

ГРУППОВОЙ И ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ГУМУСА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

И.Н. Донских, д.с.-х.н., Е.В. Баранова, СПбГАУ, С.Ж. Рахимгалиева, к.с.-х.н., СЗКАТУ

Исследован групповой и фракционный состав гумуса темно-каштановых почв Западного Казахстана разного хозяйственного использования. В большинстве исследуемых почв в составе извлекаемой части гумуса преобладают гуминовые кислоты (ГК). Максимальное относительное содержание ГК (40,3-56,5%) в целинных почвах. В пахотных неорошаемых и орошаемых почвах доля ГК значительно ниже (21,8-35,7%). В залежных почвах наблюдается отчетливое возрастание доли ГК (28-44%). Суммарное содержание фульвокислот (ФК) в целинных почвах колеблется от 17,2 до 20,9%. Более высокие показатели доли ФК (21,4-33,7%) имеют пахотные неорошаемые и залежные почвы.

Ключевые слова: темно-каштановые почвы, Западный Казахстан, гуминовые и фульвокислоты, негидролизуемый остаток (гумин).

Гумус неоднороден по составу, что предопределено степенью разложения органических веществ, характером их превращений и обусловлено связями гумусовых соединений друг с другом и с минеральной частью почвы [1].

Для определения состава гумуса имеется ряд методов. В настоящее время в почвенной практике широко используют оригинальное, введенное И.В.Тюриным, подразделение гумусовых веществ на группы и фракции, тесно связанное с задачами познания генезиса, географии, диагностики и плодородия почв [8, 9]. В разное время широко применяли различные методы и модификации метода И.В.Тюрина [5, 6]. Известно, что гумусовые вещества почв не являются индивидуальными химическими соединениями, а представляют гетерогенную систему органических веществ сложного состава и строения. Поэтому любая методика разделения гумуса на группы и фракции имеет до известной степени условный, сравнительный характер.

Исследования ряда ученых по сравнению методов показали, что более рациональна схема И.В.Тюрина в модификации В.В.Пономаревой, Т.А.Плотниковой [8, 9], как наиболее полная и в то же время быстрая в выполнении, лишенная жестких кислотных обработок [2, 3, 4, 7].

Для изучения группового и фракционного состава гумуса темно-каштановых почв Западного Казахстана применяли методику В. В. Пономаревой и Т.А.Плотниковой [6]. Метод определения фракционно-группового состава гумуса основан на разделении веществ по формам связи их с минеральными компонентами почвы.

Для исследования гумусового режима темно-каштановых почв взяли почвы, сформированные на сыровых отложениях вблизи города Уральска, (Зеленовский район): темно-каштановые целинные почвы (разрезы 11, 12); темно-каштановые, неорошаемые, используемые в пашне непрерывно 50 лет (разрезы 9, 10); темно-каштановые орошаемые в течение 50 лет (разрезы 7, 8); темно-каштановые, находящиеся в залежи 5 лет, до этого орошались (разрезы 5, 6); темно-каштановые почвы, находящиеся в залежи 10 лет, до этого не орошались (разрез 3); темно-каштановые почвы, находящиеся в залежи 15 лет, до этого орошались (разрезы 1, 2). Целинные темно-каштановые почвы характеризуются сформированной дерниной мощностью 3 см. Хорошо выражен гумусово-аккумулятивный горизонт А мощностью 15-24 см. Горизонт В достигает глубины 34-42 см. Горизонт В₁ хорошо выражен и распространяется до глубины 89-107 см.

Пахотные неорошаемые темно-каштановые почвы (разрезы 9, 10) используют в настоящее время под возделывание полевых зерновых культур. Они вскипают с поверхности. Пахотный

горизонт хорошо выражен и имеет мощность 30-33 см. Горизонт В простирается до глубины 41-43 см. Отчетливый карбонатный горизонт распространяется до глубины 96-117 см. Массив орошаемых темно-каштановых почв выбран на территории опытной станции. На орошаемом массиве возделывают кукурузу, люцерну, овощные и другие культуры. Почвы вскипают с поверхности. Мощность горизонтов профиля примерно такая же, как и в пахотных неорошаемых почвах.

Залежные почвы, представленные разрезами 5, 6 (с пятилетним периодом залежи), характеризуются хорошо выраженным пахотным горизонтом мощностью 32-40 см. Горизонт В₁ простирается до 65-80 см. Хорошо выражен карбонатный горизонт. В залежных почвах с 10-летним периодом залежи (разрез 3) пахотный горизонт хорошо развит. Горизонт В₁ простирается до 39-46 см. В залежных почвах с 15-летним периодом залежи (разрезы 1, 2) хорошо сохранились пахотный горизонт и горизонт В₁. Мощность горизонтов А_п+В₁ составляет 44-46 см.

