

ВОДОРАСТВОРИМОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ПОЧВАХ  
СКЛОНОВОГО АГРОЛАНДШАФТА КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

V.V. Chuprova, I.V. Zhukova

WATER-SOLUBLE ORGANIC MATTER IN THE SOILS OF THE SLOPE AGROLANDSCAPE  
OF KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

**Чупрова В.В.** – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: soil-valentina@yandex.ru

**Жукова И.В.** – асп. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: krukova.87@mail.ru

**Chuprova V.V.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: soil-valentina@yandex.ru

**Zhukova I.V.** – Post-Graduate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: krukova.87@mail.ru

В статье рассмотрены экспериментальные материалы по содержанию и динамике водорастворимого органического вещества в агрочерноземах и их зависимости от свойств почв и растительных остатков. Исследования проведены на склоновом агроландшафте (катене) в учхозе «Миндерлинское», расположенном в центральной части Красноярской лесостепи. Пробные площади выделены на плакорной части склона (1 п.п. – элювиальный тип агроландшафта), средней пологой части склона (2 п.п. – трансэлювиальный тип агроландшафта), нижней с микрозападинами части склона (3 п.п. – трансэлювиально-аккумулятивный тип агроландшафта) и крупном блюдцеобразном понижении, или западине (4 п.п. – трансаккумулятивный тип агроландшафта) в шлейфе этого склона. Пробные площади 1 и 2 характеризуются черноземами обыкновенными в комплексе с выщелоченными, 3 – лугово-черноземной почвой, 4 – черноземно-луговой почвой. Почвенные образцы для определения запасов растительных остатков и содержания углерода органического вещества отбирались 3 раза за вегетационный сезон 2015–2016 гг. с глубин 0–5, 5–10, 10–20, 20–30 см. Количество валового углерода ( $C_{вал}$ ) определялось по методу Тюрина, водорастворимого ( $C_{вод}$ ) – методом бихроматной окисляемости в водной вытяжке при соотношении 1 (почва):5(вода). Показано, что химическое фрак-

ционирование органического вещества почв водной вытяжкой позволяет извлекать только часть активного пула, около 1 % от  $C_{вал}$ . В ряду почв черноземно-луговая > лугово-черноземная > чернозем обыкновенный наблюдается постепенное, статистически не значимое, уменьшение пула  $C_{вод}$ . Содержание водорастворимого органического вещества в 0–30 см слое почв является относительно стабильным. Установлена взаимозависимость между количеством и качеством поступающих в почву растительных остатков и содержанием водорастворимого органического вещества. Пул водорастворимого органического вещества увеличивается в почвах с более высокими запасами растительных остатков. Уменьшение поступления свежих растительных остатков приводит к снижению запасов водорастворимого ОВ.

**Ключевые слова:** катена, почва, активное органическое вещество, водорастворимое органическое вещество, растительные остатки.

*In the study experimental materials according to the contents and dynamics of water-soluble organic matter in agrochernozyoms and their dependence on the properties of soils and vegetable remains were considered. The researches were conducted on the slope agrolandscape (catena) on the training farm of "Minderlinskoye" located in the central part of Krasnoyarsk forest-steppe. Trial areas were*

marked on the plaky part of the slope (1 pp – eluvial type of the agrolandscape), the middle slope of the slope (2 pp – transeluvial type of the agrolandscape), the lower part with the microfalls of the slope part (3 pp – transeluvial-accumulative type of agrolandscape) and a large saucer-shaped depression or depression (4 pp – trans-cumulative agrolandscape type) in the slope of this slope. The trial areas 1 and 2 were characterized by ordinary chernozoms in a complex with lixivious, 3 – the meadow and chernozom soil, 4 – the chernozom and meadow soil. Soil samples for definition of stocks of vegetable remains and the content of carbon of organic substance were selected 3 times for a vegetative season of 2015–2016 from depths 0–5, 5–10, 10–20, 20–30 cm. The amount of gross carbon (Slope) was determined by Tyurin's method, water-soluble (Arch) – bichromated oxidability method in water extract at the ratio 1 (soil): 5 (water). It was shown that chemical fractionation of organic substance of soils water extract allowed to take only part of an active pool, about 1 % from the slope. Among soils of chernozom and meadow > meadow and chernozem > ordinary chernozom was observed gradual, statistically not significant, reduction of the pool of the arch. The content of water-soluble organic substance in 0–30 cm layer of soils was rather stable. Interdependence between the quantity and quality of the vegetable remained coming to the soil and the content of water-soluble organic substance was established. The pool of water-soluble organic substance increased in soils with higher stocks of vegetable remains. The reduction of receipt of fresh vegetable remains led to the decrease in stocks of water-soluble OM.

