

6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy. – M.: ID Alyans, 2011. – 352 s.

7. Brylev V.K. Pochvy Kuzbassa i puti povysheniya ikh plodorodiya. – Kemerovo: Kem. kn. izd-vo, 1967. – 81 s.

8. Agroklimaticheskie resursy Kemerovskoy oblasti. – L.: Gidrometeoizdat, 1973. – 141 s.



УДК 631.452(571.15)

**Н.Б. Максимова, А.А. Вороничев,
Г.Г. Морковкин, Г.Я. Барышников**
N.B. Maksimova, A.A. Voronichev,
G.G. Morkovkin, G.Ya. Baryshnikov

**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТАВА ЧЕРНОЗЕМОВ И КАШТАНОВЫХ ПОЧВ
ПО ПРИРОДНЫМ ЗОНАМ ЮГО-ЗАПАДА АЛТАЙСКОГО КРАЯ
ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СОСТАВЕ ПАХОТНЫХ УГОДИЙ**

**CHANGES OF STRUCTURAL COMPOSITION OF CHERNOZEMS AND CHESTNUT SOILS
IN THE NATURAL ZONES OF THE SOUTH-WESTERN ALTAI REGION
AFTER LONG-TERM USE AS ARABLE LANDS**

Ключевые слова: черноземы, каштановые почвы, структурный состав почв, целина, пахотные угодья.

Рассматриваются вопросы формирования структурного состава черноземов и каштановых почв в зависимости от зональных природных условий и его изменения при длительном использовании почв в качестве пахотных угодий. Показано, что целинные черноземы и каштановые почвы обладают отличным агрегатным состоянием. Вместе с тем целинные черноземы выщелоченные и обыкновенные содержат большее количество агрономически ценных агрегатов по сравнению с целинными черноземами южными, темно-каштановыми и каштановыми почвами. В пахотных почвах значительно увеличивается содержание глыбистой фракции размером более 10 мм и пылевой фракции размером менее 0,25 мм. Наиболее отчетливо процесс деструктуризации почв отмечается по группам фракций размером от 0,5 до 5 мм. Распыление почвы под воздействием пахоты характерно в большей степени для каштановых почв. Пахотные черноземы и каштановые почвы, несмотря на заметный уровень де-

структуризации, в настоящее время сохранили хорошее агрегатное состояние.

Keywords: chernozems, chestnut soils, soil structural composition, virgin land, arable land.

The formation of the structural composition of chernozems and chestnut soils depending on the zonal environmental conditions and its changes under long-term use of soils as arable land is discussed. It is shown that virgin chernozems and chestnut soils are in excellent aggregate condition. At the same time, leached and ordinary virgin chernozems contain more agronomically valuable aggregates than southern virgin chernozems, dark chestnut and chestnut soils do. In arable soils, the content of a lumpy fraction larger than 10 mm and a dust fraction of less than 0.25 mm significantly increases. The process of soil destructuring is most clearly defined in the groups of fractions with particle size from 0.5 to 5 mm. Soil dispersion under the influence of plowing is more characteristic of chestnut soils. Arable chernozems and chestnut soils by now have maintained a good aggregate condition despite a noticeable destructuring level.

Максимова Нина Борисовна, к.с.-х.н., доцент, каф. природопользования и геоэкологии, Алтайский государственный университет. E-mail: ninmaxmim@mail.ru.

Вороничев Андрей Александрович, магистрант, Алтайский государственный университет. E-mail: andrei_voronichev@mail.ru.

Морковкин Геннадий Геннадьевич, д.с.-х.н., проф., зав. каф. почвоведения и агрохимии, проректор по научной работе, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ggork@mail.ru.

Барышников Геннадий Яковлевич, д.г.н., проф., зав. каф. природопользования и геоэкологии, Алтайский государственный университет. E-mail: bgj@geo.asu.ru.

Maksimova Nina Borisovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Natural Resources Mgmt. and Geo-Ecology, Altai State University. E-mail: ninmaxmim@mail.ru.

Voronichev Andrey Aleksandrovich, master's degree student, Altai State University. E-mail: andrei_voronichev@mail.ru.

Morkovkin Gennadiy Gennadyevich, Dr. Agr. Sci., Prof., Vice-Rector for Research, Head, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: ggork@mail.ru.

Baryshnikov Gennadiy Yakovlevich, Dr. Geo. Sci., Prof., Head, Chair of Natural Resources Mgmt. and Geo-Ecology, Altai State University. E-mail: bgj@geo.asu.ru.

