

АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.4

В.Л. Татаринцев,
Л.М. Татаринцев,
В.А. Рассыпнов

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ И ЕГО АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Ключевые слова: гранулометрический состав, гранулометрия, агроэкологическая оценка, классы и разновидности почв, мероприятия по сохранению плодородия почв, физические свойства почв, соотношение гранулометрических фракций.

Введение

Уровень производства сельскохозяйственной продукции обуславливают многие экологические факторы, среди которых особое место принадлежит почвам. Потенциальные возможности культурных растений во многом зависят от почвенно-физических условий и, в частности, гранулометрического состава. Гранулометрический состав, являющийся «базовым свойством» почвы, существенно изменяет экологические факторы жизни растений и в особенности культурных. Первая попытка связать гранулометрический состав с потенциальным плодородием принадлежит Н.А. Качинскому, который провёл балльную оценку гранулометрического состава почв. Позднее В.Ф. Вальков сделал группировку растений по отношению к гранулометрическому составу. Однако количественной оценки экологической роли этого базового свойства почвы пока не проведено. Поэтому исследования по количественной оценке экологической роли гранулометрического состава актуальны, теоретически и практически значимы, именно это и явилось целью настоящего научного исследования.

Объекты и методы исследования

Натурные исследования физических свойств агропочв Алтайского Приобья с целью решения экологических проблем начались в 1980 г. [1].

Полевые исследования охватывали территорию предалтайских равнин, включая Кулундинскую низменность (депрессию) с вы-

сотами над уровнем моря 100-110 м, Приобское плато и Бие-Чумышскую возвышенность (120-300 м), а также Присалаирье и предгорную равнину, предгорья и низкогорья Алтая (300-600 м и выше). В пределах Кулундинской низменности расположена сухая степь с каштановыми почвами. Приобское плато лежит в границах засушливой, умеренно засушливой и колючей степей, в которых сформировались чернозёмы южные, обыкновенные и выщелоченные. В рамках Бие-Чумышской возвышенности и Каменско-Чумышского Присалаирья раскинулась лесостепная зона (средняя лесостепь, северная лесостепь Присалаирья) с чернозёмами выщелоченными, оподзоленными и серыми лесными почвами. Предалтайскую предгорную равнину, предгорья и низкогорья Алтая занимает луговая степь с чернозёмами обыкновенными, выщелоченными и оподзоленными.

В наших исследованиях широко применялся системный подход. Согласно этому подходу почва рассматривалась как самостоятельная природная система, обладающая многоуровневой иерархической организацией. Наши исследования касаются текстурного уровня, уровней почвенного горизонта и почвенного профиля (педона). В пределах этих уровней идёт сравнение соотношения фракций.

На всех уровнях организации почвы применяли морфологические методы, необходимые при полевой диагностике объектов, генетическом «прочтении» почвенного профиля, отборе почвенных образцов для разнообразной аналитической обработки. На основе морфологических исследований отбирали ключевые площадки и точки для стационарного изучения физических свойств. С учётом морфологических признаков устанавливали классификационную (тип, подтип, род, разновидность) принадлежность исследуемых объектов [2]. Для интерпретации

полученных результатов использовали сравнительный метод.

Для анализа гранулометрического состава брали методы прямого изучения (метод пипетки). Изучение физических и водно-физических свойств проведено по методам, описанным в методическом руководстве А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной. При изучении пространственной неоднородности соотношения гранулометрических фракций, физических свойств, определении границ и степени варьирования применяли методы вариационной статистики. В математическую обработку включено более 500 разрезов, заложенных в различных широтных зонах. Агроэкологическая оценка гранулометрического состава осуществлена в зависимости от класса почв по гранулометрическому составу и разновидности, или соотношения гранулометрических фракций.

