



УДК 631.811

И.В. Жукова, З.С. Жуков

АККУМУЛЯЦИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКАХ
НА АГРОЧЕРНОЗЕМАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

I.V. Zhukova, Z.S. Zhukov

ACCUMULATION OF BIOGENIC ELEMENTS IN THE CROP RESIDUES ON THE AGRICULTURAL
CHERNOZYOMS OF KRASNOYARSK FOREST STEPPE

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

Жуков З.С. – асп. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zhuckov.zahar@yandex.ru

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

Zhukov Z.S. – Post-Graduate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zhuckov.zahar@yandex.ru

В статье рассмотрены количественные оценки депонированных в различных компонентах растительного вещества кормовой смеси (овсяно-ячменная) химических элементов и описаны основные закономерности их аккумуляции растениями на разных элементах рельефа агроландшафта. Исследования проведены на агроландшафте в учхозе Красноярского ГАУ «Миндерлинское», расположенном в центральной части Красноярской лесостепи. Этот массив характеризуется равнинно-склоново-западным рельефом, в пределах которого выделены пробные площади на элювиальной, трансэлювиальной, трансэлювиально-аккумулятивной и трансаккумулятивной позициях. На каждой из них 3 раза в вегетационный сезон были отобраны почвенные образцы методом микромолитов с глубин 0–5; 5–10; 10–20; 20–30 см в трехкратной повторности. Запасы подземных растительных остатков учитывали методом отмывки монолитов на сите 0,25 мм в проточной воде. Отмытое растительное вещество фракционировали на

мортмассу и живые корни. После уборки урожая определяли запасы стерневых остатков с использованием шаблона 20×20 см. В различных фракциях растительного вещества были определены концентрации углерода, азота и некоторых зольных элементов (P, K, Ca, Mg) методом инфракрасной спектроскопии на БИК-анализаторе. Запасы этих элементов в компонентах растительного вещества овсяно-ячменной смеси на выделенных позициях агроландшафта были рассчитаны с учетом запасов отдельных фракций вещества (надземная фитомасса, стерня, корни и мортмасса) и концентрации в них химических элементов. Показано, что структура и компоненты растительного вещества овсяно-ячменной смеси изменяются в зависимости от рельефа агроландшафта, а запасы закономерно увеличиваются в направлении от элювиальной к трансэлювиально-аккумулятивной и трансаккумулятивной позиции агроландшафта. Аккумуляция биогенных элементов в различных компонентах растительного веще-

ства овсяно-ячменной смеси определяется величиной их запасов. Наибольшие запасы биогенных элементов депонируются в надземных и подземных компонентах растительного вещества на трансаккумулятивной позиции агроландшафта.

Ключевые слова: надземная фитомасса, стерня, корни, мортмасса, почва, биогенные элементы, позиции агроландшафта.

In the study quantitative estimates of chemical elements deposited in various components of vegetable substance of fodder mix (oat and barley) are considered and the main regularities of their accumulation by plants on different elements of a relief of agrolandscape were described. The researches were conducted on the agrolandscape of the training farm "Minderlinskoye" of Krasnoyarsk SAU located in the central part of Krasnoyarsk forest-steppe. This massif is characterized by flat slope by a relief within which the trial areas on eluvial, transeluvial, transelyuvialno-accumulative and transaccumulative line items were allocated. On each of them 3 times during vegetative season soil samples were selected by the method of micromonoliths from depths 0–5; 5–10; 10–20; 20–30 cm in triple frequency. The inventories of underground vegetable remaining balance considered by method of monoliths cleaning on a sieve 0.25 mm in flowing water. The washed vegetable substance was fractioned on a mortmass and live roots. After harvesting determined inventories the stern of remaining balance with the use of template 20×20 were seen. In various fractions of vegetable substance the concentration of carbon, nitrogen and some cindery elements (P, K, Ca, Mg) by the method of infrared spectroscopy on BIC analyzer were determined. The inventories of these elements in the components of vegetable substance of oat and barley mix on the allocated line items of agrolandscape were calculated taking into account the inventories of separate fractions of substance (the elevated phytoweight, eddish, roots and a mortmass) and chemical elements concentration in them. It was shown that the structure and components of vegetable substance of oat and barley mix changed depending on agrolandscape relief, and inventories naturally increased in the direction from eluvial to a transeluvial-accumulative and transaccumulative line item of an agrolandscape. The ac-