Агрорландшафты основных природно-почвенных зон Алтайского края испытывают интенсивную антропогенную нагрузку и находятся в неустойчивом состоянии, что приводит к неизбежной деградации ландшафтов в целом и почвенного покрова в частности [1]. Результирующим показателем развития процессов деградации являются увеличение площадей эродированных почв, дегумификация, снижение мощности гумусового горизонта почв, переуплотнение подпахотных горизонтов почв.

Среди многочисленных воздействий человека на окружающую среду наиболее кардинальным является распашка целинных земель. В настоящее время наибольшая распаханность территории края характерна для природных зон сухой, засушливой и умеренно-засушливой колочной степей [1].

Длительное использование почв в составе пахотных угодий сопровождается разрушением структуры почвы, образованием пыли и глыб, нарушением водного режима и снижением устойчивости почвы к эрозии [2]. Хотя черноземы обладают высокой устойчивостью против деформации, однако опасность распыления реальна и может возрастать в будущем [3-5].

Поддержание физических свойств корнеобитаемого слоя почвы в интервале значений, близких к оптимальным, – необходимое условие получения высокой урожайности сельскохозяйственных культур [6, 7]. Определяющим фактором оптимизации физических свойств почвы является ее структурно-агрегатное состояние.

В связи с вышеизложенным актуальными являются вопросы изучения формирования структурного состава черноземов и каштановых почв в зависимости от зональных природных условий и его изменения при длительном использовании почв в составе пахотных угодий.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований явились целинные и пахотные почвы природно-почвенных зон и подзон юго-западной части Алтайского края. Полевое обследование почв проводили на ключевых участках естественных биоценозов и сопряженных с ними агроценозах в типичных условиях конкретной природно-почвенной зоны (подзоны).

Полнопрофильные разрезы были заложены на следующих ключевых участках: ключевой участок № 1 расположен на каштановой среднемощной почве к юго-западу от с. Наумовка Угловского района (I. Зона каштановых почв, почвенный район

3 – темно-каштановых и каштановых почв с большими массивами солонцов [8]); ключевой участок № 2 – на темно-каштановой среднемощной почве к юго-западу от с. Веселоярск Рубцовского района (I. Зона каштановых почв, почвенный район 4 – темно-каштановых и каштановых почв солонцеватых почв), ключевой участок № 3 – на черноземе южном маломощном к югу от с. Ремовка Локтевского района (IX. Подзона черноземов южных и черноземов обыкновенных, почвенный район 24 – южных черноземов на предгорных равнинах); ключевой участок № 4 – на черноземе обыкновенном среднемощном к северу от с. Вторая Каменка Локтевского района (IX. Подзона черноземов южных и черноземов обыкновенных, почвенный район 25 – обыкновенных среднегумусных среднемощных черноземов с пятнами слабощелоченных среднегумусных черноземов на предгорных равнинах); ключевой участок № 5 – на черноземе выщелоченном среднемощном к юго-западу от с. Первокаменка Третьяковского района (X. Подзона типичных и выщелоченных черноземов, почвенный район 32 – мощных среднегумусных выщелоченных типичных черноземов увалисто-сопочных низкогорий).

В почвах определяли структурный состав по методу Н.И. Саввинова [9], посредством фракционирования почвы в воздушно-сухом состоянии (сухое просеивание) с разделением на фракции агрегатов: >10; 10-7; 7-5; 5-3; 3-2; 2-1; 1-0,5; 0,5-0,25 и <0,25 мм. По данным сухого просеивания рассчитали коэффициент структурности:

$$K=A/B,$$

где А – сумма макроагрегатов размером от 0,25 до 10 мм, %;

Б – сумма агрегатов <0,25 и комков >10 мм, %.

Результаты и их обсуждение

С агрономической точки зрения, структурной почвой называется лишь та, в которой преобладают агрегаты размером от 0,25 до 7 (10) мм, а агрегаты более мелкие (пыль), либо более крупные, отсутствуют или составляют ничтожную примесь; все другие почвы как пылеватые, так и глыбистые, или массивные, будут характеризоваться в этом смысле как бесструктурные [10].

Наиболее ценной и обеспечивающей высокое плодородие почвы является мелкокомковатая зернистая структура при величине комочков в 2-3 мм, или практически в пределах 1-10 мм.