Все исследуемые темно-каштановые почвы среднесуглинистые в верхних гумусовых горизонтах и тяжелосуглинистые в средней части почвенного профиля. Во всех исследуемых темно-каштановых почвах основные гранулометрические частицы – песчаные, крупно-пылеватые и илестые. Содержание средней и мелкой пыли изменяется незначительно. Отчетливо выражено элювирование ила из верхних горизонтов в нижние. В орошаемых и залежных почвах, которые до этого орошались, наблюдается заметное накопление песчаных частиц в верхних горизонтах.

Исследуемые почвы характеризуются щелочной реакцией в гумусовых горизонтах. Показатели рН_{Н2О} изменяются от 8,10 до 8,68. В горизонтах В_к рН_{Н2О} увеличивается от 8,43-8,80 в пахотных и залежных почвах до 9,15-9,20 в целинных почвах.

Суммарное количество обменных катионов в изучаемых каштановых почвах изменяется от 15 до 25 ммоль (экв.)/100 г почвы. Основными катионами почвенного поглощающего комплекса являются Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ и Na⁺. Доля кальция в составе обменных катионов в верхних гумусовых горизонтах изменяется от 56 до 81%. В других горизонтах почвенных профилей относительное содержание Ca²⁺ снижено до 35-52%. Относительное количество обменного катиона Mg²⁺ в составе обменных катионов в верхних гумусовых горизонтах составляет 10-20%, увеличиваясь в более глубоких горизонтах до 20-25%. Содержание обменного катиона Na⁺ изменяется от 7-13 % в верхних горизонтах до 20-24 % в нижних горизонтах. Относительная доля обменного катиона K⁺ характеризуется крайне низкими (4-9%) показателями.

Наиболее высокое содержание гумуса (4,4-5,0%) имеют целинные темно-каштановые почвы, а гумусовый профиль их охватывает верхнюю 80-сантиметровую толщу. Пахотные неорошаемые почвы характеризуются более низким содержанием гумуса в пахотном слое (3,31%). В остальных горизонтах почвенных профилей этих почв содержание гумуса такое же, как и в целинных. В отдельных разрезах этих почв (разрез 10) содержание гумуса даже выше, чем в целинных, что вызвано первоначальным более высоким количеством органического вещества. Орошаемые темно-каштановые почвы характеризуются наиболее высоким содержанием гумуса – 4,0-5,77%. Темно-каштановые почвы с пятилетним периодом нахождения в залежном состоянии менее обеспечены гумусом. В верхних гумусовых горизонтах содержание гумуса в них 2,64-3,14 %, а в горизонте В₁ – 1,87-2,07%. Темно-

каштановые почвы с 10- и 15-летним пребыванием в залежном состоянии характеризуются в целом благоприятной обеспеченностью гумусом – 3,35-4,69 %. Такое высокое содержа-

ние гумуса связано, скорее всего, с более высоким исходным содержанием гумуса пахотных (на богаре) и орошаемых почв.

1. Запасы гумуса в темно-каштановых почвах, т/га

| Слой поч- вы, см | Целинные почвы | | Пахотные неорошае- мые | | Пахотные орошае- мые | | Залежные | | | | |
|---------------------|----------------|-------|---------------------------|-------|-------------------------|------|----------|------|--------|------|--------|
| | | | | | | | 5 лет | | 10 лет | | 15 лет |
| | Р. 11 | Р. 12 | Р. 9 | Р. 10 | Р. 7 | Р. 8 | Р. 5 | Р. 6 | Р. 3 | Р. 1 | Р. 2 |
| 0-20 | 88 | 88 | 78 | 111 | 95 | 136 | 62 | 74 | 110 | 79 | 79 |
| 20-50 | 90 | 94 | 101 | 143 | 129 | 173 | 88 | 103 | 167 | 150 | 130 |
| 0-50 | 179 | 183 | 179 | 254 | 224 | 309 | 150 | 177 | 277 | 229 | 209 |
| 50-100 | 151 | 128 | 149 | 245 | 169 | 283 | 110 | 131 | 229 | 149 | 178 |
| 0-100 | 330 | 311 | 328 | 499 | 393 | 592 | 260 | 308 | 506 | 378 | 387 |

Запасы гумуса в темно-каштановых целинных почвах показаны в таблице 1. В пахотных темно-каштановых почвах на богаре запасы гумуса во всех совокупных слоях примерно такие же, как и в целинных почвах или превосходят их. Длительное орошение темно-каштановых почв способствовало аккумуляции гумуса в слое 0-20 см, равной 95-136 т/га, в слое 0-50 см – 224-309 и в метровой толще – 393-592 т/га. Такой уровень накопления гумуса в орошаемых почвах можно считать как средний (392 т/га), так и как высокий (592 т/га). В залежных темно-каштановых почвах (5 лет) аккумуляция гумуса в слое 0-20 см низкая (62-74 т/га) и средняя (260-308 т/га) в метровой толще. 15-летнее пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии привело к заметному снижению уровня гумусированности верхнего 20-сантиметрового слоя в сравнении как с орошаемыми, так и с целинными почвами.