cumulation of biogenous elements in various components of vegetable substance of oat and barley mix was determined by the size of their inventories. The greatest inventories of biogenous elements were deposited in elevated and underground components of vegetable substance on transaccumulative line item of agrolandscape.

Keywords: overground phytomass, stubble, roots, mort mass, soil, biogenic elements, agrolandscape positions.

Введение. Почва (ее структура, обеспеченность питательными веществами и содержание органического вещества) является фактором, определяющим первичную продуктивность во многих регионах [1]. Однако количественные оценки первичной продукции и депонированных в ней химических элементов все еще изучены недостаточно.

Питательные вещества в агроэкосистеме почвы можно рассматривать как основное хранилище их запасов. Как и в других экосистемах, сложные взаимодействия между корнями, микроорганизмами и животными характеризуются неоднородными закономерностями. Накопление отмерших надземных частей растений обычно происходит на поверхности почвы, что приводит к образованию и накоплению питательных веществ в дальнейшем для большинства сельскохозяйственных культур. В толщу самой почвы поступают корневые остатки и корневые выделения. Таким образом, процессы превращения свежего органического вещества локализуются главным образом на поверхности почвы и в зоне ризосферы [2]. В этих процессах принимают участие не только микроорганизмы, но и представители почвенной фауны. Превращение растительного опада – многоступенчатый биологический процесс, при котором происходит не только разложение, но и синтез сложных органических соединений [3]. Скорость развития процесса и его господствующее направление зависят от ботанического состава основной массы подвергающегося разложению материала (в значительной степени определяющего его химический состав), от почвенно-климатических условий, в которых этот процесс протекает, и от состава участвующих в нем организмов. В процессах разложения (минерализации) растительных остатков происходит высвобождение хими-

ческих элементов и накопление их в почве. Поэтому количественные оценки аккумуляции этих элементов в растительных остатках на различных почвах представляются важными для прогноза урожайности сельскохозяйственных культур на конкретных полях.

Цель исследования: определить количественные запасы биогенных элементов в компонентах растительного вещества кормовой смеси на разных элементах рельефа агроландшафта.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на агроландшафте в учхозе Красноярского ГАУ «Миндерлинское» Красноярской лесостепи. Этот массив располагается на равнинно-склоново-западинном рельефе, в пределах которого выделены пробные площади (п.п.) на элювиальной (чернозем обыкновенный), трансэлювиальной (чернозем обыкновенный), трансэлювиально-аккумулятивной (лугово-черноземная) и трансаккумулятивной (черноземно-луговая) позициях. На каждой из них 3-4 раза в вегетационный сезон отбирали почвенные образцы методом микромонолита с глубин 0–5; 5–10; 10–20; 20–30 см в трехкратной повторности. Запасы растительных остатков учитывали методом отмывки монолитов на сите 0,25 мм в проточной воде. Отмытое растительное вещество фракционировали на мортмассу и живые корни. После уборки урожая определяли запасы стерневых остатков с использованием шаблона 20 × 20 см. Полевые культуры на этом агроландшафте возделывали по плоскорезной обработке

почвы. В различных фракциях растительного вещества были определены концентрации углерода, азота и некоторых зольных элементов (P, K, Ca, Mg) методом инфракрасной спектроскопии на БИК-анализаторе. Запасы этих элементов в компонентах растительного вещества овсяно-ячменной смеси на выделенных позициях агроландшафта были рассчитаны с учетом запасов отдельных фракций вещества (надземная фитомасса, стерня, корни и мортмасса) и концентрации в них химических элементов.

