

УДК 635.2

DOI 10.37670/2073-0853-2020-86-6-76-81

Групповой и фракционный состав гумуса почв солонцовых комплексов овощных севооборотов Нижнего Поволжья (на примере светло-каштановых почв севера Астраханской области и каштановых почв юга Волгоградской области)

Н.И. Матвеева, канд. пед. наук; **Н.Ю. Петров**, д-р с.-х. наук, профессор;
В.П. Зволинский, академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор
ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»

Исследование проводилось на светло-каштановых почвах Астраханской области и каштановых почвах Волгоградской области. Цель исследования – изучить групповой и фракционный состав гумуса почв солонцовых комплексов овощных севооборотов на светло-каштановых почвах севера Астраханской области и каштановых почвах юга Волгоградской области. В условиях Астраханской области были взяты образцы для контроля на пашне при глубине обработки 0,22–0,25 м, на целине и пашне – 0,42–0,45 м. В условиях Волгоградской области образцы были взяты на целине и пашне при глубине обработки 0,22–0,25 м. На светло-каштановых почвах Астраханской области на пашне при глубине обработки 0,22–0,25 м наблюдалось накопление общего углерода во всех горизонтах в сравнении с целиной: на целине в горизонте *A* содержание общего углерода составляло 0,71 %, а на пашне *Апах* – 0,85 %, на целине в горизонте *B1* – 0,59 %, на пашне в горизонте *B1* – 0,97 %. Эта тенденция просматривалась и на пашне при глубине обработки 0,42–0,45 м. Выявлено, что на каштановых почвах Волгоградской области показатели по содержанию общего углерода были несколько выше как на целине – в горизонте *A* – 0,98 %, в горизонте *B1* – 0,87 %, так и на пашне – в горизонте *Апах* – 1,12 % и в горизонте *B1* – 1,05 %. Сумма фракций гуминовых кислот в горизонте *A* варьировала от 40,65 % к общему углероду на целине Астраханской области до 44,77 % на целине Волгоградской области и в горизонте *B1* – от 33,36 до 37,75 % соответственно. На пашне содержание гуминовых кислот возрастало с переходом от светло-каштановых к каштановым почвам от 34,30 до 43,69 %. В светло-каштановых почвах сумма фракций в горизонте *A* на целине составляла 21,90 %, в горизонте *B1* – 21,13 %, а на пашне с глубиной пахоты 0,22–0,25 м – 28,77 % в горизонте *Апах* и 40,28 % в горизонте *B1*. На пашне с глубиной 0,42–0,45 м эти показатели были заметно выше. На каштановых почвах содержание фульвокислот на целине в горизонте *A* составляло 25,53 %, в горизонте *B1* – 21,25 %, а на пашне с глубиной пахоты 0,22–0,25 м – 27,75 и 23,42 % соответственно.

Ключевые слова: пашня, обменные катионы, гуминовые кислоты, севооборот, гумус, фракционный состав, почвенный горизонт.

Формирование запасов гумуса в почвах целинной степи и пашнях исследуемых регионов Нижнего Поволжья происходит в своеобразных условиях аридного климата, который является лимитирующим фактором, определяющим продуктивность целинных угодий: сравнительно

малые запасы биомассы, обеднённый видовой состав, низкая численность микрофлоры, фауны, малое количество осадков, сухое и продолжительное лето. Эти же признаки аридного климата сопровождают земледельцев, возделывающих те или иные продукты растениеводства на пашнях.

Необходимо отметить, что в условиях орошаемого земледелия факторы, играющие в сухом земледелии самую отрицательную роль, проявляют себя в орошении исключительно с положительной стороны.

Материал и методы исследования. Групповой и фракционный состав гумуса почв солонцовых комплексов овощных севооборотов изучали в период 2011–2020 гг. в крестьянском (фермерском) хозяйстве О.В. Зволинского, расположенном на севере Астраханской области и в хозяйстве В.А. Зайцева на юге Волгоградской области.

В полевой и аналитической работе были использованы общепринятые методы [1, 2]. Складывающиеся условия увлажнения почвы за счёт естественных осадков на целине и орошение на пашне обуславливают степень минерализации органических веществ в сухое время года при высоких температурах. Качественный состав гумуса определяли по методу И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономарёвой и Т.А. Плотниковой: гуминовые кислоты фракционируются на три фракции, а фульвокислоты – на четыре фракции. Объектом изучения явились светло-каштановые почвы севера Астраханской области и каштановые почвы юга Волгоградской области.