Гуминовые кислоты. Абсолютное содержание гуминовых кислот первой фракции (ГК-1) в целинных темно-каштановых

почвах очень низкое (табл. 2). Низкое абсолютное содержание ГК-1 характерно также и для пахотных неорошаемых почв. Совершенно иная картина у орошаемых темно-каштановых почв. В этих почвах содержание ГК-1 увеличивается до 70,0 мг С/100 г. В залежных почвах с пятилетним периодом обеспеченность наиболее подвижной фракцией ГК-1 достаточно высокая. В других залежных почвах содержание ГК-1 снижено, но остается на более высоком уровне в сравнении с целинными и пахотными неорошаемыми почвами. В составе гумуса эта фракция ГК занимает небольшой удельный вес – 0,8-3,0%. Только в залежных почвах (5 лет) доля ГК-1 в составе гумуса достигает 5,33%. По содержанию «свободных» гуминовых кислот в составе всех фракций ГК все исследуемые темно-каштановые почвы имеют низкое и очень низкое содержание.

2. Фракционный состав гуминовых кислот

| Почвы | № раз- реза | Горизонт почвы, глубина, см | С, % к почве | С _{гк-1} | | С _{гк-2} | | С _{гк-3} | | Σ фракций | |
|--------------------------|----------------|---|-----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|----------------|
| | | | | мг С на 100 г почвы | % к С почвы | мг С на 100 г почвы | % к С почвы | мг С на 100 г почвы | % к С почвы | мг С на 100 г почвы | % к С почвы |
| Целинные | 11 | A 3-15 B ₁ 15-34 | 2,91 1,62 | 25 13 | 0,86 0,80 | 957 619 | 32,90 28,20 | 165 108 | 5,67 6,67 | 1147 740 | 39,43 45,67 |
| | 12 | A 3-24 B ₁ 24-42 | 2,55 1,33 | 32 19 | 1,25 1,45 | 887 613 | 34,80 46,80 | 108 108 | 4,24 8,24 | 1027 710 | 40,29 56,49 |
| Пахотные не-орошаемые | 9 | A _n 0-30 B ₁ 30-41 | 1,99 1,49 | 19 25 | 0,65 0,87 | 404 365 | 20,30 24,50 | 293 324 | 14,72 21,74 | 710 702 | 35,67 47,11 |
| | 10 | A _n 0-33 B ₁ 33-43 | 2,73 2,59 | 19 25 | 0,70 0,97 | 416 397 | 15,23 15,33 | 324 331 | 11,87 12,78 | 759 753 | 27,80 29,08 |
| орошаемые | 7 | A _n 0-33 B ₁ 33-57 | 2,32 1,83 | 58 32 | 2,50 1,75 | 443 302 | 19,10 16,50 | 96 51 | 4,14 2,79 | 597 985 | 25,74 21,04 |
| | 8 | A _n 0-30 B ₁ 30-98 | 3,35 2,39 | 70 64 | 2,10 2,68 | 593 360 | 16,09 15,06 | 121 58 | 3,61 2,43 | 730 482 | 21,80 20,17 |
| Залежные, 5 лет | 5 | A _n 0-32 B ₁ 32-65 | 1,53 1,20 | 45 64 | 2,94 5,33 | 332 292 | 21,70 24,33 | 51 64 | 3,33 5,33 | 428 420 | 27,97 34,99 |
| | 6 | A _n 0-40 B ₁ 40-80 | 1,82 1,08 | 76 13 | 4,18 1,20 | 360 280 | 19,78 25,92 | 58 45 | 3,17 4,17 | 494 338 | 27,13 31,29 |
| 10 лет | 3 | A _n 0-29 B ₁ 29-39 | 2,71 2,72 | 39 45 | 1,44 1,65 | 646 694 | 23,84 25,50 | 111 144 | 4,09 5,29 | 796 883 | 29,37 32,44 |
| 15 лет | 1 | A _n 0-28 B ₁ 28-46 | 1,94 1,93 | 59 46 | 3,04 2,38 | 429 520 | 22,11 26,94 | 164 281 | 8,45 14,56 | 652 847 | 33,60 43,88 |
| | 2 | A _n 0-26 B ₁ 26-44 | 1,94 1,90 | 46 33 | 7,76 6,12 | 416 389 | 21,44 20,47 | 131 118 | 6,75 6,21 | 593 540 | 30,56 28,42 |
| НСР _{0,5} | | | | 5,1 | | 4,4 | | 1,0 | | | |

