

УДК 551: 631.416

Канд. геогр. наук Л.В. Лебедь *
Доктор с-х. наук А.И. Иорганский ****К ЗОНАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА
В КАЗАХСТАНЕ***ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ, ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД, ЗОНАЛЬНЫЕ
ПОЧВЫ*

В статье представлены предварительные расчеты запасов органического углерода в верхнем 0...0,3 м горизонте почв с ненарушенным сложением, выполненные на базе опубликованных в литературе диагностических почвенных показателей. Полученные результаты, могут быть использованы в национальной системе мониторинга и отчетности по выбросам парниковых газов от землепользования, включая сельскохозяйственное производство.

Природные и полуприродные экосистемы являются резервуарами для стока углекислого газа, который поступает из атмосферы по сложной цепи малого биологического круговорота углерода. На суше запасы органического углерода аккумулируются в основных его резервуарах – органическом веществе почвы (гумусе), биомассе растений, органике пресноводных водоемов, как элементах наземных экосистем, а также в полезных ископаемых. Глобальные запасы органического углерода в почве оцениваются величиной 2900 Гт, что больше в 3,5 раза по сравнению с его запасами в биомассе растений, которые составляют всего 828 Гт [1]. Природные условия и антропогенная деятельность сказываются на биохимических процессах фотосинтеза, дыхания, разложения, непрерывно протекающих в среде «почва – растения – воздух» под влиянием солнечной энергии и регулируют общий баланс аккумулируемого углерода [2, 11].

При мониторинге парниковых газов, в соответствии с руководящими документами Межгосударственной группы экспертов по изменению климата (IPCC), учитываются изменения в запасах органического углерода

* АО Жасыл Даму МОСВР РК, г. Алматы

** ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства» АО «КазАгроИнновация» МСХ РК

да в почве и биомассе растений. И отсюда изменения в количестве абсорбированного из атмосферы углекислого газа, вызванные природными возмущениями и действиями человека в процессе землепользования и управления землей [9, 10]. Изменения в запасах органического углерода рассчитываются для поверхностного корнеобитаемого слоя и обрабатываемого горизонта 0...0,3 м. При этом важно знать «эталонные» запасы почвенного углерода, т.е. изначальные запасы в почве с ненарушенным сложением покрытой естественной растительностью [10]. «Эталонный» запас углерода в минеральной почве для отдельной почвенной разности или территориального выдела площадью один гектар, можно рассчитать с использованием приведенной в [10] формуле:

$$M_c = 0,01G \cdot V \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - K_3),$$

где M_c – масса углерода в поверхностном горизонте почвы 0...0,3 м на площади земли один гектар, т/га; G – содержание гумуса в горизонте почвы 0...0,3 м, %; V – объемная масса почвы в горизонте 0...0,3 м, т/м³; K_1 – объем почвенной массы на площади один гектар равный 3000 м³/га; K_2 – содержание углерода в органическом веществе почвы равное 0,58, безразмерная величина; K_3 – доля фракций > 2 мм в почве, безразмерная величина.

В качестве исходных данных при расчетах эталонных запасов органического углерода использовались химические и физические показатели почвы с ненарушенным сложением, полученные на территории Казахстана эмпирическим путем разными авторами и опубликованные в различное время в источниках [4, 6, 7, 12, 13, 14, 15]. Собранный архив эмпирических данных, включающий содержание гумуса, объемную массу, долю крупных фракций в поверхностном горизонте (табл. 1, 2) позволил рассчитать запас углерода в поверхностном горизонте почвы 0...0,3 м в разрезе зональных и интразональных ее типов и подтипов, с учетом естественного плодородия. Величины почвенных показателей для горизонта 0...0,3 м восстановлены путем линейной интерполяции (экстраполяции) значений из смежных горизонтов. Как видно из данных табл. 1, рассчитанный для минеральной почвы запас углерода (без поправки на крупные фракции) зависит в основном от содержания в ней гумуса и изменяется по территории до десяти раз и более. При одинаковом проценте содержания гумуса запас углерода может изменяться на величину до 10...15 % с изменением механического состава почвы.