**Keywords:** catena, soil, active organic agent, water-soluble organic matter, vegetable residues.

**Введение.** Вся история изучения органического вещества (ОВ) почв связана с именем выдающегося ученого, создателя научной школы «гумусников» Ивана Владимировича Тюрина [12, 14]. Сложилось понимание, что почвенное ОВ отличается динамичностью, многокомпонентностью, гетерогенностью. С позиций генетической концепции ОВ является результатом почвообразовательного процесса и условий поддержания свойств и режимов почвы. В соот-

ветствии с агрономическими и агроэкологическими представлениями ОВ рассматривается в качестве источника питательных элементов, фактора плодородия и агресурса устойчивого земледелия. Однако особенностью исследований ОВ почв до сих пор остается «... наличие многочисленных противоречий во взглядах ...» [4] и положениях, касающихся состава, природы и механизмов образования компонентов (фракций) почвенного ОВ. С развитием теоретических и экспериментальных исследований появляются новые подходы по детальной дифференциации компонентов ОВ, более адекватно отвечающей их распределению в нативном (реальном) состоянии почвы [3, 7, 10]. Фракционирование и подразделение на пулы и фракции дает разностороннее представление о составе, свойствах и качестве ОВ почв, особенностях трансформации и устойчивости его к различным воздействиям.

Проблема трансформируемости ОВ в процессе почвообразования и использования почв поставлена И.В. Тюриным. Известная работа ученого о химической природе воднорастворимого гумуса [13], хотя и выполненная с целью изучения процесса подзолообразования, является также начальным этапом исследований по поиску наиболее информативных фракций ОВ в отношении почвенного плодородия. Следуя учению И.В. Тюрина, современные исследователи подразделяют ОВ по способности к трансформации на инертный (стабильный) и трансформируемый (минерализуемый) пулы. Инертный пул включает специфические гумусовые вещества, прочно связанные с минеральной частью почвы. В этом пуле органическое вещество консервативно и устойчиво к деградации. Трансформируемый пул, наиболее чувствительный к экзогенным воздействиям, состоит из органических веществ почвенных растворов и подвижных форм гумусовых веществ, экстрагируемых 0,1 n. NaOH. Самыми активными в этом пуле являются водорастворимые органические вещества почвенных растворов. Однако их роль в трансформации почвенных процессов и питания растений оценена недостаточно, что требует дальнейших сравнительных исследований.

**Цель исследований:** дать количественную оценку содержания и динамики водорастворимого органического вещества в агрочерноземах Красноярской лесостепи и показать зависимость этого параметра от свойств почв и поступающих свежих растительных остатков, контролирующей стабилизацию почвенного ОВ.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводились на лесостепной катене, сформированной на северном склоне междуречья Бузим-Миндерла в 2 км западнее п. Борск. Это одно из пахотных полей в учхозе Красноярского ГАУ «Миндерлинское». Землепользование этого хозяйства находится в центральной части Красноярской лесостепи Чулымо-Енисейской денудационной равнины [8]. Здесь наблюдается чередование равнинных, склоновых и западных форм рельефа, обязанных своим происхождением мерзлотно-солифлюкционным процессам. Пахотные земли располагаются не только на склонах с небольшой крутизной наклона (1–3°), но и на более крутых склонах, что приводит к дефляции и эрозии, снижающим плодородие почв (уменьшение мощности гумусового горизонта, содержания ОВ и питательных элементов), урожайность и качество выращиваемых культур.

В пределах катены, протяженностью около 1000 м, выбраны пробные площади, характеризующие следующие элементы рельефа: возвышенная плакорная часть склона (1 п.п. – элювиальный тип агроландшафта), средняя пологая часть склона (2 п.п. – трансэлювиальный тип агроландшафта), нижняя с микрозападинами часть склона (3 п.п. – трансэлювиально-аккумулятивный тип агроландшафта) и крупное блюдцеобразное понижение, или западина (4 п.п. – трансаккумулятивный тип агроландшафта) в шлейфе этого склона. Почвенный покров изучаемого объекта тесно связан с типами элементарных ландшафтов. Пробные площади 1 и 2 характеризуются черноземами выщелоченным и обыкновенным, 3 – лугово-черноземной почвой, 4 – черноземно-луговой почвой. Наибольшей комплексностью почвенного покрова отличаются трансэлювиально-аккумулятивный и трансаккумулятивный ланд-

шафты, сформированные полугидроморфными почвами.

