

ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И ВЫНОСА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫМИ НА НИХ КУЛЬТУРАМИ В УСЛОВИЯХ МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

В статье сообщается об экологическом состоянии почвенного покрова в лесостепной зоне юга Красноярского края, о накоплении минеральных элементов в растениях на разных почвах и размере их выноса урожаем.

Ключевые слова: почва, профиль, горизонт, слой, гумус, фосфор, калий, азот, кальций, магний, кремний, углерод, растение, сухое вещество, масса, фитоценоз.

N.A. Egunova, E.A. Zagorodnyaya

THE SOIL FERTILITY ASSESSMENT AND THE CARRY-OVER OF THE CHEMICAL ELEMENTS BY CROPS CULTIVATED ON THEM IN THE MINUSINSK HOLLOW CONDITIONS

The article reports on the ecological state of the soil cover in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory south, the accumulation of mineral elements in the plants on different soils and the amount of their carry-over by the crops.

Key words: soil, profile, horizon, layer, humus, phosphorus, potassium, nitrogen, calcium, magnesium, silicon, carbon, plant, dry substance, mass, phytocenosis.

Введение. В перспективах развития земледелия, связанных с освоением адаптивно-ландшафтных систем земледелия, агроэкологическую оценку земель осуществляют в соответствии с биологическими требованиями сельскохозяйственных культур к условиям произрастания, их средообразующим влиянием и агротехнологиями. По мнению В.И. Кирюшина, до настоящего времени не все аспекты агроэкологической оценки растений разработаны достаточно полно, особенно почвенные, которые трудно поддаются формализации. Часть критериев данной оценки имеют описательный характер и основываются на практическом опыте без углублённой экспериментальной проработки, что определяет необходимость развития соответствующих научных исследований [5]. Химические элементы, входящие, с одной стороны, в состав растений, и с другой – в состав почвы, представляют собой то общее, что образует целостность биоценоза. Как известно, состав золы различных растений различен и отражает неодинаковую потребность культур в элементах минерального питания. А.И. Перельман полагает, что в основном состав золы и соотношение в ней химических элементов определяются биологическими особенностями растения [14].

В основную позицию при рассмотрении оценки сельскохозяйственных культур по их биологическим требованиям включается потребность растений в элементах питания и экологическое состояние почвенного покрова. Особенно это важно для условий лесостепной зоны Красноярского края в связи с громадной его микропестротой [9]. В практических целях потребность сельскохозяйственных культур в питательных веществах характеризуют, как правило, размером их выноса с урожаем. Вынос питательных веществ с урожаем – важный показатель, который необходимо учитывать при определении потребности культур в удобрениях, расчёте доз удобрений в конкретных условиях. Однако существуют мнения, что прямой зависимости между величиной урожая и размером выноса основных элементов питания часто не наблюдается [11]. Раскрытию связей между растениями и почвой в последнее время уделяется большое внимание. Есть и работы по минеральному обмену в агроценозах [7]. По мнению большинства исследователей, продуктивность растений и поглощение ими макро- и микроэлементов находятся в прямой зависимости от содержания элементов питания в почве.

Цель исследования. Оценить почвы по их плодородию и выявить особенности выноса химических элементов надземной массой растений в агроценозах на территории Минусинской котловины.

Объекты и методы исследования. Работа проведена в лесостепной зоне на юге Красноярского края в границах земель ООО «Знаменское» Минусинского района. В геоморфологическом отношении территория хозяйства расположена на территории Алтае-Саянской Южно-Сибирской горной области. Общая