Результаты исследования и их обсуждение. Химические элементы в агроценозах аккумулируются в различных компонентах растительного вещества: надземных органах (в т. ч. стерневых остатках), корнях и мортмассе. Количественные оценки аккумуляции определяются запасами этих фракций и концентрациями элементов в них. В зависимости от экологических условий (рельефа, температуры, влажности почвы и запасов питательных элементов) на различных позициях агроландшафта отмечается существенное варьирование оценок аккумуляции биогенных элементов. Как видим (табл. 1), мортмасса отличается наиболее высокой концентрацией углерода и азота, что связано с протекающими в ней минерализационно-гумификационными процессами. Содержание фосфора, кальция и магния в надземных органах растений овсяно-ячменной смеси практически одинаковое. Концентрация калия изменяется от 0,52–0,53 % в стерневых остатках и мортмассе до 1,01 % в корнях.

Таблица 1

Концентрация химических элементов в компонентах растительного вещества овсяно-ячменной смеси, %

Компоненты растительного вещества	C	N	P	K	Ca	Mg
Стерня	46,91	0,54	0,16	0,89	0,29	0,26
Надземная фитомасса	46,75	0,59	0,18	0,52	0,29	0,23
Корни	48,00	0,61	0,17	1,01	0,35	0,25
Мортмасса	50,00	0,71	0,18	0,53	0,30	0,20

Особым компонентом растительного вещества в агроценозах является надземная фитомасса возделываемой полевой культуры, которая определяет продуктивность поля и используется на продовольственные или хозяйственные нужды. На изученных позициях агроланд-

шафта отмечается постепенное увеличение запасов надземной фитомассы от элювиальной (13,79 т/га) к трансэлювиально-аккумулятивной (15,15 т/га) и трансаккумулятивной (14,56 т/га) позиции агроландшафта (рис. 1). Эта закономерность объясняется меняющимися экологиче-

скими условиями в пределах равнинно-склоново-западного рельефа этого агроландшафта. В шлейфовой (трансэлювиально-аккумулятивная

позиция) и западной (трансаккумулятивная) части наблюдается увеличение запасов продуктивной влаги и питательных элементов.

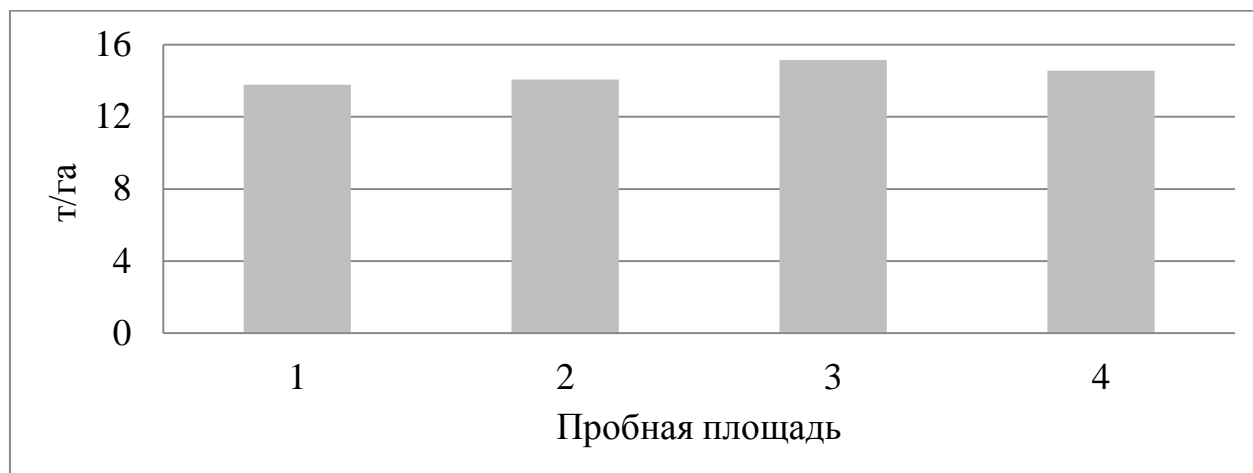


Рис. 1. Запасы надземной фитомассы овсяно-ячменной смеси, т/га

Запасы углерода, аккумулированные надземной фитомассой овсяно-ячменной смеси, изменяются от 6 437 до 7 129 кг С/га (табл. 2). Наибольшие запасы углерода обнаруживаются в фитомассе на трансэлювиально-аккумулятивной позиции агроландшафта, наименьшие – на элю-