На каждой пробной площади трижды за вегетационный сезон отбирались почвенные пробы для определения запасов растительных остатков методом микромонолита с глубин 0–5, 5–10, 10–20, 20–30 см в трехкратной повторности. Запасы растительных остатков учитывались методом отмывки монолитов на сите 0,25 мм в проточной воде. Отмытое растительное вещество фракционировалось на мортмассу и живые корни. После уборки урожая определялись запасы стерневых остатков с использованием шаблона 20 x 20 см. Полевые культуры (овсяно-ячменная смесь – 2015 г., пшеница – 2016 г.) на этом агроландшафте возделывались по плоскорезной обработке почвы. Почвенные образцы для анализа на содержание углерода ОВ отбирались в таких же слоях почвы и в те же сроки, что и пробы на растительные остатки. Количество валового углерода ( $C_{вал}$ ) определялось по методу Тюрина, водорастворимого ( $C_{вод}$ ) – методом бихроматной окисляемости в водной вытяжке при соотношении 1 (почва) : 5 (вода). Все полевые отборы почвенных образцов сопровождалось измерением в слоях 0–20 и 20–40 см температуры термометрами Саввинова и влажности почвы термовесовым методом.

Полученные данные обрабатывались статистическими методами с использованием программ Excel и Statistic.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Присутствующие в почве фракции ОВ имеют разную природу, химическую структуру, характер и силу связи с минеральными частицами и, как следствие, неодинаковую доступность микроорганизмам и растениям. Отдельные характеристики состава ОВ почвы получают методами химического фракционирования (экстракция водой и растворами солей, кислот и щелочей). Водорастворимое ОВ, отличаясь легкой миграцией и способностью к быстрой минерализации, составляет небольшую часть почвенного органического вещества, но при этом является одним из показателей биологической доступности [7]. Известно [16], что 19–50 % всего углерода органического вещества проходит через растворимую фракцию.

Полученные нами данные (табл. 1) показывают, что содержание извлекаемого водной вытяжкой органического вещества ( $C_{\text{вод}}$ ) в пахотном слое почв катены колеблется в пределах 0,016–0,034 %. Эта фракция почвенного ОВ совместно с фракциями, экстрагируемыми растворами солей и щелочей, относится к активному пулу. По [7, 17] активный пул представляет собой молодой, химически и физически незащищенный высокоэнергетический субстрат для микроорганизмов, быстро расходуемый в процессах образования макроагрегатов и способный к химическим и биохимическим реакциям. В его состав входят фрагменты неразложившихся растительных и животных остатков, микробная биомасса, продукты разложения, моно- (аминокислоты, моносахара) и полисахариды (аминосахара, фенолы), органические кислоты (в т. ч. фульвокислоты), а также органическое вещество твердых частиц и гранулометрических фракций песка, окисляемое перманганатом, неагрегированное и межагрегатное органическое вещество. Нужно отметить, что в последнее время обсуждается вопрос о некоторой условности при обозначении таких фракций ОВ, как «подвижное», «активное», «лабильное» и т. п., об осторожном использовании таких обозначений при интерпретации результатов исследований и необходимости унифицировать номенклатуру фракций. Более логичное обозначение (наименование) фракций предлагается делать по применяемому экстрагенту: водорастворимая, солерастворимая, щелочнорастворимая, кислоторастворимая [7]. Поэтому в своих рассуждениях мы используем этот подход.

Как видим (см. табл. 1), черноземы, лугово-черноземная и черноземно-луговая почвы незначительно различаются по содержанию водорастворимых органических соединений. Содержание  $C_{\text{вод}}$  практически не меняется в пределах исследуемого 0–30 см слоя почв во все сроки определения. Можно сказать лишь о тенденции увеличения  $C_{\text{вод}}$  в почвах 3 и 4 п.п., что обусловлено более высоким содержанием здесь  $C_{\text{вал}}$ . Возможно, наблюдаемое увеличение содержания ОВ на участках в нижней и шлейфово-

вой зонах (3 и 4 п.п.) склона обязано не только генезису почв, но и привнесению сюда мелкозема с плоскостным и внутрисочвенным стоком. Признаки эродированности в виде узких, но глубоких и протяженных промоин и намывов на этих пробных площадях отчетливо заметны. Предполагаем, что степень смытости почв может служить индикатором снижения доступности водорастворимых органических веществ и оценки эффективного плодородия. Однако на данном этапе исследований не обнаруживается зависимость количества  $C_{\text{вод}}$  от степени смытости почвы. Между тем известны исследования на черноземах и темно-серых лесных почвах Западной Сибири [9], показавшие существенное уменьшение экстрагируемых горячей водой фракций  $C_{\text{орг}}$  и  $N_{\text{общ}}$  как с глубиной, так и с усилением степени смытости почв.