площадь землепользования составляет 15881 га. В составе данной площади сельскохозяйственные угодья занимают 65,9 %. Наибольшая территория сельхозугодий представлена пашней. По факту за период 2010–2012 гг. внесено в среднем на 1 га пашни 25,4 кг сложного удобрения вида NPK [10]. Для достижения поставленной цели были выбраны агроценозы с односортовыми посевами культур: овсяно-гороховой смеси на тёмно-серой лесной почве и чернозёме оподзоленном, ячменя на чернозёме оподзоленном и выщелоченном и пшеницы на чернозёме выщелоченном и обыкновенном. Согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), тёмно-серые лесные почвы соответствуют типу тёмно-серых почв с выделением в подтипы типичные [6]. Чернозёмы оподзоленные и выщелоченные формируют тип глинисто-иллювиальных чернозёмов с подтипами *чернозёмы глинисто-иллювиальные оподзоленные и чернозёмы глинисто-иллювиальные типичные*. Чернозёмы обыкновенные следует именовать как криогенно-мицелярные. Почвы вошли в ствол *постплитогенные* и распределены в разные отделы. На пашне они рассматриваются как агроестественные, наименование их строится путём присоединения слова «агро» к названиям соответствующих естественных типов почв. Для полевого исследования почвенного покрова использовали профильный метод. В отобранных образцах определены главные агрономические показатели почвенного плодородия с применением апробированных методик. Содержание гумуса изучали по методу Тюрина, pH – потенциометрическим методом, количество подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова, нитратный азот колориметрическим методом, ЕКО по методу Бобко-Аскинази, обменные катионы кальция и магния комплексонометрическим методом [1]. При взятии растительных образцов использовали укосный метод [4]. Химический состав растительного вещества определяли на компьютеризированной аналитической системе PSCO/ISBM – PC4250 (Бик-анализатор).

Результаты исследования и их обсуждение. В выполненной нами работе мы рассматриваем морфологические свойства окультуренных почв, агрохимические показатели и состояние почвенного поглощающего комплекса. Проводим сравнительный анализ выноса минеральных элементов питания растениями на исследуемой территории почвенного покрова.

Тип агротёмно-серые типичные (АСТ^т) вошли в отдел текстурно-дифференцированных почв. Почвообразующими породами служат коричнево-бурые глины. Профиль агротёмно-серых типичных почв диагностируется на горизонты PU-AUe- BEL-BT-C. Самый верхний горизонт PU мощностью 20-25 см выражает трансформируемый гумусовый горизонт целинных почв. Морфологической особенностью пахотного слоя является слабо уплотнённое сложение, наличие чёрно-серой окраски, зернисто-комковатой структуры, отсутствие признаков лессивированности. Гранулометрический состав выражен тяжёлым суглинком. Во фракциях гранулометрического состава преобладают фракции крупной пыли и ила. Последующий горизонт AUe (гумусово-элювиальный) мало отличается от предыдущего. Оподзоленность в нём прослеживается в виде пятен белёсой присыпки кремнезёма. Переходный горизонт BEL (гумусово-иллювиальный) неоднородно окрашенный, с ореховато-слоевой структурой, белесоватой присыпкой в верхней части. Иллювиальный горизонт BT плотный с ореховато-призматической структурой с коричневатобурым глянецом на поверхности агрегатов. Количество гумуса в пахотном горизонте варьирует в пределах 2,86–3,34 % (табл.1). Среднее содержание гумуса равно 3,12 % и оценивается как низкое [3]. В исследованиях Л.С. Шугалей сказано, что снижение содержания гумуса может быть связано с эрозийным выносом и повышенной минерализацией органического вещества в верхнем горизонте [22]. Реакция почвенного раствора слабокислая (5,7–5,9). Средняя величина ёмкости катионного обмена (ЕКО) достигает 21,8 мг-экв на 100 г почвы. В составе обменных катионов преобладают кальций и магний. Кальций по праву считается катионом – хранителем плодородия в связи с его многогранной значимостью. Он присутствует во всех без исключения почвах, но в разных количествах и в разных соотношениях с другими катионами. Оптимум его содержания – 80–90 % от ЕКО [2]. В анализах почвенных образцов, отобранных нами, количество обменного кальция и магния в верхней части гумусового профиля составило: кальций – 12,4 мг-экв/100 г почвы, магний – 2,9 мг-экв/100 г почвы. Это ниже указанного оптимума и всего лишь 70 % от ёмкости катионного обмена.

Неоднократно доказано, что растения лучше усваивают нитратный азот при кислой реакции почвенного раствора, а при щелочной – аммонийный. В нашем исследовании максимальное количество нитратного азота не превышает 5,2 мг/кг почвы. Его запасы в пахотном слое достигают 4–11 т/га. Обеспеченность подвижными элементами фосфора в верхней части гумусового горизонта высокая (287 мг/кг), калием – повышенная (99 мг/кг). С глубиной количество основных элементов питания (NPK) уменьшается (табл. 1).