Результаты исследования. Рассмотрим в комплексе результаты выполненных нами работ. Во-первых, оценим состав обменных катионов

целинной степи в сравнении: Астраханская область, Черноярский район – светло-каштановые почвы Прикаспийской низменности и Волгоградская область, Городищенский район – каштановые почвы Ергенинской возвышенности [3, 4].

Анализируя представленные в таблицах 1 и 2 данные по составу обменных катионов на целинных почвах Астраханской и Волгоградской областей, необходимо отметить следующее:

1. Сумма обменных катионов в горизонте *A* на светло-каштановых почвах существенно меньше, чем на каштановых, – 10,04 мг-экв/100 г против 13,07 мг-экв/100 г, что составляет только 76,8 %, при этом светло-каштановые почвы обогащены общим натрием на 5,27 % против 1,22 % на каштановых, что превышает содержание натрия в 4,32 раза.

2. Горизонты *B1–B2–BC–C* в обоих примерах по содержанию обменных катионов сравнительно выравнены, хотя имеются заметные различия по горизонтам в разрезе составляющих *Ca, Mg, Na, K*, но содержание обменного натрия во всех горизонтах существенно выше в светло-каштановых почвах, чем в каштановых почвах Волгоградской области, а именно:

горизонт *B1* – 16,38 % против 1,05 %,
горизонт *B2* – 13,24 % против 1,17 %,
горизонт *BC* – 13,84 % против 1,40 %,
горизонт *C* – 15,86 % против 6,44 %.

1. Состав обменных катионов в почвах Астраханской области

Горизонт и его мощность, м	Глубина взятия образца, м	Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы					Обменный натрий, %
		Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	сумма	
Целина							
<i>A</i> 0,00–0,22	0,00–0,20	6,43	2,21	0,53	0,87	10,04	5,27
<i>B1</i> 0,22–0,40	0,25–0,35	5,10	8,87	2,83	0,47	17,27	16,38
<i>B2</i> 0,40–0,50	0,40–0,55	4,97	8,93	2,18	0,39	16,47	13,24
<i>B/C</i> 0,50–1,00	0,55–0,90	4,38	7,62	2,01	0,51	14,52	13,84
<i>C</i> 1,00–1,20	1,00–1,20	3,09	3,87	1,37	0,31	8,64	15,86

2. Состав обменных катионов в почвах Волгоградской области

Горизонт и его мощность, м	Глубина взятия образца, м	Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы					Обменный натрий, %
		Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	сумма	
Целина							
<i>A</i> 0,00–0,22	0,00–0,20	8,75	3,01	0,16	1,15	13,07	1,22
<i>B1</i> 0,22–0,40	0,25–0,35	12,64	3,82	0,18	0,49	17,13	1,05
<i>B2</i> 0,40–0,50	0,40–0,55	11,09	4,51	0,19	0,40	16,19	1,17
<i>B/C</i> 0,50–1,00	0,55–0,90	10,05	5,19	0,22	0,23	15,69	1,40
<i>C</i> 1,00–1,20	1,00–1,20	5,01	6,21	1,09	0,30	12,61	6,44

Анализ данных по составу обменных катионов на пашне показал следующее. Состав обменных катионов на пашне, обрабатываемой в зоне Астраханской области, характеризуется тем, что в наших опытах в условиях овощного специализированного севооборота пахота проводится без оборота пласта на глубину 0,42–0,45 м с последующей перепашкой с оборотом пласта на глубину 0,18–0,20 м (данная перепашка проводится поперёк предыдущей пахоты). В Волгоградской области пахота производится однократно с оборотом пласта на глубину 0,23–0,25 м (табл. 3–5). Эти условия основной обработки почвы были базовыми как

на опытных участках, так и на производственных посевах, в течение всего периода исследований (2011–2020 гг.), т.е. десяти лет.

В условиях Астраханской области опыт был заложен на пашне, обрабатываемой на глубину 0,42–0,45 м, а для контроля были взяты образцы для соответствующего анализа с пашни, вспаханной на глубину 0,22–0,25 м (данный участок в период исследования не использовался в овощном севообороте). Отметим следующие особенности по результатам анализов:

1. В горизонте $A_{\text{пах}}$ заметно снизился показатель суммы обменных катионов. Так, он со-