По мнению В.А. Францессона (цит. по Н.А. Качинскому [11]), агрегаты диаметром более 2 мм являются эффективным защитным противозрозионным слоем. Менее эффективна роль агрегатов, размеры которых 1-2 мм, и совсем незначительна у агрегатов менее 0,5 мм, так как последние для условий черноземных почв сравнительно легко переносятся ветром.

Огромное значение в формировании агрономически ценной структуры почвы имеет развитие травянистой растительности, обуславливающей протекание дернового процесса почвообразования в степных ландшафтах. Важной стороной дернового процесса является оструктурирование почвенной массы – создание комковато-зернистой структуры [12].

Естественная растительность, характерная для зоны каштановых почв сухой степи, представлена типчаково-ковыльными и полынно-типчаково-ковыльными ассоциациями [13].

Зона черноземов характеризуется развитием богатой разнотравно-типчаково-ковыльной растительности с дерновидными злаками (*Stipa capillata*, *St. Rubens*, *Festuca sulcata*), при единичном участии корневищных злаков (*Bromus inermis*, *Calamagrostis epigeios*) и разнообразного разнотравья (*Peucedanum Morisonii*, *Veronica spicata*, *V. incana*, *Fragaria veridis*, *Galium verum*, *Galatella fastigiata*, *Medicago romanica*, *Silene multiflora*, *Pulsatilla patens seseli*, *Ledebourii*, *Artemisia glauca*, *Alatifolia* и др.).

При распашке земель и смене естественной растительности сельскохозяйственными культурами резко уменьшается количество органического вещества, поступающего в почву [14], вместе с тем в пахотном слое возрастает интенсивность процессов минерализации органического вещества, что оказывает существенное влияние на структурный состав пахотных почв.

Проведенное нами изучение структурного состава черноземов и каштановых почв по природным зонам юго-западной части Алтайского края дает возможность оценить направленность и интенсивность его изменений при длительном использовании почв (более 50 лет) в составе пахотных угодий.

Результаты исследований по определению структурного состава в почвенных горизонтах А (Апах) в слое 0-20 см представлены в таблице.

Целинные почвы всех природных зон, вовлеченных в исследования, по содержанию

агрономически ценных агрегатов, размером 10-0,25 мм и коэффициенту структурности имеют отличное агрегатное состояние (показатели составляют >60% и >1,5 соответственно) [15]. Вместе с тем целинные черноземы выщелоченные и обыкновенные содержат большее количество агрономически ценных агрегатов по сравнению с целинными черноземами южными, темно-каштановыми и каштановыми почвами, что согласуется с уровнем их продукционной способности, в частности с уровнем запасов подземной фитомассы [16].

Значительное снижение содержания агрономически ценной структуры, в пределах 24-28 относительных процентных единиц, наблюдается во всех пахотных подтипах черноземов и каштановых почв. Однако по содержанию агрономически ценных агрегатов пахотные черноземы и каштановые почвы обладают хорошим агрегатным состоянием, что может свидетельствовать об их устойчивости к развитию деградационных процессов при длительном использовании данных почв в составе пахотных угодий.

Анализ изменений между целинными и пахотными аналогами по фракциям структурных агрегатов дает возможность констатировать увеличение в пахотных почвах содержания не только глыбистой фракции размером более 10 мм, но и фракции 7-10 мм. Необходимо отметить, что фракцию 7-10 мм ряд ученых не относят к агрономически ценной. Так, Ф.Н. Лисецкий с соавторами [17] указывают, что мелкокомковатая и зернистая структуры размером от 1 до 7 мм в наибольшей мере отвечают агрономическим требованиям. Пылевато-порошистый вид структурных отдельностей размером от 0,25 до 1 мм может рассматриваться как ближайший резерв структурообразования, а оставшаяся часть, пылеватая (менее 0,25 мм) и комковато-глыбистая (более 7 мм), хотя во многом и определяет неблагоприятные агрофизические свойства, но при широком сопоставлении почв довольно полигенетична.

В исследуемых пахотных почвах наиболее отчетливо процесс деструктуризации отмечается по группам фракций размером от 0,5 до 5 мм. Результат агрофизической деструктуризации (дезагрегации) фиксируется по уменьшению массы указанных агрегатов в слое 0-20 см в пахотных почвах, что согласуется с исследованиями [17].

Распыление почвы под воздействием пахоты (сравнительное увеличение содержания фракции менее 0,25 мм) характерно в большей степени для каштановых почв.