виальной. Такая же закономерность отмечается и по другим химическим элементам. Следовательно, депонированные в фитомассе элементы определяются ее запасами, зависящими, в свою очередь, от обеспеченности почвы влагой и питательными элементами.

Таблица 2

Запасы химических элементов в надземной фитомассе овсяно-ячменной смеси, кг/га

Позиция агроландшафта	С	N	P	K	Ca	Mg
1 п.п. – элювиальная	6437,2	83,5	25,4	68,0	35,7	30,2
2 п.п. – трансэлювиальная	6636,0	83,3	25,8	73,5	43,6	32,4
3 п.п. – трансэлювиально-аккумулятивная	7129,0	92,0	28,3	82,4	51,1	34,2
4 п.п. – трансаккумулятивная	6804,2	83,2	26,4	77,6	39,5	32,9

Важным компонентом растительного вещества в агропочвах являются стерневые, или пожнивные остатки, остающиеся на поверхности почвы после уборки урожая. Запасы стерни, как правило, определяются урожайностью культуры и высотой среза стеблей (соломы) комбайном при уборке. Высота среза растений колеблется в зависимости от рельефа поля, что приводит к значительному варьированию массы стерневых остатков (рис. 2). Отметим, что масса стерневых

остатков повышается от равнинной к склоновой и западной части агроландшафта.

Запасы химических элементов в пожнивных остатках значительно ниже относительно фитомассы овсяно-ячменной смеси (табл. 3). Это обусловлено отсутствием большей части продуктивных органов (части соломы и озеренных колосков), в которых сконцентрированы основные запасы химических элементов.