3. Состав обменных катионов в почвах Астраханской области

Горизонт и его мощность, м	Глубина взятия образца, м	Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы					Обменный натрий, %
		Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	сумма	
Пашня (0,00–0,25 м) – контроль							
$A_{\text{пах}}$ 0,00–0,22	0,00–0,20	10,17	6,14	0,72	0,81	17,84	4,03
B_1 0,22–0,40	0,25–0,35	11,52	8,83	1,37	0,36	22,08	6,20
B_2 0,40–0,50	0,40–0,55	5,94	8,35	2,19	0,30	16,78	13,05
B/C 0,50–1,00	0,55–0,90	2,55	3,71	0,86	0,19	7,31	11,76
C 1,00–1,20	1,00–1,20	4,53	6,31	2,51	0,39	13,74	18,26

4. Состав обменных катионов в почвах Астраханской области, пашня (0,00–0,45 м)

Горизонт, м	Глубина взятия образца, м	Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы					Обменный натрий, %
		Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	сумма	
Пашня (0,00–0,45 м)							
$A_{\text{пах}}$ 0,00–0,22	0,00–0,20	9,62	3,21	0,21	0,63	13,67	1,54
A_1 0,22–0,45	0,25–0,45	9,57	3,52	0,20	0,35	13,64	1,47
B_1 0,45–0,50	0,45–0,50	4,39	6,72	1,79	0,36	13,26	13,50
B_2 0,50–0,55	0,50–0,55	7,40	3,05	1,49	0,42	12,36	12,06
B/C 0,55–1,00	0,55–0,90	5,31	4,73	1,51	0,39	11,94	12,65
C 1,00–1,20	1,00–1,20	5,03	4,52	2,01	0,42	12,00	16,75

5. Состав обменных катионов в почвах Волгоградской области

Горизонт и его мощность, м	Глубина взятия образца, м	Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы					Обменный натрий, %
		Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	сумма	
Пашня (0,22–0,25 м)							
$A_{\text{пах}}$ 0,00–0,22	0,00–0,20	9,61	3,21	0,21	0,61	13,64	1,54
B_1 0,22–0,40	0,25–0,35	9,51	3,73	0,24	0,31	13,79	1,74
B_2 0,40–0,50	0,40–0,55	6,87	6,31	0,35	0,32	13,85	2,52
B/C 0,50–1,00	0,55–0,90	4,41	6,69	1,81	0,36	13,27	13,64
C 1,00–1,20	1,00–1,20	7,87	3,05	1,51	0,41	12,84	11,76

ставил 17,84 мг-экв/100 г почвы при пахоте на глубину 0,22–0,25 м и только 13,64 мг-экв/100 г при пахоте на глубину 0,42, – 0,45 м.

2. В горизонте $A_{\text{пах}}$ в 2,62 раза снизилось содержание обменного натрия – от 4,03 % при пахоте на глубину 0,22–0,25 м до 1,54 % при глубине пахоты 0,42–0,45 м.

3. Фактическое снижение содержания обменного натрия просматривалось и в горизонте $B1$ – 6,20 % против 1,47 % при глубине обработки пашни 0,42–0,45 м. Т.е. в наших опытах наблюдалось существенное сокращение содержания обменного натрия при глубокой пахоте в условиях орошаемого земледелия.

Сравнивая показатели содержания обменных катионов в каштановых почвах Волгоградской области с аналогичными показателями Астраханской области, необходимо отметить, что они мало разнятся как по сумме катионов, так и по содержанию обменного натрия [4–6].

Анализируя групповой и фракционный состав гумуса, отмечаем такую же особенность. В условиях Астраханской области были взяты образцы для контроля на пашне при глубине обработки 0,22–0,25 м, на целине и пашне – 0,42–0,45 м. В условиях Волгоградской области образцы были взяты на целине и пашне при глубине обработки 0,22–0,25 м.

При анализе взятых образцов на светло-каштановых почвах Астраханской области были получены следующие результаты. На пашне при глубине обработки 0,22–0,25 м наблюдалось накопление общего углерода во всех горизонтах в сравнении с целиной, а именно на целине в горизонте A содержание общего углерода составляло 0,71 %, а на пашне $A_{\text{пах}}$ – 0,85 %; на целине в горизонте $B1$ – 0,59 %, на пашне в горизонте $B1$ – 0,97 %. Эта тенденция просматривалась и на пашне при глубине обработки 0,42–0,45 м: так, в горизонте $A_{\text{пах}}$ содержалось общего углерода 0,92 %, а в горизонте $B1$ – 1,5 %.

Отметим, что на каштановых почвах Волгоградской области показатели по содержанию общего углерода были несколько выше как на целине – в горизонте A 0,98 %, в горизонте $B1$ – 0,87 %, так и на пашне – в горизонте $A_{\text{пах}}$ – 1,12 % и в горизонте $B1$ – 1,05 %.