Показатели гранулометрического состава, химических и физико-химических свойств почв

Индекс почвы	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	рН	Са	Mg	ЕКО	N -NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	< 0,01%
АСт ^г	5-15	3,12	5,9	12,4	2,9	21,8	3,61	287	99	52,4
	15-25	2,86	5,9	10,0	2,8	16,7	2,84	249	85	56,7
	40-60	1,15	5,7	7,2	1,9	12,3	2,46	224	77	61,3
АЧги ^{оп}	5-15	6,92	6,3	29,2	5,9	42,1	1,91	440	71	46,4
	20-30	5,74	6,0	21,8	5,4	35,6	2,05	325	68	49,8
	50-60	2,05	6,1	10,4	5,2	19,6	1,35	345	66	47,5
	85-95	0,85	6,3	5,1	1,02	7,4	0,68	176	112	62,4
АЧги ^г	5-15	6,49	6,7	28,7	5,2	40,8	4,23	345	79	45,8
	25-35	4,98	6,7	19,9	7,8	32,3	2,55	323	67	40,6
	55-65	2,87	6,9	11,9	3,8	17,5	2,72	235	84	50,1
	90-100	0,79	7,0	3,8	2,1	6,9	0,96	287	56	52,4
АЧкмц	5-15	4,17	7,2	20,8	8,4	30,7	1,43	504	176	38,4
	15-25	4,05	7,4	19,7	9,1	30,1	1,05	462	175	35,6
	30-40	2,96	7,6	8,4	5,3	16,5	0,96	345	164	42,5
	55-65	1,42	7,8	4,6	3,3	8,8	0,54	145	115	40,3

Чернозёмы глинисто-иллювиальные и чернозёмы объединяются в отделе аккумулятивно-гумусовых почв. Они имеют ряд сходных черт с аналогичными почвами межгорных котловин Алтая, Забайкалья и Тувы [8, 12, 13, 18, 19].

Подтипы агрочернозёмов глинисто-иллювиальных оподзоленных (АЧги^{оп}) характеризуются хорошо дифференцированным профилем, разделяющим на горизонты: PU- AУе - В11 – В12- Сса. Гумусовый горизонт темноокрашенный с комковато-пылеватой структурой. Нижняя часть этого горизонта рассматривается как АУе с кремнезёмистой присыпкой по граням структурных отдельностей. Окраска горизонта тёмно-серая с побурением книзу. В11 – комковато-ореховатый с отчётливыми признаками вымывания ила и полупорных окислов, прослеживаемых по утяжелению гранулометрического состава и наличию коричневого глянца, бескарбонатный и безгумусовый. В12 – карбонатный горизонт с выделением карбонатов в форме прожилок и вкраплений. Гранулометрический состав распаханного слоя преимущественно тяжелосуглинистый. Среди составляющих фракций доминирует илистая. Максимально содержание гумуса может достигать 6,92 % (табл.1). Реакция почвенного раствора слабокислая и изменяется в довольно узких пределах (6,0–6,3). Это объясняется буферностью почвенного раствора и является характерным для всех чернозёмных почв. Поглотительная способность почвы высокая. Максимально она составляет 42,1 мг-экв на 100 г почвы, минимально в конце метрового слоя 7,4 мг-экв на 100 г почвы. Варьирование ЕКО в слоях почвенного профиля больше всего связано с резким убыванием гумуса с глубиной. Количество магния в ППК данной почвы заметно повышается за счёт снижения кальция. Содержание азота очень низкое (1,91 мг/кг). Количество подвижного фосфора характеризуется как очень высокое (440 мг/кг), а обеспеченность подвижным калием средняя (71 мг/кг).

Агрочернозёмы глинисто-иллювиальные типичные (АЧги^г) доминируют на пахотных угодьях хозяйства. В профиле агрочернозёмов глинисто-иллювиальных типичных выделяются следующие горизонты: PU-AУ-B11-B12-Сса. Гумусовый горизонт PU серо-чёрного цвета, мощностью 50-55 см, имеет рыхлое сложение, комковато-пылеватую структуру, большое количество корневых и пожнивных остатков. Распылённая масса утрачивает внутриагрегатные поры, что способствует быстрой потере почвенной воды, изменению биологической активности и выдуванию мелкозёма при дефляции. На поверхности почвы визуальными признаками являются вымочки и промоины. Промоины до 25 см, расстояние между ними более 25 м. Среди разновидностей гранулометрического состава преобладают тяжёло- и чаще всего среднесуглинистые разновидности почв. Содержание гумуса высокое и составляет 6,49 % [3]. Количество гумуса резко снижается с

глубиной. Реакция почвенного раствора слабокислая и колеблется в профиле почв в показаниях от 6,7 до 6,9. Ёмкость катионного обмена (ЕКО) достигает 40,8 мг/100г почвы. При оценке величины ЕКО следует отметить высокую устойчивость почвы к антропогенному воздействию [5]. Соотношение кальция к магнию равно 1:4. Максимальное количество нитратного азота не превышает 4,2 мг/кг почвы. Так же как и гумус, азот характеризуется заметным убыванием вниз по профилю. Количество подвижных элементов фосфора достигает 345 мг/кг почвы, калия – 79 мг/кг почвы. По принятой шкале обеспеченности содержание фосфора высокое, калия среднее.