Преобладающее накопление  $C_{\text{вод}}$  во всех почвах отмечается в весенний срок определения, когда присутствует много неразложившихся растительных остатков, поступивших накануне осенью после уборки урожая с корнями и стерней. Трансформируемые микроорганизмами свежие растительные остатки являются основным источником растворимых низкомолекулярных органических соединений. Температура и влажность почвы контролируют процессы минерализации [11]. Прогревание почвы в начале вегетационного периода до 9–10,5 °С и накопившиеся в слое 0–40 см запасы продуктивной влаги (от 85 мм на плакоре (1 п.п.) до 115 мм в западине шлейфа склона (4 п.п.)) активизируют микробиологические процессы и способствуют высвобождению водорастворимых соединений. В дальнейшем, по мере расхода легкодоступных источников питания и накопления трудно-разлагаемых соединений, наблюдается снижение количества растворимого углерода.

Величина коэффициента вариации позволяет оценить варьирование содержания валового и водорастворимого ОВ в почвенном слое 0–20 см как небольшое. Возрастание варьирования этих показателей в 20–30 см слое черноземов определяется наличием здесь признаков языковатости и неоднородности переходного горизонта.

Таблица 1

**Содержание водорастворимых соединений в составе почвенного органического вещества  
(среднее за 2015–2016 гг.), %**

Пробная площадь	Глубина образца, см	Май				Июль				Сентябрь			
		C <sub>вал</sub>		C <sub>вод</sub>		C <sub>вал</sub>		C <sub>вод</sub>		C <sub>вал</sub>		C <sub>вод</sub>	
		X + S <sub>x</sub>	V	X + S <sub>x</sub>	V	X + S <sub>x</sub>	V	X + S <sub>x</sub>	V	X + S <sub>x</sub>	V	X + S <sub>x</sub>	V
1	0–5	4,03+0,88	22	0,027+0,004	15	4,25+0,45	11	0,021+0,005	26	4,44+0,54	12	0,021+0,004	18
	5–10	4,19+0,50	12	0,029+0,004	13	4,35+0,22	5	0,021+0,003	14	4,21+0,55	13	0,022+0,003	12
	10–20	4,11+0,75	18	0,027+0,005	17	4,24+0,26	6	0,020+0,004	20	4,00+1,18	29	0,022+0,003	13
	20–30	3,33+1,46	44	0,026+0,006	24	3,99+0,30	8	0,025+0,017	67	3,01+1,62	54	0,020+0,005	26
2	0–5	4,07+0,74	18	0,026+0,003	11	3,34+0,31	9	0,016+0,009	54	3,56+0,45	13	0,022+0,004	19
	5–10	4,23+0,47	11	0,027+0,003	12	3,45+0,56	16	0,018+0,007	37	3,48+0,54	16	0,021+0,003	16
	10–20	4,42+0,47	12	0,029+0,002	6	3,36+0,65	19	0,017+0,007	42	3,58+0,81	23	0,019+0,003	14
	20–30	3,51+1,72	49	0,025+0,005	21	3,06+1,27	42	0,016+0,009	55	3,36+1,36	40	0,019+0,005	26
3	0–5	5,69+0,67	12	0,032+0,001	4	4,14+0,71	17	0,021+0,005	22	5,11+0,59	11	0,020+0,005	24
	5–10	5,72+0,80	14	0,031+0,003	11	4,29+0,63	15	0,025+0,009	34	5,22+0,95	18	0,022+0,004	18
	10–20	5,44+0,80	15	0,033+0,002	7	4,31+0,99	23	0,020+0,002	12	5,18+0,61	12	0,024+0,003	11
	20–30	5,84+0,60	10	0,033+0,003	10	4,20+1,58	38	0,023+0,004	16	5,24+0,85	16	0,025+0,005	19
4	0–5	5,67+0,63	11	0,034+0,004	12	5,11+0,36	7	0,024+0,003	13	5,16+0,41	8	0,027+0,006	21
	5–10	5,87+0,47	8	0,034+0,004	12	4,94+0,61	12	0,027+0,005	17	5,01+0,48	10	0,027+0,007	25
	10–20	5,98+0,44	7	0,034+0,003	9	5,43+0,47	9	0,026+0,004	15	4,79+1,03	22	0,027+0,006	24
	20–30	5,91+1,26	12	0,033+0,003	10	3,64+1,66	46	0,025+0,008	30	4,44+2,42	54	0,028+0,005	19