Сумма фракций гуминовых кислот в горизонте A варьировала от 40,65 % к общему углероду на целине Астраханской области до 44,77 % Волгоградской области и в горизонте $B1$ – от 33,36 до 37,75 % соответственно. На пашне наблюдалась та же тенденция: содержание гуминовых кислот возрастало с переходом от светло-каштановых к каштановым почвам от 34,30 до 43,69 %.

Содержание фульвокислот в представленных образцах несколько отличалось от предыдущих показателей. Так, в светло-каштановых почвах сумма фракций в горизонте A на целине состав-

ляла 21,90 %, в горизонте $B1$ – 21,13 %, а на пашне с глубиной пахоты 0,22–0,25 м в горизонте $A_{\text{пах}}$ – 28,77 % и горизонте $B1$ – 40,28 %. На пашне с глубиной обработки 0,42–0,45 м эти показатели были заметно выше: в горизонте $A_{\text{пах}}$ – 31,60 %, в горизонте $B1$ – 44,07 %.

На каштановых почвах Волгоградской области содержание фульвокислот заметно отличалось от данных по светло-каштановым почвам. Так, целина в горизонте A содержала 25,53 % фульвокислот, в горизонте $B1$ – 21,25 %, а в пашне с глубиной пахоты 0,22–0,25 м – 27,75 и 23,42 % соответственно.

Данные по сумме ГК + ФК в процентах к общему углероду и соотношение ГК к ФК, а также содержание негидролезуемого остатка углерода разнились в сравнении между светло-каштановыми и каштановыми почвами, но не в существенной мере.

Анализ приведённых данных выявил:

– достаточно близкие показатели по количеству гуминовых кислот как в светло-каштановых, так и каштановых почвах;

– просматривалось перераспределение гуминовых кислот на орошаемых почвах в лежащие ниже горизонты в процессе орошения;

– за годы сельскохозяйственного использования пахотных земель в них происходило накопление общего углерода по отношению к запасам этого элемента в целинных землях [6–8]. Этот процесс характерен как для светло-каштановых почв Прикаспийской низменности, так и для каштановых почв Ергенинской возвышенности;

– в составе гуминовых кислот на целине доминирует вторая фракция, а при распашке целины и длительной эксплуатации, как в условиях сухого земледелия, так и при орошении преимущество переходит к третьей фракции. Эта закономерность была характерна для светло-каштановых почв, а на каштановых почвах сохраняла за собой доминанту вторая фракция;

– в составе фульвокислот во всех случаях доминирует вторая фракция. Это можно объяснить только её большей устойчивостью к условиям окружающей среды;

– в составе гумуса большая часть приходится на гуминовые кислоты, распределение которых по горизонтам имеет признаки однотипного характера [9, 10].

Вывод. Сопряжённый анализ выявил, что при рассмотрении состава гуминовых веществ светло-каштановых и каштановых почв, солонцовых комплексов следует подчеркнуть особую роль обменных катионов, в которых содержание обменного натрия и солей натрия снижается. Этот процесс происходит параллельно с ростом содержания общего углерода на пашнях как светло-каштановых, так и каштановых почв. Это напрямую указывает на закономерность, что за

время эксплуатации орошаемых земель в условиях почвозащитных овощных, овощекормовых и овощезерновых севооборотов при соблюдении научно обоснованного отношения к производству идёт процесс, с одной стороны, расселения через снижение щелочности пахотных и подпахотных горизонтов, а с другой стороны, заметен положительный процесс накопления потенциального плодородия.

Таким образом, анализ качественного состава гумуса почв Нижнего Поволжья раскрывает эволюцию происходящих процессов в природе и является следствием почвообразования, определяющим условием которого является тот факт, что в составе гумуса гуминовые и фульвокислоты находятся в состоянии сложившегося баланса при более прочных связях гуматов с минеральной частью почвы.

