A _{пах}	1,25	2,56	51,2	19,7	6,1	26,8	1,26
	AB	1,34	2,54	47,2	17,7	5,8	23,5	–
	B	1,37	2,61	47,5	19,1	5,8	22,2	1,78
	C _к	1,50	2,61	42,5	18,0	5,0	17,7	–
Пылеватые	A _{пах}	1,24	2,45	50,0	19,5	7,0	27,0	2,20
	AB	1,36	2,51	45,8	19,6	7,0	26,8	–
	B	1,39	2,59	46,3	17,7	6,4	22,0	1,70
	C _к	1,48	2,63	43,7	18,0	4,8	18,7	–

Коэффициенты изменения физических и водно-физических свойств чернозёмов колючей степи

Горизонт	Плотность*			Плотность твёрдой фазы			МГ			НВ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Чернозёмы выщелоченные												
A _{пах}	0,80	0,78	0,76	0,94	0,97	0,95	1,30	1,26	1,22	1,60	1,59	1,87
AB	0,94	0,84	0,83	0,95	0,97	0,97	1,15	1,20	1,15	1,11	1,51	1,60
B	0,99	0,33	0,90	0,96	0,99	0,98	1,11	1,02	1,17	1,04	1,17	1,31
C _к	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Чернозёмы обыкновенные												
A _{пах}	0,78	0,77	0,83	0,95	0,95	0,98	1,30	1,31	1,22	1,68	1,69	1,51
AB	0,80	0,83	0,89	0,94	0,98	0,97	1,37	1,27	1,16	1,37	1,50	1,33
B	0,99	0,94	0,91	1,01	1,00	1,00	1,37	1,36	1,16	1,17	1,23	1,25
C _к	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

* 1 – крупнопылевато-песчаные; 2 – песчано-крупнопылеватые; 3 – иловато-крупнопылеватые.

Судя по коэффициентам, плотность пахотного горизонта по отношению к породе в чернозёме обыкновенном уменьшается на 17-23%. Это меньше, чем в чернозёмах выщелоченных на 2-7%. Во всех генетических горизонтах чернозёмов выщелоченных, коэффициент изменения плотности указывает на повышение степени изменения параметра от крупнопылевато-песчаных почв к иловато-крупнопылеватым. Та же закономерность сохраняется в иллювиальном горизонте чернозёмов обыкновенных. В вышележащих горизонтах (A_{пах} и AB) по мере движения от крупнопылевато-песчаных чернозёмов к иловато-крупнопылеватым степень изменения плотности, наоборот, уменьшается, что мы полагаем, обусловлено повышением аридности почвообразования на инсолируемых склонах, где получили развитие чернозёмы обыкновенные. Очевидно, иловато-крупнопылеватые чернозёмы в этих условиях испытывают большее иссушение, чем другие более грубодисперсные разновидности, а, следовательно, большую усадку и уплотнение. По этой причине в результате почвообразования наблюдается меньшее разуплотнение, чем в других разновидностях чернозёмов. Изменение плотности твёрдой фазы также уменьшается от крупнопылевато-песчаных чернозёмов к иловато-крупнопылеватым. В чернозёмах выщелоченных плотность твёрдой фазы изменя-

ется на большую глубину, чем в чернозёмах обыкновенных. Это обусловлено более интенсивным выветриванием минералов в чернозёмах выщелоченных.

Степень изменения МГ и НВ увеличивается снизу вверх. Сходство коэффициентов в пахотном горизонте чернозёмов колючей степи указывает на одинаковую степень изменения МГ. Причём в этом горизонте степень изменения МГ уменьшается от крупнопылевато-песчаных разновидностей к иловато-крупнопылеватым. В подпахотных горизонтах AB и B чернозёмов обыкновенных степень изменения МГ выше, чем в тех же горизонтах чернозёмов выщелоченных. Уменьшение степени накопления адсорбированной влаги в выщелоченных чернозёмах может свидетельствовать о преобладании процессов выщелачивания, приводящих к снижению коэффициентов изменения МГ. В чернозёмах обыкновенных сильнее выражены процессы накопления (аккумуляции) гумуса и ослаблены процессы выноса минеральных веществ, например, железа, алюминия, карбонатов. В чернозёмах выщелоченных приращение величины НВ увеличивается снизу вверх и от крупнопылевато-песчаных почв к иловато-крупнопылеватым. При этом степень приращения НВ в крупнопылевато-песчаных чернозёмах затрагивает горизонт А, песчано-крупнопылеватых – горизонты А и АВ и иловато-крупнопылеватых – три