Содержание гуминовых кислот второй фракции (ГК-2) наиболее высокое (см. табл. 2) в целинных темно-каштановых почвах. Во всех остальных исследуемых темно-каштановых почвах содержание ГК-2 значительно ниже. Длительное нахождение темно-каштановых почв в пахотном богарном состоянии привело к снижению абсолютного содержания этой фракции гумуса до 365 мг С/100 г почвы. Длительное орошение темно-каштановых почв способствовало небольшому возрастанию выхода ГК-2. В залежных почвах (5 лет) содержание ГК-2 наиболее низкое из всех исследуемых почв. 10- и 15-летнее пребывание этих почв в залежном состоянии способствовало значительному возрастанию количества ГК-2. Относительное участие ГК-2 в составе гумуса проявляется

по-разному. Самая высокая доля ГК-2 характерна для целинных темно-каштановых почв. В пахотных неорошаемых почвах относительное содержание ГК-2 в составе гумуса уменьшено до 15,23 %. В орошаемых темно-каштановых почвах доля ГК-2 еще ниже. В залежных почвах относительное содержание ГК-2 в составе гумуса более высокое, чем в орошаемых почвах. В большинстве исследуемых темно-каштановых почв доля ГК-2 в составе всех фракций ГК высокая и очень высокая. Только в пахотных неорошаемых почвах относительное содержание ГК-2 в составе всей извлекаемой массы гуминовых кислот равно 52,7-56,9 %.

Абсолютное содержание гуминовых кислот третьей фракции (ГК-3) в целинных темно-каштановых почвах составляет

108-165 мг С/100 г почвы. Максимальное их количество аккумулируется в пахотных неорошаемых почвах. Орошение почв привело к существенному уменьшению выхода данной фракции. Самое низкое содержание ГК-3 наблюдается в залежных почвах с пятилетним периодом. Более длительное пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии до 10-15 лет привело к небольшому возрастанию выхода ГК-3. Относительное содержание ГК-3 в составе гумуса в целинных темно-каштановых почвах изменяется от 4,24 до 8,24 %. В пахотных неорошаемых почвах доля ГК-3 в составе гумуса наиболее высокая. В орошаемых почвах относительное содержание данной фракции ГК очень низкое. Аналогичные низкие показатели участия ГК-3 в составе гумуса наблюдаются в залежных почвах с 5- и 10-летним периодом. Нахождение темно-каштановых почв в залежном состоянии 15 лет привело к возрастанию доли ГК-3 в составе гумуса до 14,56%. Относительное содержание ГК-3 в составе всех фракций ГК в целинных темно-каштановых почвах изменяется от 10,50 до 14,63%. В пахотных неорошаемых почвах доля ГК-3 достигает 46%. В орошаемых почвах относительное количество ГК-3 среди всех фракций ГК изменяется от 12,01 до 16,57%. 15-летнее пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало возрастанию показателей участия ГК-3 в составе всех фракций ГК.

Фульвокислоты. Содержание кислоторастворимых фульвокислот (ФК-1а) в исследуемых темно-каштановых почвах низкое (табл. 3). В целинных и пахотных неорошаемых почвах абсолютное количество ФК-1а изменяется от 51 до 63 мг С/100 г. Орошение почв привело к значительному уменьшению кислоторастворимой фракции ФК. В залежных почвах (5 лет) количество ФК-1а уменьшено до 26 мг С/100 г, напротив,

10- и 15-летнее пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало некоторому возрастанию содержания ФК-1а до 46-59 мг С на 100 г. В составе гумуса эта фракция занимает низкий удельный вес – 1,64-3,89%. Более существенные различия отмечены в показателях относительного участия ФК-1а в составе всех фракций ФК. Доля ФК-1а в составе ФК наиболее высокая в целинных и пахотных неорошаемых почвах -10,79-18,59%. В других почвах относительное количество ФК-1а в составе ФК изменяется от 8,05 до 10,50%.