Территория распространения чернозёмов криогенно-мицелярных (АЧ^{кмч}) приурочена к участкам земель в переходной зоне от лесостепи к степи. Профиль чернозёма криогенно-мицелярного подразделяется на горизонты: PU-AU-BCAmc-BCA-Cca. Почвообразующими породами служат лёссовидные жёлто-бурые суглинки элювиально-делювиального происхождения. Мощность гумусового слоя не более 45 см. Гранулометрический состав почвы среднесуглинистый иловато-крупно-пылеватый. Гранулометрическая дифференциация выражена слабо: коэффициент дифференциации не превышает 1,1. Мелкокомковатая структура в пахотном слое сменяется на комковатую и ореховато-комковатую в средней части профиля и плитчато-порошистую в почвообразующей породе. Горизонт PU равномерно прокрашен, уплотнён (1,21–1,25 г/см³) и диагностируется с заметным переходом в подпахотный. По содержанию гумуса (4,17%) почвы характеризуются как среднегумусные [3]. Ёмкость катионного обмена максимально равна 30,7 мг-экв /100 г почвы. Данный параметр ЕКО характеризует среднюю устойчивость к антропогенной нагрузке [5]. Степень насыщенности основаниями в профиле почвы изменяется в диапазоне 90–95 %. Содержание нитратного азота низкое. Содержание фосфора высокое и в среднем составляет 504 мг/кг, калия повышенное – 176 мг/кг (табл.1).

Изучение продуктивности полей с посевами овсяно-гороховой смеси показало, что урожай сухой массы, выращенный на пашне, слагаемой агротёмно-серыми типичными почвами, составил 3,9 т/га (табл.2). В составе зольных элементов растительного вещества доминирует азот. Его вынос достигает 71,4 кг/га. В суждениях ряда авторов почти половина потреблённого азота отчуждается в агросистеме урожаем. В отдельные периоды вегетационного сезона растения могут использовать весь запас минерального азота. Серые лесные почвы на юге Красноярского края по запасам азота располагаются в убывающем ряду: тёмно-серые > серые > светло-серые [21]. В золе растений, произрастающих на агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном, при урожае 4,5 т/га содержание азота равно 76,9 кг/га. Как сказано нами ранее, в пахотном слое данных почв нитратного азота содержится почти в 2 раза меньше в сравнении с агротёмно-серыми. Преимущество в потреблении зольного азота в этом случае объясняется наиболее оптимальными условиями для усвоения окисленных форм азотистых соединений на чернозёмной почве.

Таблица 2

Вынос минеральных элементов урожаем полевых культур на разных почвах, кг/га

Почва	Культура	Урожай, т/га	Содержание, кг/га					
			N	P	K	Ca	Mg	Si
Агротёмно-серые типичные	Овёс+горох сено	3,9	71,4	13,7	45,2	25,9	13,3	22,2
Агрочернозёмы глинисто-иллювиальные оподзоленные	Овёс+горох сено	4,5	76,9	11,4	41,3	39,7	8,2	23,4
	Ячмень: зерно солома	1,7 4,7	109 24,8	16,6 8,5	56,7 82,2	9,1 33,6	2,9 11,5	21,2 29,1
Агрочернозёмы глинисто-иллювиальные типичные	Ячмень: зерно солома	1,4 3,6	89,4 18,0	11,4 7,2	37,7 72,1	16,0 37,9	6,4 13,2	7,70 5,40
	Пшеница: зерно солома	1,9 4,8	78,0 21,6	41,0 7,2	45,1 68,4	17,7 31,2	5,3 18,8	10,5 26,9
Агрочернозёмы криогенно-мицелярные	Пшеница: зерно солома	1,6 3,3	40,2 19,6	29,6 6,6	27,4 36,0	26,2 51,3	7,0 12,1	2,4 12,7