Таблица 1
Физические и химические показатели почв в 0...0,3 м горизонте на территории Республики Казахстан

Механический состав	Объемная масса, т/м ³	Содержание гумуса, %	Запас углерода, т/Га
Среднесуглинистые	Серые лесные лесостепной зоны 1,10	4,2	80,4
Легкоглинистые и тяжелосуглинистые	Черноземы обыкновенные степные 1,05	7,9	144,3
Среднесуглинистые	1,11	5,4	104,3
Тяжелосуглинистые	Черноземы южные степные 1,07	4,8	89,4
Среднесуглинистые	1,11	4,6	88,8
Легкосуглинистые	1,28	3,7	82,4
Тяжелосуглинистые	Лугово-черноземные степные 1,00	8,5	147,9
Тяжелосуглинистые	Темно-каштановые степные 1,14	3,7	73,4
Среднесуглинистые	1,24	3,1	66,9
Легкосуглинистые	1,33	2,7	62,5
Супесчаные	1,45	1,9	47,9
Тяжелосуглинистые	Каштановые степные 1,15	2,5	50,0
Среднесуглинистые	1,24	2,2	47,5
Легкосуглинистые	1,35	2,0	47,0
Супесчаные	1,45	1,8	45,4
Тяжелосуглинистые	Лугово-каштановые степные 1,00	8,9	104,4

Механический состав	Объемная масса, т/м ³	Содержание гумуса, %	Запас углерода, т/га
Светло-каштановые полупустынные			
Тяжелосуглинистые	1,17	2,0	40,7
Среднесуглинистые	1,24	1,5	32,5
Легкосуглинистые	1,37	1,3	31,0
Супесчаные и пески	1,45	1,0	25,2
Солонцы лугово-степные			
Тяжелосуглинистые	1,10	2,3	44,0
Бурые пустынные			
Тяжелосуглинистые	1,25	1,2	26,1
Среднесуглинистые	1,30	0,9	20,4
Легкосуглинистые	1,36	0,9	21,3
Супески и пески	1,48	0,3	7,7
Серо-бурые			
Среднесуглинистые	1,30	0,8	18,1
Легкосуглинистые	1,40	0,7	17,0
Супесчаные	1,40...1,44	0,6	14,6...15,0
Солонцы пустынные			
Среднесуглинистые	1,28	0,8	17,8
Солончаки			
Среднесуглинистые	1,25	0,5	10,9
Светлые сероземы			
Среднесуглинистые	1,25	0,9	19,6
Легкосуглинистые	1,40	0,7	17,0
Сероземы обыкновенные			
Тяжелосуглинистые	1,15	2,4	48,0
Среднесуглинистые	1,20	1,3	27,1

Механический состав	Объемная масса, т/м ³	Содержание гумуса, %	Запас углерода, т/га
Среднесуглинистые	Сероземы луговые 1,31	1,6	36,5
Среднесуглинистые	Светло-каштановые предгорий 1,22...1,25	2,2...2,9	38,3...43,5
Среднесуглинистые	Темно-каштановые предгорий 1,20...1,25	3,5-2,5	62,4-54,4
Тяжелосуглинистые	Черноземы предгорий 1,03	6,8	100,4
Среднесуглинистые	Горные черноземы низкогорий 1,13	4,6	90,4
Тяжелосуглинистые	1,0	8,5	147,9
Тяжелосуглинистые	Коричневые почвы низкогорий 1,10	5,0	95,7
Среднесуглинистые	1,22	2,8	59,4
Тяжелосуглинистые	Горно-лесные среднегорий 1,0	7,0-20,0	121,8...348,0
Тяжелосуглинистые	Горно-степные, горно-луговые и горно-тундровые высокогорий 1,0...1,10	4,0...6,5	69,6...113,1
Среднесуглинистые	Торфяно-болотные 1,10	5,8	111,0
Среднесуглинистые	Лугово-болотные 1,25	3,5	76,1
Среднесуглинистые	Болотно-луговые 1,15	2,6	52,0
Среднесуглинистые	Аллювиально-луговые 1,20	2,1	43,8
Солончаки в понижениях	0,96	1,6	29,1