Содержание щелочнорастворимой фракция (ФК-1) также низкое. В пахотных неорошаемых почвах содержание ФК-1 существенно более высокое, чем в целинных почвах. В орошаемых почвах амплитуда колебаний показателей обеспеченности ФК-1 более высокая. В залежных темно-каштановых почвах содержание ФК-1 очень низкое. В составе гумуса данная фракция ФК занимает незначительный удельный вес – 1,58-4,23%. Относительное участие ФК-1 в составе всех фракций ФК характеризуется большим разбросом показателей. В целинных темно-каштановых почвах доля ФК-1 в составе всех фракций ФК в горизонте А составляет 8,65-10,17%, а в горизонте В₁ достигает 15,03-16,06 %. В пахотных неорошаемых почвах относительное количество ФК-1 в массе извлекаемых ФК изменяется по горизонтам незначительно – 10,19-13,55%. В орошаемых почвах наиболее высоким относительным количеством ФК-1 среди всех фракций ФК обладают пахотные горизонты – 13,53-23,90%. Примерно таким же высоким относительным содержанием ФК-1 в составе всех фракций ФК характеризуются залежные почвы (5 лет). 10- и 15-летнее пребывание почв в залежном состоянии привело к снижению этого показателя до 5,66 %.

3. Фракционный состав фульвокислот

| № разреза | Горизонт почвы | Глубина почвы, см | С, % к почве | 3. Фракционный состав фульвокислот | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------------------|--------------|------------------------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | | С _{фк-1а} | | С _{фк-1} | | С _{фк-2} | | С _{фк-3} | | Σ фракций | |
| | | | | мг С/100 г почвы | % к С почвы | мг С/100 г почвы | % к С почвы | мг С/100 г почвы | % к С почвы | мг С/100 г почвы | % к С почвы | мг С/100 г почвы | % к С почвы |
| Целинные темно-каштановые почвы | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | A | 3-15 | 2,91 | 57 | 1,96 | 57 | 1,86 | 236 | 8,11 | 185 | 6,36 | 535 | 18,29 |
| | B ₁ | 15-34 | 1,62 | 51 | 3,15 | 44 | 2,72 | 109 | 6,73 | 189 | 5,49 | 293 | 18,09 |
| 12 | A | 3-24 | 2,55 | 51 | 2,00 | 38 | 1,49 | 191 | 7,49 | 159 | 6,24 | 439 | 17,22 |
| | B ₁ | 24-42 | 1,33 | 51 | 3,89 | 44 | 3,36 | 96 | 7,33 | 83 | 6,34 | 274 | 20,92 |
| Пахотные неорошаемые темно-каштановые почвы | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | A _n | 0-30 | 1,99 | 57 | 2,68 | 63 | 3,17 | 235 | 11,81 | 114 | 5,73 | 469 | 23,39 |
| | B ₁ | 30-41 | 1,49 | 51 | 3,42 | 63 | 4,23 | 248 | 16,64 | 227 | 8,52 | 489 | 32,81 |
| 10 | A _n | 0-33 | 2,73 | 63 | 2,31 | 57 | 2,09 | 319 | 11,68 | 121 | 4,43 | 560 | 20,51 |
| | B ₁ | 33-43 | 2,59 | 51 | 1,97 | 63 | 2,43 | 313 | 12,08 | 127 | 4,90 | 554 | 21,38 |
| Орошаемые темно-каштановые почвы | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | A _n | 0-33 | 2,32 | 38 | 1,64 | 53 | 2,28 | 211 | 9,09 | 89 | 3,84 | 391 | 16,85 |
| | B ₁ | 33-57 | 1,83 | 58 | 3,17 | 44 | 2,40 | 359 | 19,62 | 102 | 5,57 | 563 | 30,76 |
| 8 | A _n | 0-30 | 3,35 | 26 | 0,78 | 121 | 3,61 | 282 | 8,42 | 90 | 2,69 | 519 | 15,50 |
| | B ₁ | 30-98 | 2,39 | 58 | 2,43 | 12 | 0,50 | 294 | 12,30 | 51 | 2,13 | 415 | 17,36 |
| Залежные темно-каштановые (5 лет) почвы | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | A _n | 0-32 | 1,53 | 32 | 2,09 | 57 | 3,73 | 153 | 10,00 | 70 | 4,58 | 312 | 20,40 |
| | B ₁ | 32-65 | 1,20 | 38 | 3,17 | 19 | 1,58 | 152 | 12,67 | 38 | 3,17 | 247 | 20,59 |
| 6 | A _n | 0-30 | 1,82 | 26 | 1,43 | 38 | 2,09 | 78 | 4,29 | 95 | 5,22 | 237 | 13,03 |
| | B ₁ | 30-98 | 1,08 | 32 | 2,96 | 89 | 8,24 | 13 | 1,20 | 64 | 5,93 | 198 | 18,33 |
| Залежные темно-каштановые (10 лет) почвы | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | A _n | 0-29 | 2,71 | 65 | 2,40 | 33 | 1,22 | 451 | 16,64 | 144 | 5,31 | 693 | 25,57 |
| | B ₁ | 29-39 | 2,72 | 59 | 2,17 | 39 | 1,43 | 439 | 16,14 | 150 | 5,51 | 687 | 25,26 |
| Залежные темно-каштановые (15 лет) почвы | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | A _n | 0-28 | 1,94 | 46 | 2,37 | 51 | 2,63 | 335 | 17,27 | 124 | 6,39 | 556 | 28,66 |
| | B ₁ | 28-46 | 1,93 | 59 | 3,06 | 45 | 2,76 | 407 | 21,09 | 131 | 6,79 | 642 | 33,70 |
| 2 | A _n | 0-26 | 1,94 | 46 | 2,37 | 39 | 2,01 | 336 | 17,32 | 150 | 7,73 | 571 | 29,43 |
| | B ₁ | 26-44 | 1,90 | 39 | 2,05 | 39 | 2,05 | 238 | 12,53 | 104 | 5,47 | 420 | 22,10 |
| НСР _{0,5} | | | | 8,2 | | 6,5 | | 4,7 | | 7,8 | | | |