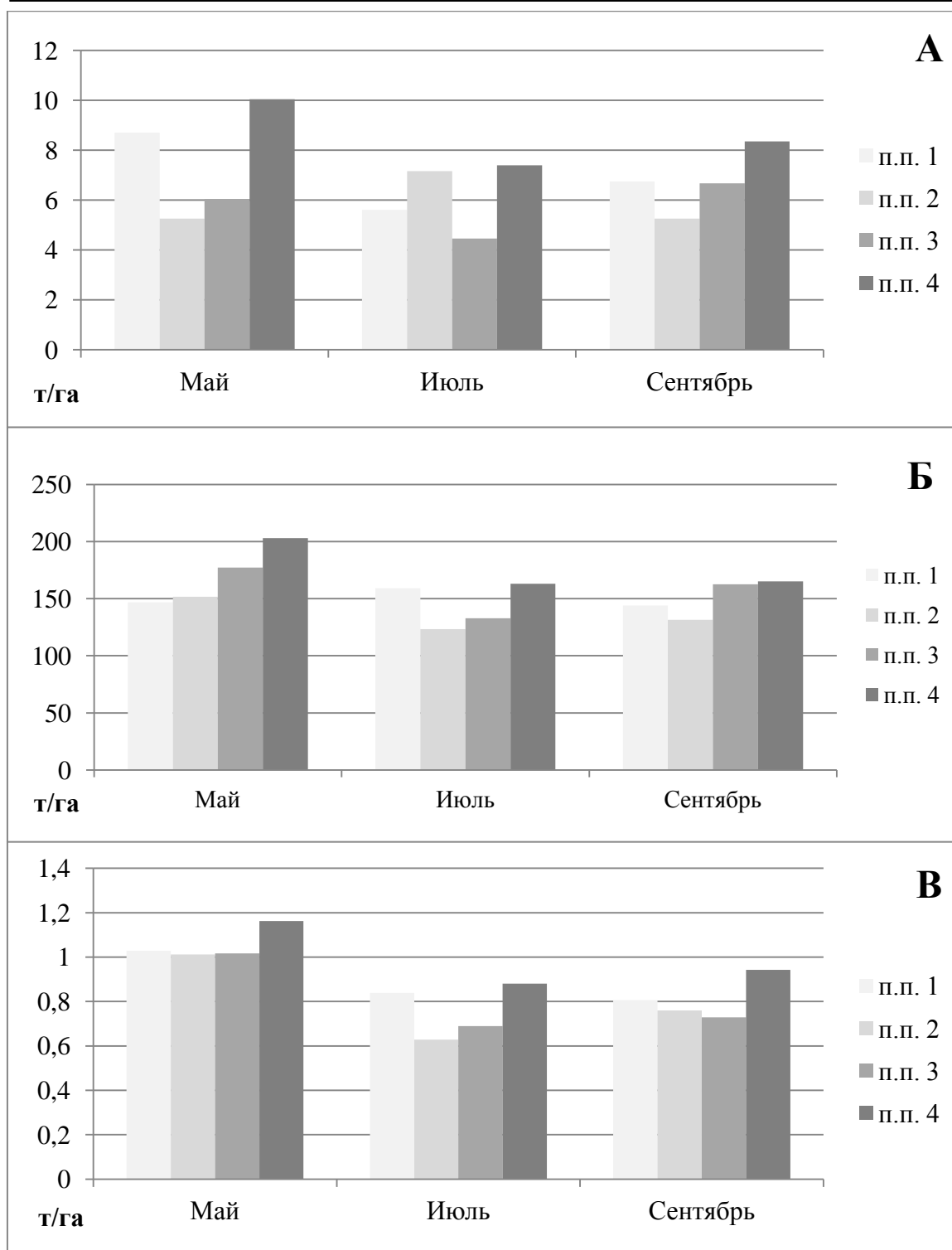
Таблица 2

**Доля водорастворимого углерода  
в составе органического вещества почв, %**

Пробная площадь	Глубина образца, см	Май	Июль	Сентябрь
1 – Чернозем обыкновенный	0–5	0,69	0,47	0,47
	5–10	0,79	0,48	0,52
	10–20	0,66	0,45	0,55
	20–30	0,78	0,63	0,67
2 – Чернозем обыкновенный	0–5	0,64	0,51	0,63
	5–10	0,64	0,46	0,61
	10–20	0,63	0,40	0,52
	20–30	0,71	0,52	0,56
3 – Лугово-черноземная	0–5	0,56	0,51	0,37
	5–10	0,56	0,58	0,44
	10–20	0,61	0,46	0,44
	20–30	0,56	0,55	0,48
4 – Черноземно-луговая	0–5	0,60	0,47	0,52
	5–10	0,58	0,55	0,54
	10–20	0,57	0,48	0,57
	20–30	0,54	0,69	0,64