Структурный состав черноземов и каштановых почв по природным зонам юго-запада Алтайского края

Почва	Размер агрегатов (мм) и их содержание (% от массы воздушно-сухой почвы)										Коэф. структур. (К)
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	10-0,25	
Чернозем выщелоченный (пашня)	26,78	10,02	9,43	8,14	6,32	9,54	8,26	6,97	14,54	58,68	1,42
Чернозем выщелоченный (целина)	9,66	9,51	12,39	13,64	14,75	12,31	10,90	8,03	8,81	81,53	4,41
+, - к целине	+17,12	+0,51	-2,96	-5,50	-8,43	-2,77	-2,64	-1,06	+5,73	-22,85	
Чернозем обыкновенный (пашня)	27,53	11,84	7,77	9,46	6,87	11,06	7,62	5,24	12,61	59,86	1,49
Чернозем обыкновенный (целина)	9,90	8,96	12,48	12,71	14,23	10,57	12,70	9,42	9,03	81,07	4,28
+, - к целине	+17,63	+2,88	-4,71	-3,25	-7,36	+0,49	-5,08	-4,18	+3,58	-21,21	
Чернозем южный (пашня)	27,00	10,77	9,52	8,44	7,11	8,86	6,88	6,68	14,74	58,26	1,39
Чернозем южный (целина)	11,86	7,94	8,68	11,72	12,40	13,51	12,96	9,20	11,73	76,41	3,24
+, - к целине	+15,14	+2,83	+0,84	-3,28	-5,29	-4,65	-6,08	-2,52	+3,44	-18,15	
Темно-каштановая (пашня)	25,86	12,91	10,10	7,85	6,60	6,39	5,69	8,32	16,28	57,86	1,37
Темно-каштановая (целина)	12,30	10,38	11,42	13,53	10,27	13,57	10,60	9,03	8,90	78,80	3,71
+, - к целине	+13,56	+2,53	-1,32	-5,68	-3,67	-7,18	-4,91	-0,71	+7,38	-20,94	
Каштановая (пашня)	23,20	11,77	8,28	7,34	6,48	5,72	7,04	8,44	21,73	55,07	1,22
Каштановая (целина)	12,00	8,84	10,31	11,43	11,30	11,63	11,66	9,13	13,70	74,30	2,89
+, - к целине	+11,20	+2,93	-2,03	-4,09	-4,82	-5,91	-4,62	-0,69	+8,03	-19,23	

Выводы

Исследования структурного состава целинных и пахотных почв природно-почвенных зон и подзон юго-западной части Алтайского края показали, что целинные черноземы и каштановые почвы обладают отличным агрегатным состоянием. Вместе с тем целинные черноземы выщелоченные и обыкновенные предгорных равнин и низкогорий содержат большее количество агрономически ценных агрегатов по сравнению с целинными черноземами южными, темно-каштановыми и каштановыми почвами, что согласуется с более высокой их продукционной способностью, в частности с уровнем запасов подземной фитомассы.

В пахотных почвах значительно увеличивается содержание глыбистой фракции размером более 10 мм и пылеватой фракции размером менее 0,25 мм. Наиболее отчетливо процесс деструктуризации отмечается по группам фракций размером от 0,5 до 5 мм. Распыление почвы под воздействием пахоты характерно в большей степени для каштановых почв.

Пахотные черноземы и каштановые почвы, несмотря на заметный уровень деструктуризации, в настоящее время сохранили хорошее агрегатное состояние.

Библиографический список

1. Морковкин Г.Г., Байкалова Т.В., Максимова Н.Б., Овцинов В.И., Литвиненко Е.А., Дёмина И.В., Дёмин В.А. Динами-

ка состояния почвенного покрова и показателей плодородия почв основных природно-почвенных зон Алтайского края // Вестник алтайской науки. – 2015. – № 1 (23). – С. 212-222.

2. Верзилин В.В., Королев Н.Н., Коржов С.И. Сидерация в условиях Центрального Черноземья // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 10-12.

3. Бондарев А.Г. Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв // Почвоведение. – 1994. – № 11. – С. 10-15.

4. Медведев В.В. Физическая деградация черноземов, ее причины, следствия и пути устранения // Успехи почвоведения. – М.: Наука, 1986. – С. 23-26.

5. Рамазанов Р.Я., Хазиев Ф.Х., Фаизов Х.Ф. Водно-физические характеристики типичного чернозема и урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от обработки почвы // Аграрная наука. – 1995. – № 2. – С. 29-30.

6. Боронтов О.К., Никульников И.М. Влияние обработки почвы и предшествующей культуры на структуру чернозема выщелоченного // Почвоведение. – 1998. – № 6. – С. 674-679.