Результаты и их обсуждение

С точки зрения физики, почва – гетерогенная многофазная система с определёнными условиями на верхней и нижней её границах, обладающая свойствами аккумулировать, проводить и трансформировать вещества и энергию. Эти процессы лежат в основе осуществления почвой её основных функций в биосфере. К таким функциям относятся [3]: 1) создание биологической продукции; 2) качество окружающей среды в отношении здоровья растений и животных (человека); 3) сохранение и поддержание биоразнообразия. Задача авторов статьи количественно оценить влияние гранулометрического состава на экологические функции агропочв Алтайского Приобья.

На территории предальтайских равнин среди агропочв встречается пять классов: супесчаные (сп), легко – (л), средне – (с) и

тяжелосуглинистые (т), а также глинистые (г). Среднее количество физической глины от почв супесчаного гранулометрического состава до почв глинистого состава возрастает с 15-16 до 62-65%.

Среднее количество песка (частиц 1-0,05 мм) от класса супесчаных почв к классу тяжелосуглинистых уменьшается в 6-7 раз (рис.), к классу глинистых – в 10-13 раз, в горизонте В – даже в 17 раз. Содержание крупной пыли (0,05-0,01 мм) от супесчаных почв к средне- и тяжелосуглинистым увеличивается в 4-5 раз, затем в глинистых почвах доля крупной пыли снижается в 1,2-1,4 раза по сравнению со среднесуглинистыми почвами. Количество средней и мелкой пыли (0,01-0,001 мм) растёт с 5-10 до 35-40%, количество илистой фракции – с 9-10 до 30-36%, или в 3-4 раза.

Среди супесчаных и легкосуглинистых почв широкое распространение получили иловато-песчаные, пылевато-песчаные, крупнопылевато-песчаные разновидности. В легкосуглинистых почвах, кроме вышеназванных, выделена песчано-крупнопылеватая разновидность. В классе среднесуглинистых наряду с отмеченными разновидностями встречаются ещё иловато-крупнопылеватые и иловато-пылеватые. В классе тяжелосуглинистых почв выявлены иловато-пылеватые, пылеватые, иловато-крупнопылеватые и крупнопылевато-иловатые разновидности. Среди глинистых почв обнаруживаются разновидности, встречающиеся в классе тяжелосуглинистых почв, а также пылевато-иловатые.

Сравнение разновидностей почв по содержанию гранулометрических фракций проведено на примере каштановых среднесуглинистых почв сухой степи (табл. 1).

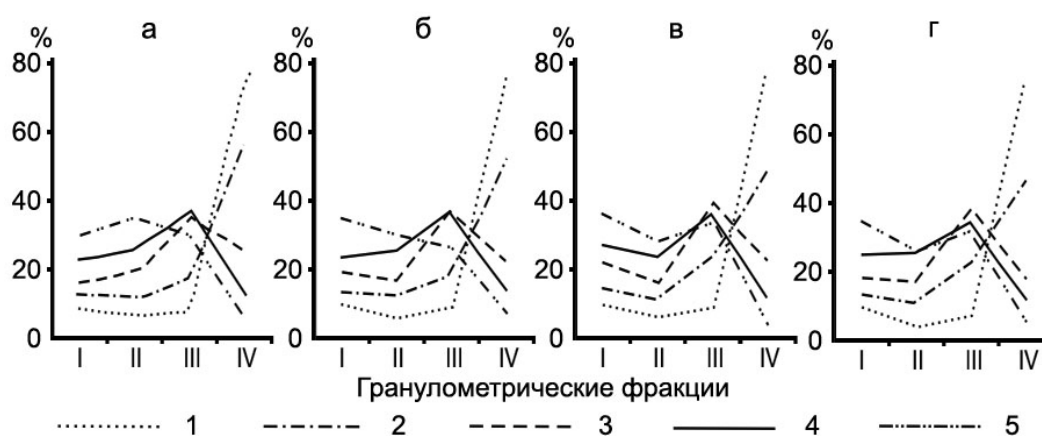


Рис. Среднее содержание гранулометрических фракций (I – частицы <0,001 мм, II – 0,01-0,001 мм, III – 0,05-0,01 мм, IV – 1-0,05 мм) в супесчаных (1), легкосуглинистых (2), среднесуглинистых (3), тяжелосуглинистых (4) и глинистых (5): а – гор. А_{нах}, б – гор. В₁, в – гор. В (В₂), г – гор. С_к