Рассматривая результаты по содержанию фосфора в сухой растительной массе, отметим наибольшее его содержание у культур, выращенных на агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном. Количество изученного элемента в растениях на чернозёмной почве составило 13,7 кг/га, на агротёмно-серой почве 11,4 кг/га. По данным Н.Г. Рудого (2008), содержание минерального фосфора снижается, как правило, при увеличении гумуса [16]. Поскольку основным источником питания растений фосфором служат минеральные соединения вторичных фосфатов. Более того, уровень фосфорного питания зависит от растворимости минеральных форм фосфора. Реакция почвенного раствора влияет на количественные оценки того или иного иона фосфора. В кислых и нейтральных почвах преобладает монофосфат – одновалентный ортофосфат, в щелочных – ион PO_4 [21].

По литературным данным, количество усвояемого калия зависит от гранулометрического состава почв, доли калия в почвенном поглощающем комплексе, ёмкости катионного обмена, влажности почв. По сведениям учёных, в Красноярском крае запасы валового калия в агротёмно-серой типичной почве колеблются от 28 до 32 т/га, а в агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном 35–40 т/га. В почвенно-экологическом отношении агрочернозёмы глинисто-иллювиальные оподзолённые характеризуются наиболее благоприятными условиями для образования подвижных форм калия [18]. Однако, по нашим данным, интенсивность поглощения растениями калия на агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном более низкая. По убеждению Н.Н. Пигаревой и Н.А. Пьянковой (2009), такое парадоксальное явление связано со слабой степенью выветривания горных пород в условиях степей и лесостепей Сибири [15]. Этого мнения придерживаются и другие исследователи [17].

Показатели количества кальция в растениях, произрастающих на агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном, выше в 1,5 раза по сравнению с фитомассой на агротёмно-серой типичной почве. Многочисленными исследованиями уже доказано, что в таких количествах действие магния аналогично действию кальция. Кальций и магний в надземной части растений, выращенных на чернозёме, выявлены в соотношении 2,5:1, на тёмно-серой почве 2:1.

Несмотря на широкую распространенность кремния в природе, биохимические циклы его миграции и экологическая значимость изучены недостаточно. Кремний входит в состав минералов, определяет гранулометрический состав почв, поглощается из раствора, и его присутствие положительно влияет на рост и развитие растений [21]. Показатели по содержанию кремния в сухом веществе растений на разных почвах различаются мало. Кроме вышеперечисленных элементов выполнялся анализ на содержание углерода в продукции полевых культур. В сообщениях В.В. Чупровой (1997) сказано, что выход углерода из агроценоза равняется суммарной величине углерода, выделившегося в процессах разложения и отчуждённого с урожаем. По убеждению автора, почвы полей региона обедняются прежде всего легкоминерализуемыми компонентами органического вещества (ЛМОВ) [20]. По результатам исследования, содержание углерода в сухой массе растений на площади распространения агротёмно-серых типичных почв варьирует в диапазоне 48,4–53,6 %. Отметим, что данные значения характеризуемого элемента в растениях на агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном ниже на 5–8 %.

В зернопропашных севооборотах накопление и вынос химических элементов рассматриваются в основной и побочной продукции. С урожаем зерна, воспроизведённого на агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном, вынос азота высокий и составил 109 кг/га, в то время как соломой выносятся 24,8 кг/га. Содержание азота в растениях на подтипе агрочернозёма глинисто-иллювиального типичного значительно ниже, его вынос урожаем в зерне – 89 кг/га; в соломе – 18,0 кг/га. Высокая обеспеченность почв растворимым фосфором исключила недостаток в его потребности. Вынос фосфора зерном на агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном достигает 16,6; соломой – 8,5 кг/га. У растений на сравниваемой почве вынос зольного фосфора уступает в зерне на 5,2 кг/га, в соломе на 1,3 кг/га. Средние показатели концентрации калия в зерновой продукции значительно меньше, чем в соломе. Выращенная продукция на разных почвах отличается количеством данного элемента. Особенно эта разница заметна в зерне. В среднем, как следует из наших данных, по выносу калия она равна 19 кг/га. Также имеются различия, связанные с поглощением катионов кальция и магния. В растениях на агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном уровень выноса кальция в зерне составляет 9,1 кг/га, в соломе 33,6 кг/га; магния в зерне – 2,9 кг/га; в соломе – 11,5 кг/га. Рассчитанные показатели выноса обменных оснований на другой почве характеризуются величинами: кальция в зерне – 16,0 кг/га; в соломе – 37,9 кг/га; магния в зерне – 6,4 кг/га; в соломе – 13,2 кг/га. Повышенное содержание кремния наблюдается в продукции, выращенной на чернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном. Данные в растениях на почве, отличающейся по подтипу, характеризуются более низкими показателями. Содержание углерода в растительном веществе на чернозёме глинисто-иллювиальном варьирует в пределах 46,3–54,0 %. Высокая потребность растений в углероде говорит о