Литература

- ГОСТ 27593–88: Почвы. Термины и определения.
- Агрохимические методы исследования почв. Изд-е 5. М.: Наука, 1975. 656 с.
- Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 489 с.
- Баженин Н.Г. Методические указания по агрохимическому обследованию и картографированию почв на содержание микроэлементов. М., 1976.
- Роде А.А. Генезис почв и современные процессы почвообразования. М.: Наука, 1984. 256 с.
- Когут Б.М., Семёнов В.М. Оценка насыщенности почвы органическим углеродом // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 102. С. 103–124.
- Качественный состав органического вещества дерново-подзолистой почвы в длительном полевом опыте / Р.Ф. Байбеков, К.П. Хайдуков, А.А. Коваленко [и др.] // Земледелие. 2020. № 1. С. 8–11.
- Эффективность ресурсосберегающих приёмов возделывания лука репчатого при орошении в условиях Нижнего Поволжья / Е.В. Калмыкова, А.А. Новиков, Н.Ю. Петров [и др.] // Овощи России. 2020. № 1. С. 58–63.
- Биологизированные овощные севообороты – важный фактор сохранения плодородия почвы и производства экологически чистой овощной продукции / Б.А. Турегельдиев, Л.А. Бурibaева, Т.Е. Айтбаев [и др.] // Почвоведение и агрохимия. 2019. № 3. С. 31–40.
- Изменение физико-химических свойств почвы под влиянием навоза, сидератов и биодеструктора стерни / А.В. Сафонов, Е.Н. Кузин, А.Н. Арефьев [и др.] // Нива Поволжья. 2020. № 2 (55). С. 10–15.

Матвеева Наталья Ивановна, кандидат педагогических наук, заведующая лабораторией
Петров Николай Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, старший научный сотрудник

Зволинский Вячеслав Петрович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, научный руководитель

ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук»
Россия, 416251, Астраханская область, Черноярский р-н, с. Солёное Займище, кв. Северный, 8
E-mail: matni29@mail.ru; npetrov60@list.ru; vpzvol@mail.ru

Group and fractional composition of humus in soils of solonetz complexes of vegetable crop rotations in the Lower Volga region (on the example of light chestnut soils in the north of the Astrakhan region and chestnut soils in the south of the Volgograd region)

Matveeva Natalya Ivanovna, Candidate of Pedagogical Sciences, head of the laboratory
Petrov Nikolay Yurievich, Doctor of Agriculture, Professor, Senior Researcher
Zvolinsky Vyacheslav Petrovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agriculture, Professor, Scientific Supervisor
Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
8, Sq. Severny, Salty Zaymishche, Chernoyarsk district, Astrakhan region, 416251, Russia
E-mail: matni29@mail.ru; npetrov60@list.ru; vpzvol@mail.ru

The studies were carried out on light chestnut soils of the Astrakhan region and chestnut soils of the Volgograd region. The aim of the study was to study the group and fractional composition of humus in soils of solonetz complexes of vegetable crop rotations on light chestnut soils in the north of the Astrakhan region and chestnut soils in the south of the Volgograd region. In the conditions of the Astrakhan region, samples were taken for control on arable land 0.22–0.25 m, on virgin soil and arable land 0.42–0.45 m. In the conditions of the Volgograd region, samples were taken on virgin soil and arable land 0.22–0.25 m. On the light chestnut soils of the Astrakhan region on arable land of 0.22–0.25 m, there was an accumulation of total carbon in all horizons in comparison with virgin soil: virgin soil, horizon A, the content of total carbon is 0.71 %, and on arable land Apakh – 0.85 %, on virgin soil, horizon B1 – 0.59 %, on arable land, horizon B1 – 0.97 %. This tendency is also observed on arable land of 0.42–0.45 m, since the Apax horizon has a total carbon content of 0.92 %, and the B1 horizon is 1.5 %. It was revealed that on the chestnut soils of the Volgograd region, the indicators for the total carbon content are slightly higher, both on virgin soil – in horizon A 0.98 %, in horizon B1 – 0.87 %, and on arable land – horizon Apakh 1.12 % and horizon B1 – 1.05 %. The sum of the fractions of humic acids in horizon A varies from 40.65 % to the total carbon in the virgin lands of the Astrakhan region to 44.77 % in the Volgograd region and in horizon B1 – 33.36 % to 37.75 %, respectively. On arable land, the content of

humic acids increases with the transition from light chestnut to chestnut soils from 34.30 % to 43.69 %. In light chestnut soils, the sum of fractions in horizon A on virgin soil was 21.90 %, in horizon B1 – 21.13 %, and on arable land with a plowing depth of 0.22–0.25 m – 28.77 %, horizon Apax and 40,28 % – horizon B1. On arable land with a depth of 0.42–0.45 m, these indicators are noticeably higher: the Apakh horizon – 31.60 %, the B1 horizon – 44.07 %. On chestnut soils, the content of fulvic acids on virgin soil, horizon A contains 25.53 %, horizon B1 – 21.25 %, and arable land with a plowing depth of 0.22–0.25 m – 27.75 % and 23.42 %, respectively.

Key words: *arable land, exchangeable cations, humic acids, crop rotation, humus, fractional composition, soil horizon.*