Среднее содержание гранулометрических фракций по разновидностям каштановых среднесуглинистых почв (пахотный горизонт)

Фракции	Наименование разновидностей				
	иловато-песчаные	крупнопыле-вато-песчаные	песчано-крупно-пылеватые	песчано-пылеватые	НСР ₀₅ *
1-0,05 мм, %	48,8	36,1	30,8	27,0	3,3
0,05-0,01 мм, %	11,9	24,4	33,3	28,6	4,4
0,01-0,001 мм, %	16,3	19,5	16,2	30,0	2,6
<0,001 мм, %	23,0	20,0	19,7	14,4	2,4
<0,01 мм, %	39,3	39,5	35,9	44,4	2,4

* НСР₀₅ – наименьшая существенная разность при P=95%.

В сравниваемом ряду разновидностей средневзвешенный эффективный диаметр частиц уменьшается, а удельная поверхность растёт слева направо. Как видно, по мере уменьшения эффективного диаметра частиц содержание песчаных фракций и ила убывает, в то же время количество пылеватых частиц возрастает [4, 5]. В большинстве случаев различия между разновидностями по содержанию гранулометрических фракций существенны (НСР₀₅<d). Средние величины физических и водно-физических свойств пахотного горизонта в зависимости от класса представлены в таблице 2.

Основное свойство почвы – плотность, уменьшается на 0,44 г/см³, или в 1,43 раза от почв супесчаного гранулометрического состава до почв глинистого состава. Одновременно увеличиваются общая порозность, отношение общего объёма пор в почве к объёму твёрдой фазы, удельный объём пор почвы, что составляет, соответственно, 0,17 см³/см³, 0,75 и 0,29 см³/г. При этом существенно изменяется соотношение пор, занятых водой и воздухом. Объём пор, занятых влагой, при увлажнении до наимень-

шей влагоёмкости растёт на 14-15%, при одновременном уменьшении объёма пор, занятых воздухом, на ту же величину. Соотношение между объёмом пор, занятых водой и воздухом, в супесчаных и легкосуглинистых почвах находится в оптimumе, т.е. на объёмы пор, занятых водой и воздухом, приходится по 50% от общего объёма пор почвы. В более тяжёлых почвах это отношение очень сильно отклоняется от оптимального. Объём пор, занятых водой, в 1,6-2,0 раза больше, чем объём пор, занятых воздухом.

В существующем диапазоне плотности пахотного горизонта урожайность яровой пшеницы может колебаться от 0,3 до 5,5 т/га. Оптимум, по данным Л.М. Татаринцева [6], для суглинистых почв находится в области 1,10-1,25 г/см³. В оптимальном диапазоне урожайность яровой пшеницы составляет в колючей степи 1,2-2,4 т/га, луговой степи – 3,9-5,3 и лесостепи – 2,1-3,6 т/га. Уплотнение пахотного горизонта на 0,01 г/см³ сопровождается потерей 0,8-1,0 ц/га зерна.