необходимости поддержания в почве определённого количества легкоминерализуемого органического вещества.

Вынос элементов питания урожаем пшеницей на агрочернозёме глинисто-иллювиальном типичном и на агрочернозёме криогенно-мицелярном также различается. Размер аккумуляции химических элементов в растительной массе на разных почвах увязывается с варьирующими условиями тепло- и влагообеспеченности. Данные показывают, что максимум азота содержит зерно пшеницы, выращенной на чернозёме глинисто-иллювиальном типичном. В побочном продукте азота содержится в 2–3,5 раза меньше. Относительно накопления фосфора наблюдаем, что на фоне повышенного содержания азота его концентрация характеризуется более низкими показателями, аналогично в зерне и в соломе. Его вынос продукцией на агрочернозёме глинисто-иллювиальном типичном в зерне составил 41 кг/га; в соломе – 7,2 кг/га, а на агрочернозёме криогенно-мицелярном: в зерне – 29 кг/га; в соломе – 6,6 кг/га. Также следует отметить приоритетное накопление калия в пшенице, выращенной на агрочернозёме глинисто-иллювиальном типичном. Биологическое поглощение кальция интенсивнее происходит на агрочернозёме криогенно-мицелярном. Это связано с обилием карбонатных образований уже в подпахотном слое почвы. В зерне вынос кальция достигает 26,2 кг/га, в соломе – 51,3 кг/га. Магния в растениях накапливается в значительно меньших количествах. При сравнении аккумуляции кремния необходимо заметить его незначительное количество в надземной части фитомассы на агрочернозёме криогенно-мицелярном. Данный вопрос рассматривается в исследованиях В.З. Спириной (2007). В работах автора сказано, что чернозёмы обыкновенные Минусинской впадины отличаются пониженным количеством кремнезёма и высоким содержанием полуторных окислов в составе илстой фракции [18]. Содержание зольного углерода характеризуется более высокими показателями в побочной продукции, созданной на агрочернозёме глинисто-иллювиальном типичном.

Заключение. Получены экспериментальные данные по удельному выносу элементов питания полевых культур, выращенных на разных почвах. В итоге выполненного эксперимента использование азота одной культурой на разных почвах определяется генетическими особенностями и уровнем её экологического состояния. Почвы оструктуренные, наиболее богатые гумусом с высокой ёмкостью катионного обмена с реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной, с достаточным режимом увлажнения, характеризуются лучшими условиями для усвоения азота растениями. Колебания выноса фосфора и калия по различным фонам и почвам менее значительны, чем азота. Больше усваивается фосфора растениями на чернозёмной почве со слабокислой реакцией почвенного раствора. В калии культуры нуждаются значительно меньше, чем в азоте, но значительно больше, чем в фосфоре. Наибольший вынос калия наблюдался в урожае ячменя на агрочернозёме глинисто-иллювиальном оподзоленном. Максимально количество кальция накапливают растения, произрастающие на агрочернозёме глинисто-иллювиальном. Заметно в малых количествах выносятся кремния урожаем пшеницы, выращенной на агрочернозёме криогенно-мицелярном. В содержании углерода в золе сухого вещества значительных отличий не определилось.