Таблица 2

Доля крупных фракций и механических элементов в 0...0,3 м горизонте почв на территории Республики Казахстан

Почвы равнин	K_3	Почвы предгорий и гор	K_3	Почвы понижений, пойм и лиманов	K_3
Серые лесные	0,010	Сероземы светлые, сероземы обыкновенные, черноземы и каштановые в предгорьях	0,033	Торфяно-болотные, лугово-болотные, аллювиально-луговые, солончаки	0,000...0,020
Черноземы обыкновенные	0,020	Горные черноземы, коричневые в низкогорьях	0,05...0,10	Сероземно-луговые, лугово-черноземные, лугово-каштановые	0,050...0,100
Черноземы южные карбонатные	0,056	Горно-лесные в среднегорье	0,05...0,30		
Черноземы южные нормальные	0,000	Горно-степные, луговые, тундровые в высокогорьях	0,05...0,30		
Черноземы южные не полно-развитые	0,130				
Солонцы степные	0,005				
Темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые	0,027				
Светло-каштановые не полно-развитые в межсочных понижениях	0,150				
Бурые глинистые	0,027				
Бурые суглинистые песчаные	0,010				
Солонцы бурые	0,010				
Серо-бурые	0,010				
Пески и такыровидные почвы	0,030				

Осредненные показатели запаса органического углерода для почвы с ненарушенным состоянием в разрезе природных зон и подзон, выделяемых на территории Казахстана, обобщены в табл. 3 с характеристиками хозяйственного освоения земли. Они получены на базе данных табл. 1, почвенной карты Казахстана масштаба 1:5 000 000 и Карты земельных ресурсов Казахстана масштаба 1: 7 500 000, которые заимствованы из источника [8].

Таблица 3
 Зональное распределение земельного фонда и почвенного углерода (рассчитанные величины) на территории
 Республики Казахстан

Подзона	Преобладающая (зональная) почва	Площадь, млн. га	Запас углерода в 0...0,3 м горизонте почвы, т/га	Хозяйственное использование земель
Равнинная территория				
Лесостепная	Серые лесные оподзоленные, лугово-черноземные с солонцами степными	0,4	79,6	Лесопользование, а также под пашню, пастбище и сенокос
Степная				
Умеренно увлажненные степи	Черноземы обыкновенные, лугово-черноземные с солонцами степными	12,0	126,1	Преимущественно под пашню без орошения, выборочно под пастбище, сенокос на неудобных землях, лесопользование на отдельных участках лесных земель
Умеренно засушливые степи	Черноземы южные с солонцами степными	12,9	84,5	Преимущественно под пашню без орошения, выборочно под пастбище, сенокос на неудобных землях, лесопользование на отдельных участках лесных земель
Сухие степи	Темно-каштановые с солонцами степными, лугово-каштановые	27,7	62,7	Преимущественно под пастбище и сенокос, под пашню до 30 % площади без орошения

Подзона	Преобладающая (зональная) почва	Площадь, млн. га	Запас углерода в горизонте почвы, т/га	Хозяйственное использование земель
	Каштановые	24,36	46,0	Преимущественно под пастбище, выборочно под пашню до 15 % площади без орошения
Пустынно-степная (полупустыня)	Светло-каштановые	37,5	32,6	Преимущественно под пастбище, выборочно под пашню до 3...5 % площади без орошения и с орошением
Пустынная				
Северная пустыня	Бурые пустынные с солончаками и супески и пески	57,4	26,8 7,7	Преимущественно под пастбище, выборочно под пашню до 1 % площади с орошением
Типичная (средняя) пустыня	Серо-бурые пустынные с солончаками и солончаками Пески пустынные Такыровидные почвы и такыры	57,4	18,9 8,1 22,1	Преимущественно под пастбище, выборочно под пашню до 1 % площади с орошением. Лесопользование (саксауловый лес)
Горная территория				
Предгорная, отчасти низкогорная пустынных степей, крупнотравных и низкогорных саванн	Сероземы светлые Сероземы обыкновенные Предгорные каштановые и чернотравные	4,12 3,60 8,28	19,1 38,5 87,9	Преимущественно под пастбище. В низкогорьях под сенокос, выборочно под пашню от 15 до 35 % площади с орошением и естественным увлажнением (на богаре)
Степная в низкогорье	Горные темно-каштановые, горные черноземы степные, горные степные, термоксероморфные	9,7	107,3	Преимущественно под летние пастбища и сенокос. Лесоразведение и горное садоводство. Выборочно под пашню до 15 % площади