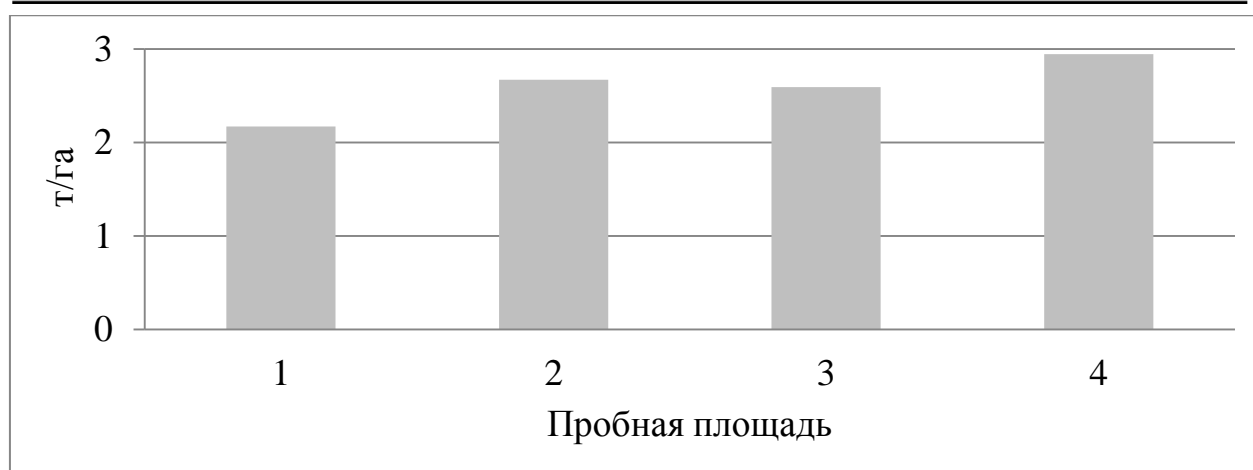


Рис. 2. Запасы пожнивных остатков, т/га

Таблица 3

Запасы химических элементов в пожнивных остатках (стерне), кг/га

Позиция агроландшафта	C	N	P	K	Ca	Mg
1 п.п. – элювиальная	1014,4	11,1	3,5	19,9	5,6	5,8
2 п.п. – трансэлювиальная	1260,2	15,6	3,9	18,1	8,3	6,8
3 п.п. – трансэлювиально-аккумулятивная	1219,7	13,1	4,2	26,6	8,7	6,4
4 п.п. – трансаккумулятивная	1376,7	15,9	4,8	27,5	8,0	7,7

Запасы подземных растительных остатков в почве количественно и по составу фракций меняются в течение вегетационного сезона (рис. 3). В майский срок определения, до посева полевых культур, подземное растительное вещество представлено только мортмассой, запасы которой в слое 0–30 см достигают 9–10 т/га на элювиальной и трансаккумулятивной позициях. На склоне агроландшафта (2 п.п.) запасы мортмассы снижаются почти в 2 раза.

В следующие сроки определения продукционный процесс сопровождается приростом корней растений. Поэтому в эти сроки подземное растительное вещество составляют корни и мортмасса. Запасы корней на всех пробных площадях в июле выше, чем в сентябре, накануне уборки. Известно [1, 4], что максимальный прирост корней сельскохозяйственных растений отмечается в фазу цветения (вторая половина июля). Как видим, запасы корней на 1 и 4 п.п.

выше, чем на 2 и 3 п.п., расположенных на склоне агроландшафта. Уменьшение запасов корней овсяно-ячменной смеси к сентябрю обусловлено отмиранием части корней, поступлением их в мортмассу и разложением.

Максимальная доля мортмассы везде сосредоточена в слое 0–5 см, что обусловлено приносом сюда отмирающих надземных органов растений, в т. ч. и стерневых. Запас мортмассы в агропочвах пополняется за счет корней и стерневых остатков. Это довольно гетерогенная смесь постоянно подвергается процессам разложения.

Отметим, что распределение запасов корней и мортмассы на позициях агроландшафта в значительной мере повторяют характер распределения надземной фитомассы. Западная часть агроландшафта отличается наибольшими запасами корней и мортмассы.