Литература

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – 486 с.
2. *Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты / В.Ф. Вальков, Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев [и др.].* – Ростов н/Д: Изд-во Южн. фед. ун-та, 2008. – 416 с.
3. *Гришина Л.А.* Гумусообразование и гумусное состояние почв. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 244 с.
4. *Зоркина Т.М.* Экология растений: лаборатор. практикум. – Абакан: Изд-во Хакас. гос. ун-та, 2006. – 60 с.
5. *Кирюшин В.И.* Агрономическое почвоведение. – М.: КолосС, 2010. – 687 с.
6. *Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов В.Д. Тонгоногов, И.Н. Лебедева [и др.].* – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
7. *Ковалёва Ю.П.* Обмен минеральных элементов в залежных экосистемах степной зоны // Студенческая наука – взгляд в будущее: мат-лы Всерос. студ. науч. конф. (29 марта 2006 г., г. Красноярск). – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2006. – Ч. 1. – С. 214–216.
8. *Коляго С.А.* Лесостепь и степь Минусинской впадины. Почвы и их агрохимическая характеристика // Агрохимическая характеристика почв СССР. Средняя Сибирь. – М.: Наука, 1971. – С. 139–181.
9. *Крупкин П.И.* Чернозёмы Красноярского края. – Красноярск: Изд-во КНИИСХ, 2002. – 327 с.
10. *Материалы агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий ООО «Знаменское» Минусинского района Красноярского края / ФГБУ гос.станция.* – Минусинск, 2012. – 28 с.
11. *Муравин Э.А.* Агрохимия: учеб. пособие. – М.: КолосС, 2003. – 384 с.
12. *Носин В.А.* Почвы Тувы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 342 с.

13. Петров Б.Ф. Почвы Алтайско-Саянской области. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 242 с.
14. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрель, 2000. – 764 с.
15. Пигарева Н.Н., Пьянкова Н.А. Калийный фонд Бурятии // Плодородие. – 2009. – № 3. – С. 8–9.
16. Рудой Н.Г. Оптимизация минерального питания растений. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. – 163 с.
17. Середина В.П. Калийное состояние почв и факторы, его определяющие (на примере почв Западно-Сибирской равнины): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Томск, 2003. – 42 с.
18. Спирина В.З. Особенности обыкновенных чернозёмов Минусинской впадины формирующих на разных почвообразующих породах // Почвы Сибири: генезис, география, экология и рациональное использование: мат-лы конф., посвящ. 100-летию Р.В. Ковалёва (1–4 декабря 2007 г.) // отв. ред. М.И. Дергачёва. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2007. – С. 164–165.
19. Хмельёв В.А. О чернозёмах Алтая // Исследование почв Сибири. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1977. – С. 62–82.
20. Чупрова В.В. Углерод и азот в агросистемах Средней Сибири. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1997. – 166 с.
21. Чупрова В.В. Экологическое почвоведение: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2005. – 175 с.
22. Шугалей Л.С. Трансформация почв при реакционном использовании лесных экосистем // Почвы Сибири: особенности функционирования и использования. Вып. 2 / под ред. В.В. Чупровой, Н.Л. Кураченко, Н.Г. Рудого. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2006. – С. 120–128.



УДК 634.1

Т.В. Решетникова, А.А. Зырянова, Э.Ф. Ведрова

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

В статье рассматриваются результаты модельного эксперимента по оценке интенсивности и соотношения потоков углерода при разложении органического вещества почвы. Показано, что при минерализации подстилки разных хвойных и лиственных лесообразователей ее участие в суммарном потоке CO₂ из почвы в атмосферу изменяется от 31 до 65 %. На синтез гумусовых веществ приходится от 9 до 25 % массы углерода, высвободившегося при разложении.

Ключевые слова: лесная подстилка, подвижный гумус, минерализация, новообразование гумуса.

T.V. Reshetnikova, A.A. Zyryanova E.F. Vedrova

THE ORGANIC SUBSTANCE TRANSFORMATION OF THE FOREST GROUND LITTER (EXPERIMENTAL RESEARCH)

The results of the model experiment on the assessment of the intensity and ratio between carbon flows during the soil organic matter decomposition are considered in the article. It is shown that in the mineralization of the ground litter of different coniferous and deciduous forest-formers, its participation in the total CO₂ flow from the soil into the atmosphere varies from 31 to 65%. The synthesis of humic substances accounts for 9 to 25% carbon weight emitted due to decomposition.

Key words: forest ground litter, mobile humus, mineralization, humus new formation.

Введение. Отмирающие растительные органы древесного яруса и напочвенного покрова (опад, отпад) в процессе жизнедеятельности животных и микроорганизмов превращаются в подстилку – своеобразный, постоянно обновляющийся продукт леса, находящийся в разной стадии трансформации органического растительного вещества [3, 4, 6, 12, 16].

Подстилка – исключительно важное звено биологического круговорота вещества и энергии. Ее общий баланс в лесу определяется соотношением интенсивности поступления опада и скорости его разложения