Подзона	Преобладающая (зональная) почва	Площадь, млн. га	Запас углерода в горизонте почвы, т/га	Хозяйственное использование земель
Лесолуговая и лугово-степная, хвойно-таежная в среднегорье	Горно-лесная темноцветная, горно-лесная серая и темносерая, горно-лесная черноземовидная	4,7	152,0	Преимущественно лесопользование, выборочно под пастбище на площади до 35 % на участках доступных по рельефу
Тундровая, луговая, лугово-степная в высокогорье	Горные тундровые, луговые альпийские и субальпийские, высокогорные луговые степные, высокогорные степные и темноцветные	3,0	92,3	Выборочно под пастбище в высокогорных долинах
Понижения				
Естественные понижения, поймы рек, лиманы	Сероземы луговые		36,1	Используются под пашню и сенокос
	Лугово-каштановые		103,4	
	Лугово-черноземные		146,4	Преимущественно под сенокос и выборочно под пашню с орошением. Тугайные леса.
	Торфяно-болотные, лугово-болотные, болотно-луговые, аллювиально-луговые, солончаки понижений	4,1	62,0	

Величины запаса углерода в горизонте почвы 0...0,3 м представлены в табл. 3 с учетом площадного участия типов почв по показателям плодородия и механическому составу. Также учтена поправка на углерод, отсутствующий в механических элементах почвенной массы размерами больше 2 мм в виде крупного песка и каменистой части почвы, а также в минеральных включениях лишенных почвенного покрова как крупной гальке, валунах, других окаменелостях [2]. Значения K_3 , представляющие долю крупных фракций в почве, обобщены в табл. 2. Наибольшие величины рассчитанного запаса углерода в 0...0,3 м горизонте приходятся на горно-лесные почвы – 152 т/га, лугово-черноземные почвы в понижениях – 146,2 т/га, черноземы обыкновенные на равнине – 126 т/га и горные черноземы – 119 т/га. Наименьший запас углерода 7...8 т/га в поверхностном горизонте почвы содержат пески и супески. Приведенные в табл. 1 данные также позволили получить осредненные на национальном уровне показатели «эталонных» запасов углерода для основных категорий землепользования с учетом географического распределения площадей на территории Казахстана, использованных из источников [3, 5, 8]. Рассчитанные средние величины запаса углерода в поверхностном горизонте почвы с ненарушенным сложением составляют: для обрабатываемых земель, используемых под пашню – 75,1 т/га, для пастбищных земель – 51,3 т/га, сенокосов – 70,1 т/га и для лесных земель, включая саксауловые леса – 68,7 т/га, для пустынных саксауловых лесов отдельно – 14,6 т/га.

Рассчитанные, в том числе для пахотных земель Казахстана, «эталонные» запасы углерода в поверхностном горизонте почвы в целом согласуются с количественными показателями органического вещества (гумуса) в почвах с отсутствующими следами дегумификации. Эти данные были получены ранее в Институте почвоведения МСХ РК (в настоящее время Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У. Успанова) и приводятся в работе [14]. Рассчитанные авторами статьи величины имеют следующие значения: черноземы обыкновенные – 123 т/га, черноземы южные – 75 т/га, темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые – 56, 51 и 34 т/га соответственно, сероземы обыкновенные и сероземы светлые – 30 и 26 т/га соответственно.