7. Капинос В.А., Зейлигер А.М., Смирнов Г.В. Изменение физических свойств и способов обработки дерново-подзолистой почвы под влиянием органических удобрений // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 139-151.

8. Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 382 с.
9. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
10. Розанов Б.Г. Морфология почв: учебник для высшей школы. – М.: Академический Проект, 2004. – 432 с.
11. Качинский Н.А. О структуре почв: материалы к выяснению вопроса о структуре почв. – М.: Сельхозгиз, 1963. – Т. 1. – 134 с.
12. Почвоведение: учебник для ун-тов: в 2 ч. / под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч. 2. Типы почв, их география использование / Богатырев Л.Г., Васильевская В.Д., Владыченский А.С. и др. – М.: Высш. шк., 1988. – 368 с.
13. Александрова В.Д., Базилевич Н.И., Занин Г.В. и др. Природные районы Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) // Природное районирование Алтайского края. – М.: АН СССР, 1958. – С. 161-202.
14. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в плодородии. – М.: Наука, 1965. – 320 с.
15. Шеин Е.В., Гончаров В.М. Агрофизика. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 400 с.
16. Саблина О.А. Агрогенная трансформация и гумусное состояние почв сельскохозяйственных угодий Оренбургского Зауралья // Живые и биокосные системы. – 2015. – № 14; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-14/article-1>.
17. Лисецкий Ф.Н., Маринина О.А., Родионова М.Е. Изменение структурного состояния почв при различиях в почвенно-климатических условиях и истории землепользования // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – № 3 (том 15). – С. 998-1004.
8. Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 382 с.
5. Ramazanov R.Ya., Khaziev F.Kh., Faizov Kh.F. Vodno-fizicheskie kharakteristiki tipichnogo chernozema i urozhaynost selskokhozyaystvennykh kultur v zavisimosti ot obrabotki pochvy // Agrarnaya nauka. – 1995. – № 2. – С. 29-30.
6. Borontov O.K., Nikulnikov I.M. Vliyanie obrabotki pochvy i predshestvuyushchey kultury na strukturu chernozema vyshchelochennogo // Pochvovedenie. – 1998. – № 6. – С. 674-679.
7. Kapinos V.A., Zeyliger A.M., Smirnov G.V. Izmenenie fizicheskikh svoystv i sposobov obrabotki dernovo-podzolistoy pochvy pod vliyaniem organicheskikh udobreniy // Pochvovedenie. – 1990. – № 5. – С. 139-151.
8. Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 382 с.
9. Vadyunina, A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
10. Rozanov B.G. Morfologiya pochv: uchebnik dlya vysshey shkoly. – М.: Академический Проект, 2004. – 432 с.
11. Kachinskiy N.A. O strukture pochvy: materialy k vyyasneniyu voprosa o strukture pochvy. – М.: Selkhozgiz, 1963. – Т. 1. – 134 с.
12. Pochvovedenie. Ucheb. dlya un-tov. V 2 ch./ Pod red. V.A. Kovdy, B.G. Rozanova. Ch. 2. Tipy pochv, ikh geografiya ispolzovanie / Bogatyrev L.G., Vasilevskaya V.D., Vladychenskiy A.S. i dr. – М.: Vyssh. shk., 1988. – 368 с.
13. Aleksandrova V.D., Bazilevich N.I., Zinin G.V. i dr. Prirodnye rayony Altayskogo kraja (bez Gorno-Altayskoy AO) // Prirodnoe rayonirovanie Altayskogo kraja. – М.: АН СССР, 1958. – С. 161-202.
14. Tyurin I.V. Organicheskoe veshchestvo pochv i ego rol v plodorodii. – М.: Наука, 1965. – 320 с.
15. Shein E.V., Goncharov V.M. Agrofizika. – Rostov-na-Donu: Feniks, 2006. – 400 с.
16. Sablina O.A. Agrogennaya transformatsiya i gumusnoe sostoyanie pochv selskokhozyaystvennykh ugodiy Orenburgskogo Zauralya // «Zhivye i biokosnye sistemy». – 2015. – № 14; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-14/article-1>.
17. Lisetskiy F.N., Marinina O.A., Rodionova M.E. Izmenenie strukturnogo sostoyaniya pochv pri razlichiyakh v pochvenno-klimaticheskikh usloviyakh i istorii zemlepolzovaniya. – Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. – 2013. – № 3 (tom 15). – С. 998-1004.

References