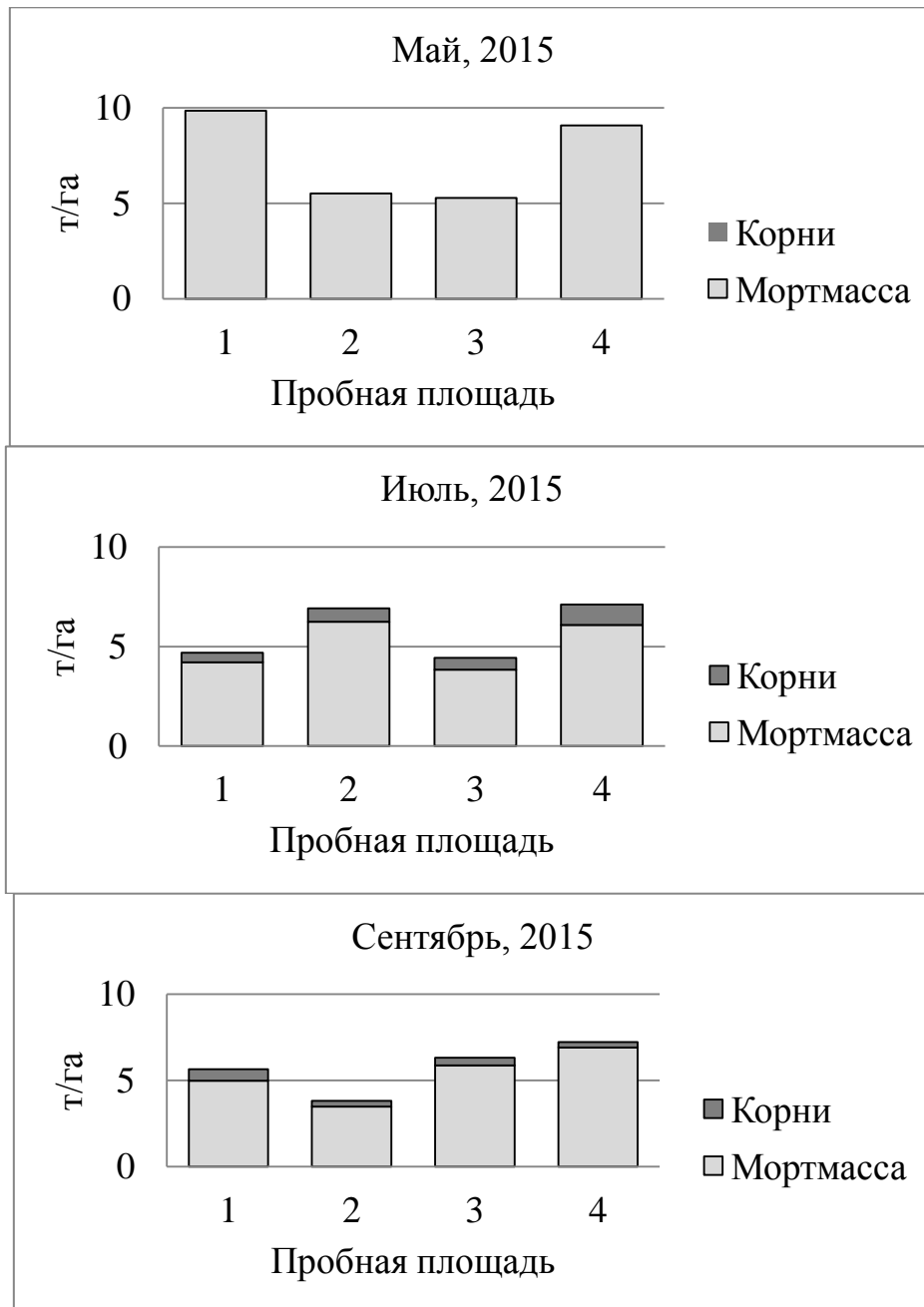


Рис. 3. Запасы подземных растительных остатков, т/га

Наибольшие запасы химических элементов (табл. 4) в мортмассе наблюдаются в мае, в период увеличения активности микробиологических процессов за счет повышения температуры и влаги в почве. Элювиальная позиция агроландшафта характеризуется в этот период высоким накоплением химических элементов в мортмассе, что связано с максимальными ее запасами в весенний период. К июлю на всех позициях агроландшафта, кроме трансэлювиальной, запасы химических элементов в подземном растительном веществе снижаются. В сентябре, когда отмершие части растений подвергаются минерализации,

наблюдается увеличение химических элементов в мортмассе на 1, 3 и 4 п.п.

Наибольшие запасы химических элементов в корнях обнаруживаются в июле. В сентябре, в связи с отмиранием части корней и уменьшением их запасов, наблюдается снижение аккумулированных запасов биогенных элементов на всех позициях агроландшафта, кроме элювиальной. Таким образом, депо химических элементов в подземных фракциях растительного вещества зависит в наибольшей мере от их запасов, чем от концентрации элемента.