Почвы катены по валовым запасам ОВ образуют следующий убывающий ряд: черноземно-луговая > лугово-черноземная > чернозем обыкновенный (рис.). В этом же ряду почв наблюдается постепенное уменьшение пула  $C_{вод}$ . Запасы растительных остатков, являющихся важнейшим источником воспроизводства запасов ОВ и питательных элементов в почве, варьируют в течение вегетационного сезона на всех участках склонового агроландшафта, что обусловлено неодинаковой интенсивностью протекающих здесь продукционно-деструкционных процессов. В любой из сроков определения запасы растительных остатков увеличиваются от плакорной до западной части склона. Характер трансформации и доступность растительных остатков почвенным микроорганизмам зависит от их ка-

чества. Наличие в них растворимых низкомолекулярных органических веществ (моносахаридов, аминокислот и органических кислот), стимулирующих жизнедеятельность микрофлоры, считается важной особенностью [6]. Как показано [5], в растительных тканях злаковых сельскохозяйственных культур содержится 27–33 % целлюлозы, 21–26 % гемицеллюлозы, 3 % белка и 18–21 % лигнина. По данным наших исследований [2], концентрация углерода в стерне, корнях и мортмассе в почвах на различных участках склонового агроландшафта изменяется в пределах 47–50 %; азота – 0,54–0,71; фосфора – 0,16–0,18; калия – 0,52–1,01; магния – 0,20–0,26 %. Наибольшие запасы биогенных элементов депонируются в растительных остатках на западине или трансаккумулятивной позиции катены.



Запасы: А – растительных остатков; Б – валового ОВ ( $C_{вал}$ ); В – водорастворимого ОВ ( $C_{вод}$ ) в почвах катены

Сравнительный анализ данных (см. рис.) указывает на определенные закономерности в динамике запасов  $C_{вал}$ ,  $C_{вод}$  и растительных остатков. При этом обнаруживается некоторая зависимость между оценками показателей. Как правило, чем выше запасы растительных остат-

ков, тем больше высвобождается водорастворимых соединений. Органическое вещество растительных остатков рассматривается в виде нескольких пулов с разными константами скорости минерализации слагающих их веществ и соединений [6, 15]. Быстроразлагаемую фрак-

цию образуют простые углеводы, аминокислоты, белки, медленноразлагаемый пул – целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин и лигнино-протеиновые комплексы. Поэтому обогащенность овсяно-ячменных и пшеничных остатков трудноразлагаемыми соединениями и обедненность их азотом являются причинами медленной минерализации, в результате чего продолжительное время сохраняется защищенность растительных тканей от растворения. Лишь на ранней стадии разложения в весенний срок определения, когда еще не израсходованы легко-трансформируемые соединения, наблюдается повышенное количество  $C_{вод}$ . Уменьшение поступления свежего растительного материала приводит к снижению запасов водорастворимого органического вещества.

Таким образом, водорастворимая фракция является ближайшим резервом активного (трансформируемого или потенциально минерализуемого) органического вещества. Содержание в почве водорастворимого ОВ допустимо в качестве диагностического показателя оценки качества почвы.

### Выводы

1. Химическое фракционирование органического вещества почв водной вытяжкой позволяет извлекать только часть активного пула ОВ – водорастворимого, рассматриваемого в качестве диагностического показателя биологической доступности почвенного ОВ.

2. Водорастворимое органическое вещество в почвах составляет небольшую часть активного и валового ОВ (около 1 % от  $C_{вал}$ ). В ряду почв черноземно-луговая > лугово-черноземная > чернозем обыкновенный наблюдается постепенное, статистически не значимое, уменьшение пула  $C_{вод}$ . Содержание водорастворимого органического вещества в 0–30 см слое почв на склоновом агроландшафте является относительно стабильным при определении в образцах весеннего, летнего и осеннего отборов.

3. Запасы растительных остатков, являющиеся важнейшим источником воспроизводства почвенного органического вещества, значительно выше в западной части склона, чем в плакорной. Пул водорастворимого органического вещества увеличивается в почвах с более вы-

сокими запасами растительных остатков. Уменьшение поступления свежих растительных остатков приводит к снижению запасов водорастворимого ОВ.