Выход второй фракции фульвокислот (ФК-2) имеет очень широкую амплитуду колебаний. Горизонты А более обеспечены ФК-2, а горизонты В₁ – менее. В составе гумуса эта фракция занимает небольшой удельный вес – 6,73-8,11%. Доля ее в составе всех фракций ФК в целинных темно-каштановых почвах колеблется в пределах 43,49-44,34% в горизонте А и 35,04-37,20% в горизонте В₁. В пахотных не-

орошаемых почвах выход ее более высокий – 235-319 мг С/100 г почвы. Доля ее в составе гумуса увеличена до 11,68-16,64 %. В составе всех фракций ФК она занимает очень большой удельный вес — 50,49-56,95%. В орошаемых почвах показатели абсолютного содержания ФК-2 примерно такие же, как и в неорошаемых пахотных почвах. Относительное содержание этой фракции в составе гумуса в горизонте А_n

более низкое – 8,42-9,09%, в то время как в горизонте В₁ оно более высокое – 12,30-19,62%. Такая же закономерность прослеживается и в показателях, отражающих долю ФК-2 в составе всех фракций ФК. В горизонте А_п они колеблются в пределах 53,95-54,32%, а в горизонте В₁ – 63,78-70,85%. Длительное пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало наиболее высокому абсолютному содержанию ФК-2 – 16,14-21,09 % доли ее в составе гумуса. В составе всей массы ФК данная фракция занимает 56,70-65,08%.

Количество фульвокислот третьей фракции (ФК-3) в исследуемых темно-каштановых почвах существенно изменяется. В целинных почвах обеспеченность ФК-3 в горизонте А более высокая (159-185 мг С/100 г), а в горизонте В₁ – более низкая (83-89 мг С/100 г). Относительная доля ФК-3 в составе гумуса небольшая – 5,49-6,35%, в составе всей извлекаемой массы ФК она колеблется от 30,31 до 36,25%. В пахотных неорошаемых почвах абсолютное содержание ФК-3 более низкое, чем в целинных почвах. Доля ее в составе гумуса также более низкая – 4,43-5,73%. В составе всех фракций ФК она занимает небольшой удельный вес – 22,93-25,71%. Орошение темно-каштановых почв привело к еще большему снижению выхода ФК-3 – 51-102 мг С/100 г. Относительное количество этой фракции в составе гумуса характеризуется наиболее низкими показателями – 2,69-3,84%. В составе всех фракций ФК она составляет всего 17,36-22,79%. В залежных (5 лет) почвах содержание ФК-3 изменяется. В составе гумуса эта фракция занимает небольшой удельный вес – 4,58-5,93%. Показатели участия ФК-3 в составе всех фракций ФК колеблются существенно – от 22,46 до 40,07%. Увеличение периода залежного состояния темно-каштановых почв до 10 и 15 лет

способствовало более высокому выходу ФК-3. В составе всех фракций ФК доля ФК-3 колеблется в пределах 21,86-24,74%.

При применении щелочных вытяжек для определения группового и фракционного состава извлекалось из почв неодинаковое количество гумусовых веществ. Доля извлекаемой части гумуса изменяется в исследуемых почвах от 37,30 до 79,92%. Наибольшая их масса приходится на целинные и пахотные неорошаемые почвы (57,10-77,41%). В орошаемых темно-каштановых почвах основная масса гумуса связана с минеральной частью (табл. 4), здесь извлекалось из почвы 37,0-51,8% гумусовых веществ (ГВ). В залежных темно-каштановых почвах (5 лет) извлекаемость ГВ более высокая (48,37-55,58%). Нахождение темно-каштановых почв в течение 10 и 15 лет в залежном состоянии способствовало более высокому выходу гумусовых веществ – 55,00-77,58%.