Запасы химических элементов в подземном растительном веществе, кг/га

П.п.	Растительные остатки	Май 2015 г.						Июль 2015 г.						Сентябрь 2015 г.					
		С	N	P	K	Ca	Mg	С	N	P	K	Ca	Mg	С	N	P	K	Ca	Mg
1	Корни	-	-	-	-	-	-	230,4	2,9	0,8	4,8	1,7	1,2	321,6	4,1	1,1	6,8	2,3	1,7
	Мортмасса	4930,0	70,0	17,7	52,3	29,6	19,7	2105,0	29,9	7,6	22,3	12,6	8,4	2490,0	35,4	9,0	26,4	15,0	10,0
2	Корни	-	-	-	-	-	-	321,6	4,1	1,1	6,8	2,3	1,7	163,2	2,1	0,6	3,4	1,2	0,9
	Мортмасса	2765,0	39,3	9,9	29,3	16,6	11,1	3125,0	44,4	11,3	33,1	18,8	12,5	1740,0	24,7	6,3	18,4	10,4	7,0
3	Корни	-	-	-	-	-	-	283,2	3,6	1,0	6,0	2,1	1,5	206,4	2,6	0,7	4,3	1,5	1,1
	Мортмасса	2645,0	37,6	9,5	28,0	15,9	10,6	1920,0	27,3	6,9	20,4	11,5	7,7	2940,0	41,7	10,6	31,2	17,6	11,8
4	Корни	-	-	-	-	-	-	494,4	6,3	1,8	10,4	3,6	2,6	144,0	1,8	0,5	3,0	1,1	0,8
	Мортмасса	4540,0	64,5	16,3	48,1	27,2	18,2	3045,0	43,2	11,0	32,3	18,3	12,2	3460,0	49,1	12,5	36,7	20,8	13,8

Выводы

1. Запасы и структура растительного вещества овсяно-ячменной смеси варьируют в зависимости от рельефа агроландшафта.

2. Запасы компонентов растительного вещества овсяно-ячменной смеси закономерно увеличиваются в направлении от элювиальной к трансэлювиально-аккумулятивной и трансаккумулятивной позиции агроландшафта.

3. Аккумуляция биогенных элементов в различных компонентах растительного вещества овсяно-ячменной смеси определяется величиной их запасов. Наибольшие запасы биогенных элементов депонируются в надземных и подземных компонентах растительного вещества на трансаккумулятивной позиции агроландшафта.

Литература

1. Титлянова А.А., Кирюшин В.И., Охинько И.П. и др. Агроценозы степной зоны. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. – 264 с.
2. Когут Б.М. Принципы и методы оценки содержания трансформируемого органического вещества в пахотных почвах //

Почвоведение. – 2003. – № 3. – С. 308–316.

3. Тейт Р. Органическое вещество почв. Биологические и экологические аспекты: пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 400 с.
4. Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1997. – 166 с.

Literatura

1. Titljanova A.A., Kirjushin V.I., Ohin'ko I.P. i dr. Agrocenozy stepnoj zony. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1984. – 264 s.
2. Kogut B.M. Principy i metody ocenki sodержanija transformiruemogo organicheskogo veshhestva v pahotnyh pochvah // Pochvovedenie. – 2003. – № 3. – S. 308–316.
3. Tejt R. Organicheskoe veshhestvo pochv. Biologicheskie i jekologicheskie aspekty: per. s angl. – M.: Mir, 1991. – 400 s.
4. Chuprova V.V. Uglerod i azot v agrojekosistemah Srednej Sibiri. – Krasnojarsk: Izd-vo KGU, 1997. – 166 s.

УДК 582. 61.9:581.526.535

И.Р. Левенец, Н.В. Покровская

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ
СУПРАЛИТОРАЛИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

I.R. Levenets, N.V. Pokrovskaya

BIOMORHOLOGICAL PECULIARITIES OF THE SUPRALITTORAL
VASCULAR PLANTS OF PRIMORSK REGION

Левенец И.Р. – канд. биол. наук, науч. сотр. лаб. динамики морских экосистем Национального научного центра морской биологии ДВО РАН, г. Владивосток. E-mail: iralevenetz@rambler.ru

Покровская Н.В. – магистрант каф. экологии и природопользования Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, г. Владивосток. E-mail: nadezhda.pokrovskaya.94@bk.ru

Levenets I.R. – Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Lab. of Marine Ecosystems Dynamics, Far Eastern Branch National Scientific Center of Sea Biology of RAS, Vladivostok. E-mail: iralevenetz@rambler.ru

Pokrovskaya N.V. – Magistrate Student, Chair of Ecology and Environmental Management, Far Eastern State Technical Fishery University, Vladivostok. E-mail: nadezhda.pokrovskaya.94@bk.ru