Таблица 2

Средние величины физических и водно-физических свойств почвы (A_{пах}) в зависимости от класса

Свойства	Классы почв				
	1*	2	3	4	5
Плотность твёрдой фазы, г/см ³	2,62	2,56	2,52	2,58	2,54
Плотность почвы, г/см ³	1,49	1,29	1,20	1,03	1,05
Порозность общая, % объёма	43,0	50,0	52,0	60,0	59,0
Коэффициент пористости	0,75	1,00	1,08	1,50	1,44
Удельный объём пор почвы, см ³ /г	0,29	0,38	0,44	0,58	0,56
Порозность аэрации, % объёма	22,0	26,0	18,5	22,7	20,0
Порозность, занятая водой при НВ, % общего объёма пор	51,2	48,0	64,4	62,2	66,4
Порозность аэрации, % общего объёма пор	48,8	52,0	35,6	37,8	33,6
Наименьшая влагоёмкость, % массы	13,8	18,6	27,9	36,2	37,3
Влажность завядания, % массы	3,4	6,3	8,4	13,5	13,4
Коэффициент впитывания, мм/мин.	1,82	1,58	1,58	4,00	4,34

* 1 – супесчаные; 2 – легкосуглинистые; 3 – среднесуглинистые; 4 – тяжелосуглинистые; 5 – глинистые.

Физические и водно-физические свойства каштановых среднесуглинистых почв в зависимости от разновидности

Свойства	Разновидности				НСР ₀₅
	1	2	3	4	
Удельная поверхность, м ² /г	139	149	170	169	15,0
Содержание гумуса, %	3,0	4,1	4,9	5,6	0,3
Содержание истинных микроагрегатов 0,25-0,01 мм, %	13,0	16,7	18,9	24,5	3,0
Содержание водопрочных агрегатов 5-0,25 мм, %	17,9	17,0	26,6	33,8	4,6
Плотность твёрдой фазы, г/см ³	2,58	2,53	2,50	2,55	0,03
Плотность почвы, г/см ³	1,29	1,18	1,13	1,16	0,06
Плотность общая, % объёма	49,3	53,3	54,8	54,5	1,8
Коэффициент пористости	0,97	1,14	1,21	1,20	–
Удельный объём пор почвы, см ³ /г	0,39	0,45	0,49	0,47	–
Порозность аэрации, % объёма	19,1	19,4	20,2	29,7	2,4
Порозность, занятая водой при НВ, % общ. объёма пор	61,3	63,6	63,1	45,5	–
Порозность аэрации, % общ. объёма пор	38,7	36,4	36,9	54,5	–
Наименьшая влагоёмкость, % массы	23,4	28,7	30,6	21,4	1,8
Влажность завядания, % массы	7,4	7,8	9,2	8,6	0,5
Коэффициент впитывания, мм/мин.	1,27	1,19	1,14	1,36	0,24
Коэффициент фильтрации, мм/мин.	1,16	0,66	0,92	0,97	0,16

* 1 – иловато-песчаные; 2 – крупнопылевато-песчаные; 3 – песчано-крупнопылеватые; 4 – песчано-пылеватые.

По мере утяжеления гранулометрического состава (супесчаные → глинистые) увеличиваются количество адсорбированной влаги и водоудерживающая способность. Величина влажности завядания возрастает в 3,9 раза, а водоудерживающая способность – в 2,7 раза. Запас продуктивной влаги в слое 0-100 см супесчаных почв составляет 70-130 мм, тяжелосуглинистых и глинистых – 230-240 мм. Если учесть, что на получение 1 ц/га зерна требуется 10 мм влаги [7], то за счёт почвенной влаги можно получить 0,7-2,4 т/га зерна яровой пшеницы мягких сортов. Остальная часть урожая (см. выше) обеспечивается за счёт атмосферных осадков, выпадающих в течение вегетационного периода.

Колебания параметров почвенно-физических свойств и биологической продуктивности почвы в границах класса определяется соотношением гранулометрических фракций. Для подтверждения этой мысли приведём результаты исследования физических и водно-физических свойств каштановых среднесуглинистых почв в зависимости от разновидности (табл. 3).