### Литература

1. Банкин М.П., Банкина Т.А., Земесзиркс Н.Э. Роль лабильных соединений углерода в процессах денитрификации и иммобилизации минерального азота // Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования: мат-лы докл. VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всерос. с междунар. участием науч. конф. (Петрозаводск-Москва, 13–18 августа 2012 г.) / Карельский научный центр РАН. – Петрозаводск, 2012. – Кн. 2. – С. 157–159.
2. Жукова И.В., Жуков З.С. Аккумуляция биогенных элементов в растительных остатках на агрочерноземах Красноярской лесостепи // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 11. – С. 78–85.
3. Кершенс М. Значение содержания гумуса для плодородия почв и круговорота азота // Почвоведение. – 1992. – № 10. – С. 122–131.
4. Кононова М.М. Исследования академика И.В. Тюрина в области изучения органического вещества почвы // Почвоведение. – 1962. – № 12. – С. 1–7.
5. Лыков А.М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 143 с.
6. Семенов В.М., Ходжаева А.К. Агроэкологические функции растительных остатков в почве // Агрехимия. – 2006. – № 7. – С. 63–81.
7. Семенов В.М., Когут Б.М. почвенное органическое вещество. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
8. Сергеев Г.М. Островные лесостепи и подтайга Приенисейской Сибири. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1971. – 262 с.
9. Смирнова Н.В., Нечаева Т.В. Минерализация запасов почвенного органического вещества и азота в склоновых агроландшафтах на юге Западной Сибири // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тез. докл. VII съезда



- Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всерос. с междунар. участием науч. конф. (Белгород, 15–22 августа 2016 г.). Ч. II / отв. ред. С.А. Шоба, И.Ю. Савин. – Белгород, 2016. – С. 59–60.
10. *Тейт III Р.* Органическое вещество почвы. – М.: Мир, 1991. – 400 с.
  11. *Тулина А.С., Семенов В.М.* Оценка чувствительности минерализуемого пула почвенного органического вещества к изменению температуры и влажности // Почвоведение. – 2015. – № 8. – С. 952–962.
  12. *Тюрин И.В.* Органическое вещество и его роль в почвообразовании и плодородии. Учение о почвенном гумусе. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1937. – 287 с.
  13. *Тюрин И.В.* К изучению процесса подзолообразования. Опыт изучения воднорастворимого гумуса подзолистой почвы // Почвоведение. – 1944. – № 10. – С. 441–455.
  14. *Тюрин И.В.* Вопросы генезиса и плодородия почв. – М.: Наука, 1966. – 287 с.
  15. *Чупрова В.В.* Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1997. – 166 с.
  16. *Kalbitz K., Kaiser K.* Contribution of dissolved organic matter to carbon storage in forest mineral soils // Plant Nutrition and Soil Sci. – 2008. – V. 171, № 1. – P. 52–60.
  17. *Wander M.* Soil organic matter fractions and their relevance to soil function // Soil organic matter in sustainable agriculture / Eds. F.Magdoff, R.R.Weil. Boca Raton etc.: CRC Press, 2004. – P. 67–102.
  18. *agrochernozemah Krasnojarskoj lesostepi // Vestn. KrasGAU.* – 2016. – № 11. – S. 78–85.
  19. *Kershens M.* Znachenie sodержaniya gumusa dlja plodorodija pochv i krugovorota azota // Pochvovedenie. – 1992. – № 10. – S. 122–131.
  20. *Kononova M.M.* Issledovanija akademika I.V. Tjurina v oblasti izuchenija organicheskogo veshhestva pochvy // Pochvovedenie. – 1962. – № 12. – S. 1–7.
  21. *Lykov A.M.* Vosproizvodstvo plodorodija pochv v Nechernozemnoj zone. – М.: Rossel'hozizdat, 1982. – 143 s.
  22. *Semenov V.M., Hodzhaeva A.K.* Agrojekologicheskie funkcii rastitel'nyh ostatkov v pochve // Agrohimija. – 2006. – № 7. – S. 63–81.
  23. *Semenov V.M., Kogut B.M.* pochvennoe organicheskoe veshhestvo. – М.: GEOS, 2015. – 233 s.
  24. *Sergeev G.M.* Ostrovnye lesostepi i podtajga Prienisejskoj Sibiri. – Irkutsk: Vost.-Sib. kn. izd-vo, 1971. – 262 s.
  25. *Smirnova N.V., Nechaeva T.V.* Mineralizacija zapasov pochvennogo organicheskogo veshhestva i azota v sklonovyh agrolandshafтах na jуге Zapadnoj Sibiri / Pochvovedenie – prodovol'stvennoj i jekologicheskoj bezopasnosti strany: tez. dokl. VII s'ezda Obshhestva pochvovedov im. V.V. Dokuchaeva i Vseros. s mezhdunar. uchastiem nauch. konf. (Belgorod, 15–22 avgusta 2016 g.). Ch. II / отв. red. S.A. Shoba, I.Ju. Savin. – Belgorod, 2016. – S. 59–60.
  26. *Tejt III R.* Органическое вещество почвы. – М.: Мир, 1991. – 400 с.
  27. *Tulina A.S., Semenov V.M.* Ocenka chuvstvitel'nosti mineralizuemogo пула pochvennogo organicheskogo veshhestva k izmeneniju temperatury i vlazhnosti // Pochvovedenie. – 2015. – № 8. – S. 952–962.
  28. *Tjurin I.V.* Органическое вещество и его роль в почвообразовании и плодородии. Учение о почвенном гумусе. – М.; Л.: Sel'hozgiz, 1937. – 287 с.
  29. *Tjurin I.V.* K izucheniju processa podzoloobrazovanija. Opyt izuchenija vodnorastvorimogo gumusa podzolistoj pochvy // Pochvovedenie. – 1944. – № 10. – S. 441–455.