верхних горизонта (А, АВ и В). В связи с этим лучшие условия влагообеспеченности растений складываются в чернозёмах выщелоченных иловато-крупнопылеватых, а худшие – в чернозёмах крупнопылевато-песчаных. В чернозёмах обыкновенных растения лучше обеспечены влагой при песчано-крупнопылеватом гранулометрическом составе, гораздо хуже – в крупнопылевато-песчаных почвах в силу большей опесчаненности профиля и иловато-крупнопылеватых по причине большей плотности верхних горизонтов. В целом степень приращения величины НВ находится в полном соответствии с изменением плотности горизонтов.

Выводы

1. В границах колючей степи выявлены крупнопылевато-песчаные, песчано-крупнопылеватые, иловато-крупнопылеватые и пылеватые разновидности. В указанном ряду разновидностей слева направо уменьшается среднее содержание песка, растёт количество крупной пыли. В чернозёмах выщелоченных увеличивается количество средней и мелкой пыли. Также в исследуемых подтипах чернозёмов колючей степи повышается количество физической глины. В исследуемом ряду разновидностей чернозёмов выщелоченных снижение количества песка и повышение количества крупной пыли происходят медленнее, чем в чернозёмах обыкновенных.

2. В чернозёмах выщелоченных по мере движения от грубодисперсных крупнопылевато-песчаных разновидностей к тонкодисперсным иловато-крупнопылевым и пылевым уменьшается плотность почвы и увеличиваются все другие свойства. Тогда как в чернозёмах обыкновенных растут плотность почвы и водно-физические свойства (МГ, НВ, коэффициент впитывания), уменьшаются, соответственно, общая пористость и порозность аэрации. Лучшие почвенно-физические условия складываются в чернозёмах выщелоченных, а худшие – в чернозёмах обыкновенных. В свою очередь, в чернозёмах выщелоченных лучшие физические свой-

ства отмечаются в иловато-крупнопылеватых, а в чернозёмах обыкновенных – наоборот, в крупнопылевато-песчаных.

Библиографический список

1. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. М.: Агропромиздат, 1986. 415 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М.: Колос, 1979. 416 с.
3. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почв, методы его изучения / Н.А. Качинский. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 192 с.
4. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества как система гидрофобно-гидрофильных соединений: автореф. дис. д-ра биол. наук / Е.Ю. Милановский. М., 2006. 94 с.
5. Михеева И.В. Вероятностно-статистические модели свойств почв / И.В. Михеева. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 200 с.
6. Панфилов В.П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи / В.П. Панфилов. Новосибирск: Наука СО, 1973. 259 с.
7. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. М.: Изд-во МГУ 1970. 367 с.
8. Татаринцев В.Л. Структура гранулометрического состава и её влияние на физическое состояние пахотных почв Алтайского Приобья: дис. канд. с.-х. наук / В.Л. Татаринцев. Барнаул, 1998. 185 с.
9. Татаринцев В.Л. Структура гранулометрического состава и её влияние на физическое состояние пахотных почв Алтайского Приобья: монография / В.Л. Татаринцев. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. 179 с.
10. Татаринцев Л.М. Физическое состояние пахотных почв юга Западной Сибири: монография / Л.М. Татаринцев. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. 300 с.
11. Шеин Е.В. Агрофизика / Е.В. Шеин, В.М. Гончаров. Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. 400 с.