Доля гуминовых кислот в составе извлекаемых ГВ изменяется в изучаемых почвах. Максимальное относительное содержание ГК аккумулируется в целинных темно-каштановых почвах. В пахотных неорошаемых почвах доля ГК значительно ниже, чем в целинных почвах. Длительное орошение этих почв привело к очень большому снижению доли ГК в составе гумуса – 21,80-25,74%. В залежных почвах наблюдается отчетливое возрастание относительной доли ГК.

По степени гумификации гумус целинных темно-каштановых почв характеризуется очень высокой степенью гумификации (> 40 %). В пахотных неорошаемых почвах гумус имеет высокую степень гумификации. В пахотных орошаемых почвах гумус средней степени гумификации. В темно-каштановых залежных почвах в связи с возрастанием доли ГК гумус характеризуется средней и высокой степенями гумификации.

4. Групповой состав гумуса темно-каштановых почв, % от валового содержания гумуса

| 4. Групповой состав гумуса темно-каштановых почв, % от валового содержания гумуса | | | | | | | |
|---|----------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Почва | № разре- за | Горизонт почвы, глы- бина, см | Содержание общего С, % | Гуминовые кис- лоты | Фульво- кислоты | Негидроли- зуемый остаток | С _{ГК} / С _{ФК} |
| | | | | % | | | |
| Целинная | 11 | A ₁ 3-15 | 2,91 | 39,43 | 18,29 | 42,28 | 2,16 |
| | | B ₁ 15-34 | 1,62 | 45,67 | 18,09 | 36,24 | 2,52 |
| | 12 | A ₁ 3-24 | 2,55 | 40,29 | 17,22 | 42,49 | 2,34 |
| | | B, 24-42 | 1,31 | 56,49 | 20,92 | 22,59 | 2,70 |
| Пахотная неорошаемая | 9 | A _п 0-30 | 1,99 | 35,67 | 23,39 | 40,94 | 1,53 |
| | | B ₁ 30-41 | 1,49 | 47,11 | 32,81 | 20,08 | 1,44 |
| | 10 | A _п 0-33 | 2,73 | 27,80 | 20,51 | 51,69 | 1,36 |
| | | B ₁ 33-43 | 2,59 | 29,08 | 21,38 | 49,54 | 1,36 |
| Пахотная орошаемая | 7 | A _п 0-33 | 2,32 | 25,74 | 16,85 | 57,41 | 1,53 |
| | | B ₁ 33-57 | 1,83 | 21,04 | 30,76 | 48,20 | 0,69 |
| | 8 | A _п 0-30 | 3,35 | 21,80 | 15,50 | 62,70 | 1,41 |
| | | B ₁ 30-98 | 2,68 | 20,17 | 17,36 | 62,47 | 1,16 |
| Залежная, 5 лет | 5 | A _п 0-32 | 1,53 | 27,97 | 20,40 | 51,63 | 1,37 |
| | | B ₁ 32-65 | 1,20 | 34,99 | 20,59 | 44,42 | 1,70 |
| | 6 | A _п 0-40 | 1,82 | 27,13 | 13,03 | 59,84 | 2,08 |
| | | B ₁ 40-80 | 1,08 | 31,29 | 18,33 | 50,38 | 1,70 |
| Залежная, 10 лет | 3 | A _п 0-29 | 2,71 | 29,37 | 25,57 | 45,06 | 1,15 |
| | | B ₁ 29-39 | 2,72 | 32,44 | 25,26 | 42,30 | 1,28 |
| Залежная, 15 лет | 1 | A _п 0-28 | 1,94 | 33,60 | 28,66 | 37,74 | 1,17 |
| | | B ₁ 28-46 | 1,93 | 43,80 | 33,70 | 22,42 | 1,30 |
| | 2 | A _п 0-26 | 1,94 | 30,56 | 29,43 | 40,01 | 1,04 |
| | | B ₁ 26-44 | 1,90 | 28,42 | 22,10 | 49,48 | 1,29 |

В целинных темно-каштановых почвах доля фульвокислот в составе гумуса достаточно постоянна. В пахотных неорошаемых почвах проявляется отчетливая тенденция к возрастанию относительного содержания ФК. В орошаемых почвах доля ФК минимальная. В залежных почвах наблюдается четкое возрастание доли ФК в составе гумуса.