#### Literatura

1. *Bankin M.P., Bankina T.A., Zemeszirks N.Je.* Rol' labil'nyh soedinenij ugleroda v processah denitrifikacii i immobilizacii mineral'nogo azota / Pochvy Rossii: sovremennoe sostojanie, perspektivy izuchenija i ispol'zovanija: mat-ly dokl. VI s'ezda Obshhestva pochvovedov im. V.V. Dokuchaeva. i Vseros. s mezhdunar. uchastiem nauch. konf. (Petrozavodsk-Moskva, 13–18 avgusta 2012 g.) / Karel'skij nauchnyj centr RAN. – Petrozavodsk, 2012. – Kn. 2. – S. 157–159.
2. *Zhukova I.V., Zhukov Z.S.* Akkumuljacija biogennyh jelementov v rastitel'nyh ostatkah na

14. *Tjurin I.V.* Voprosy genezisa i plodorodija pochv. – M.: Nauka, 1966. – 287 s.
15. *Chuprova V.V.* Uglerod i azot v agrojekosistemah Srednej Sibiri. – Krasnojarsk: Izd-vo KGU, 1997. – 166 s.
16. *Kalbitz K., Kaiser K.* Contribution of dissolved organic matter to carbon storage in forest mineral soils // *Plant Nutrition and Soil Sci.* – 2008. – V. 171, № 1. – P. 52–60.
17. *Wander M.* Soil organic matter fractions and their relevance to soil function // *Soil organic matter in sustainable agriculture* / Eds. F. Magdoff, R.R. Weil. Boca Raton etc.: CRC Press, 2004. – P. 67–102.

УДК 631.417.1

Н.Л. Кураченко, А.А. Колесник

### СТРУКТУРА И ЗАПАСЫ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ АГРОЧЕРНОЗЕМА В УСЛОВИЯХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

N. L. Kurachenko, A.A. Kolesnik

#### THE STRUCTURE AND STOCKS OF HUMUS SUBSTANCES OF AGROCHERNOZYOM IN THE CONDITIONS OF THE MAIN PROCESSING OF THE SOIL

**Кураченко Н.Л.** – д-р биол. наук, проф., зав. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: kurachenko@mail.ru

**Колесник А.А.** – асп. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: airlexxx@mail.ru

**Kurachenko N.L.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: kurachenko@mail.ru

**Kolesnik A.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: airlexxx@mail.ru

В полевом опыте в условиях Красноярской лесостепи дана оценка влияния ресурсосберегающих технологий основной обработки на структуру и запасы гумусовых веществ в агрочерноземе глинисто-иллювиальном. Исследование проведено в агроценозе пшеницы на 3 блоках основной обработки: I – отвальная вспашка ПН-5-35 на глубину 23–25 см; II – минимальная обработка дискатором БДШ-5.6 на глубину 13–15 см; III – нулевая обработка (прямой посев сеялкой «Агратор» 4.8). Показано, что в гумусе агрочернозема преобладают соединения, составляющие фонд стабильного гумуса. В условиях отвальной вспашки и нулевой обработки на их долю приходится 87–86 % от запасов  $S_{гумуса}$  в 0–20 см слое. Минимальная обработка способствует увеличению стабильных соединений гумуса до 89 %. Под-

вижные гумусовые вещества, переходящие в жидкую фазу, имеют невысокую долю – 11–15 %. Исследованиями установлено, что запасы  $S_{гумуса}$  в 0–20 см слое агрочернозема постепенно уменьшаются в ряду обработок: нулевая (93 т/га) – минимальная (86 т/га) – отвальная (84 т/га). По запасам подвижных гумусовых веществ типы основных обработок распределяются в следующий убывающий ряд: нулевая (13 т/га) – отвальная (11 т/га) – минимальная (9 т/га). Замена отвальной вспашки на ресурсосберегающие технологии основной обработки обуславливает тенденцию увеличения запасов гумуса в корнеобитаемом слое агроценоза пшеницы на 2 % в случае минимальной обработки и на 10 % на нулевом фоне. Изменение количества подвижных компонентов гумуса в условиях почвозащитных