Рассчитанные на национальном уровне средние величины «эталонных» запасов углерода в почве, в целом являются соизмеримыми с осредненными на глобальном уровне зональными показателями запаса углерода в почвах под естественной растительностью, которые приводятся в Руководящих документах МГЭИК [9]. Для сравнения приведем отдельные

глобальные показатели запаса почвенного углерода по природным зонам выделяемым МГЭИК. В том числе, для умеренно-холодной и сухой зоны, которая характерна для северной половины Казахстана, глобальные величины запасов углерода в почвенном горизонте 0...0,3 м приводятся от 33 т/га (все почвы независимо от таксономической классификации содержащие больше 70 % песка и меньше 8 % глины) до 50 т/га (почвы с минералами высокоактивного глинозема – легко/умеренно выветриваемые почвы). Для умеренно-теплой и сухой зоны, с климатическими условиями характерными для южной половины Казахстана, запасы углерода приводятся от 19 т/га (почвы с преобладанием песчаного субстрата) до 38 т/га (почвы с преобладанием глинистого субстрата).

Полученные расчетным путем «эталонные» запасы углерода для почв Казахстана могут пополнить методическую базу, разрабатываемую МОСВР РК в рамках национальной системы мониторинга парниковых газов и найти практическое применение при расчетах потоков углерода и других видов газов для различных категорий управляемых земель, вовлекаемых в землепользование и сельскохозяйственное производство. По мере получения дополнительной информации результаты в дальнейшем могут уточняться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенков Е.П., Кондратьев К.Я. Круговорот углерода и климат. –Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 319 с.
2. Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. – М.: Высшая школа, 1981. – 399 с.
3. Геоботанические работы в системе землеустройства Республики Казахстан (состояние и перспективы) / Под ред. З.Д. Дюсенбекова. – Астана: 2005. – 137 с.
4. Карбышева А.Д. Агрогидрологические свойства почв Казахской ССР (справочник). – Алма-Ата. – 1964. – 350 с.
5. Комплексное освоение кормовых угодий // Под ред. С.А. Абдильдина – Алма-Ата: Кайнар, 1986. – 206 с.
6. Левицкая З.П. Водно-физические свойства и запасы продуктивной влаги почв пустынно-пастбищной зоны Казахстана (Справочник) – Алма-Ата: 1973. – 312 с.
7. Почвы долины реки Чу / Под ред. А.И. Волков. – Алма-Ата: Наука, – 1971. – 364 с.

8. Почвы, земельные ресурсы // Национальный атлас Республики Казахстан, т. 1. – Алматы: 2006.
9. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. МГЭИК, 2003.
10. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, Т.4. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования. МГЭИК, 2006.
11. Соколовский А.Н. Сельскохозяйственное почвоведение. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 328 с.
12. Средние многолетние запасы продуктивной влаги под озимыми и ранними яровыми культурами по областям, краям, республикам и экономическим районам. Справочник, Том 2. / Под ред. Л.С. Кельчевской – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 65 с.
13. Фаизов К.Ш., Уразалиев Р.А., Иорганский А.И. Почвы Республики Казахстан. – Алматы: 2001. – 289 с.
14. Фаизов К.Ш., Кененбаев С.Б., Мамутов Ж.У., Есимбеков М.Б. География и экология почв Казахстана. – Алматы: 2006. – 348 с.
15. Южные черноземы Северного Казахстана // Под ред. У.У. Успанова. – Алма-Ата: Наука, 1974. – 230с.

Получена 17.03.2014

Геогр. ғылымд. канд. Л.В. Лебедь
А-шар. ғылымд. докторы А.И. Иорганский

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТОПЫРАҚТЫҚ КӨМІРТЕКТИҢ АЙМАҚТЫҚ ТАРАЛУЫ

Мақалада реттелмеген құрылымымен топырақтың 0...0,3 м жоғарғы белдеулігіндегі органикалық көміртек қорын, топырақтың диагностикалық көрсеткіштері әдебиеттерінде жарияланған мәліметтер негізінде, есептеу нәтижелері келтірілген. Алынған нәтижелер, ұлттық мониторинг жүйесінде және жер пайдаланудан парникті газдар лақтырулары бойынша, ауыл шаруашылығын қоса алғанда есеп беруде қолданылуы мүмкін.