Соотношение С_{ГК}:С_{ФК} – важный показатель степени и глубины гумификации органического вещества почвы. В целинных темно-каштановых почвах (см. табл. 4) этот показатель > 2. При этом отчетливо проявляется тенденция более низких величин его в горизонте А. В горизонте В₁ с увеличением степени гумификации соотношение С_{ГК}:С_{ФК} возрастает. Длительное сельскохозяйственное использование темно-каштановых почв без орошения привело к существенному снижению этого соотношения. При орошении данных почв это соотношение еще больше снижается, особенно в горизон-

те В₁. В залежных темно-каштановых почвах С_{ГК}:С_{ФК} либо возрастает, либо остается на уровне орошаемых почв. Оно, как правило, > 1. Такое соотношение С_{ГК}:С_{ФК} свидетельствует о формировании фульватно-гуматного типа гумуса практически во всех исследуемых темно-каштановых почвах, кроме целинных, у которых тип гумуса гуматный.

Таким образом, доля гуминовых кислот в составе извлекаемых гумусовых веществ существенно изменяется по изучаемым почвам. Максимальное относительное содержание ГК имеют целинные темно-каштановые почвы. В пахотных неорошаемых и орошаемых почвах доля ГК значительно ниже. В залежных почвах наблюдается отчетливое возрастание доли ГК в составе гумуса. По степени гумификации гумус целинных почв характеризуется очень высокой степенью гумификации, пахотных – высокой, а орошаемых почв – средней.

Суммарное содержание ФК в целинных почвах колеблется. Более высокие показатели доли ФК в составе гумуса имеют пахотные неорошаемые и залежные почвы. Орошаемые темно-каштановые почвы характеризуются гумусом, в котором доля ФК минимальна.

Наиболее высокое соотношение $C_{ГК}:C_{ФК}$ имеют целинные почвы. В пахотных неорошаемых почвах этот показатель ниже. В пахотных орошаемых почвах, особенно в горизонте B_1 , соотношение $C_{ГК}:C_{ФК}$ снижено до 0,69. В горизонте A_n оно равно 1,41-1,53. В залежных почвах соотношение $C_{ГК}:C_{ФК}$ изменяется от 1,04 до 1,70. Кроме целинных почв, гумус всех остальных почв фульватно-гуматный.

Литература

1. Безуглова О. С. Гумусовое состояние почв юга России. – Ростов-на-Дону: изд-во СКНЦВШ, 2001. – 228 с.
2. Кирюшин В. Н., Лебедева И. Н. Сравнительная характеристика методов определения состава гумуса почв черноземно-солонцового комплекса северного Казахстана.// Агрохимия. - 1970. – С. 141-143.

3. Кузьмина К. И. Сравнительное изучение методов определения качественного состава гумуса различных почв.- Известия ТСХА.- Вып. 5, 1974. – С. 79-87.
4. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. О растворимости в воде препаратов гуминовых кислот, выделенных из профилей чернозема, серой и бурой лесной почвы// Почвоведение.- 1975.- №9.
5. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Методика и некоторые результаты фракционирования чернозёма// Почвоведение.- 1968.- №11. – С. 104-117.
6. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование.- Л.: Наука, 1980. – 222 с.
7. Плотникова Т. А., Орлова Н. Е. Использование модифицированной схемы Пономаревой-Плотниковой для определения состава, природы и свойств гумуса почв// Почвоведение.- 1984.- №8. – С. 120-130.
8. Тюрин И. В. Из результатов работ по изучению состава гумуса в почвах СССР. Проблемы современного почвоведения// Сб. 11. – М., 1940. – С. 173-188. 9. Тюрин И. В. К методике анализа для сравнительного изучения состава почвенного перегноя или гумуса// Тр. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, 1951.

GROUP AND FRACTIONAL COMPOSITION OF HUMUS IN DARK CHESTNUT SOILS OF THE WESTERN KAZAKHSTAN

I.N Donskikh¹, E.V. Baranova¹, S.Zh. Rakhimgalieva²

¹*St. Petersburg State Agrarian University*

Petersburgskoe sh. 2, Pushkin, St. Petersburg, 196601 Russia E-mail: agrosoil@rambler.ru, zuka-mazuka@mail.ru

²*Zhamgit Khan West-Kazakhstan Agrarian-Technical University, ul. Zhamgit Khan 51, Ural'sk, 090009 Kazakhstan Republic, E-mail: saule-ra@mail.ru*

The group and fractional composition of humus from dark chestnut soils under different use in Western Kazakhstan has been studied. In most of the studied soils, humic acids (HAs) prevail in the extractable humus component. The maximum relative content of HAs (40.3--56.5%) is in virgin soils. The portion of HAs in irrigated and unirrigated arable soils is significantly lower (21.8--53.7%). A distinct increase in the portion of HAs is observed in fallow soils (28--44%). The total content of fulvic acids (FAs) in virgin soils varies from 17.2 to 20.9%. Higher portions of FAs (21.4--33.7%) are in unirrigated arable and fallow soils.

Keywords: dark chestnut soils, Western Kazakhstan, humic and fulvic acids, unhydrolyzable residue (humus).