Сформировавшийся комплекс почвенно-физических условий каштановых среднесуглинистых почв в зависимости от текстуры гранулометрического состава обеспечивает урожайность яровой пшеницы от 0,9 до 1,8 т/га [8]. При благоприятном сочетании погодных условий урожайность может дос-

тигать 2,7 т/га (например, в 1972 г.), при неблагоприятном – 0,4-0,6 т/га. Уплотнение пахотного слоя на 0,01 г/см³ и синхронное изменение водно-воздушного режима каштановых среднесуглинистых почв сопровождаются потерей 50-60 кг урожая зерновых [9]. В зависимости от текстуры гранулометрического состава в слое 0-100 см почвы накапливается от 110 до 170 мм влаги. Эта разница в запасе влаги позволяет дополнительно получить 0,6 т/га зерна.

Из материалов следует, что физические условия жизни растений, а именно урожайность яровой пшеницы, очень сильно зависят от класса почв по гранулометрическому составу. Урожайность яровой пшеницы на глинистых почвах в 3-4 раза выше, чем на супесчаных. Меньшее влияние на урожайность яровой пшеницы оказывает разновидность почвы, выделяемая по соотношению гранулометрических фракций. В классе среднесуглинистых почв каштановые иловато-песчаные разновидности дают на 0,6 т/га яровой пшеницы меньше, чем песчано-пылеватые. В ряду разновидностей (илогато-песчаные) крупнопылевато-песчаные, песчано-крупнопылеватые, песчано-пылеватые урожайность растёт слева направо. Разница между разновидностями составляет почти 0,2 т/га. Различия доказываются при 95%-ном уровне вероятности (НСР₀₅<d).

Заключение

Из вышеизложенного следует, что качество окружающей среды для жизни растений повышается от территорий, на которых распространены супесчаные почвы, к территориям, где господствуют тяжелосуглинистые и глинистые почвы. Это подтверждается биопродуктивностью культурных растений, в частности, яровой пшеницы. В том же направлении растёт качество природной окружающей среды для жизни животных и человека, повышается экономическая эффективность сельскохозяйственного производства.

Для повышения экологической устойчивости степных и лесостепных ландшафтов и сохранения качества окружающей среды для жизни человека очень важно организовать землепользование в соответствии с экологическими требованиями [10]. Основным требованием, которое должно быть выполнено, является доведение площади пашни до экологически необходимого (не более 40-45% площади территории) [11, 12]. Для повышения стабильности агроэкосистем важно внедрение севооборотов и систем земледелия, которые способствовали бы осуществлению экологических функций почвы, то есть сохранению плодородия и устойчивости агроландшафта как экосистемы. При этом сельскохозяйственное производство должно оставаться рентабельным, приносить доход, способствующий реализации хозяйственных нужд и выполнению экологических требований.

Библиографический список

1. Татаринцев Л.М. Физическое состояние пахотных почв юга Западной Сибири: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 300 с.
 2. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. – 288 с.

3. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы: уч. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 137 с.

4. Татаринцев В.Л. Гранулометрия агропочв юга Западной Сибири и их физическое состояние: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 261 с.

5. Татаринцев В.Л. Структура гранулометрического состава и её влияние на физическое состояние пахотных почв Алтайского Приобья: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 179 с.

6. Татаринцев Л.М. Физическое состояние основных пахотных почв юго-востока Западной Сибири: дис. д-ра биол. наук. – Новосибирск, 1993. – 368 с.

7. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага и её значение в сельскохозяйственном производстве. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 289 с.

8. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Пахомя О.Г. Факторы плодородия каштановых почв сухой степи юга Западной Сибири и урожайность яровой пшеницы: монография / под ред. Л.М. Татаринцева. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 123 с.

9. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Каблова Н.Ю. Структуры гранулометрического состава и их влияние на засоление почв Алтайской Кулунды: монография / под ред. Л.М. Татаринцева. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. – 150 с.

10. Реймерс Н.Ф. Экология. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.

11. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Власова Т.В. Моделирование современного землепользования в сухой степи: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 103 с.

12. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Кирякина Ю.Ю. Организация современного землепользования на эколого-ландшафтной основе: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011. – 106 с.

