

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

Хасанова Р.Ф.<sup>1</sup>, Аблаева А.Р.<sup>2</sup>, Суюндуков Я.Т.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГАНУ «Институт региональных исследований Республики Башкортостан», Сибай, Россия, Республика Башкортостан (453830, г. Сибай, ул. Цеткин, д. 2), e-mail: [rezeda78@mail.ru](mailto:rezeda78@mail.ru);

<sup>2</sup> ФБГОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия, Республика Башкортостан (450074, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32), e-mail: [ablaveva-aliya87@mail.ru](mailto:ablaveva-aliya87@mail.ru)

---

Проведен сравнительный анализ формирования биологической продуктивности разными видами злаковых трав: травы естественных степей – ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.), овсяница ложноовечья (*Festuca pseudovina* L.), сеяный многолетник – кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leys.), и в качестве контроля изучались почвы под однолетней зерновой культурой – яровой пшеницей (*Triticum aestivum* L.). Исследования проводились на черноземе обыкновенном, представляющем зональный подтип в центральной части Зауралья Республики Башкортостан. Выявлено, что многолетние злаковые травы естественных сообществ накапливают подстилки, корневую массу значительно больше, чем сеяные травы, что способствует повышению противозерозионной устойчивости почв. Сравнительный анализ целлюлозолитической активности чернозема обыкновенного под разными видами трав также показывает эффективность многолетних трав естественных сообществ, корреляционный анализ выявил положительную зависимость этого показателя с подстилкой и корневой массой.

---

Ключевые слова: фитомелиорация, чернозем обыкновенный, биологическая продуктивность, целлюлозолитическая активность, агроэкосистема.

## BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF PERENNIAL GRASSES AND CELLULOLYTIC ACTIVITY OF ORDINARY CHERNOZEM

Khasanova R.F.<sup>1</sup>, Ablaveva A.R.<sup>2</sup>, Suyundukov Y.T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Regional Studies of the Republic of Bashkortostan, Sibai, Russia, the Republic of Bashkortostan (453830, Sibai, st. Zetkin, 2), e-mail: [rezeda78@mail.ru](mailto:rezeda78@mail.ru);

<sup>2</sup> Bashkir State University, Ufa, Russia, Republic of Bashkortostan (450074, Ufa, st. Validi Zaki, 32), e-mail: [ablaveva-aliya87@mail.ru](mailto:ablaveva-aliya87@mail.ru)

---

It was A comparative analysis of the formation of the biological productivity of different types of grasses: natural grass steppes - *Stipa sarillata* L., *Festuca pseudovina* L., seeded perennial - *Bromopsis inermis* Leys., and as a control studied soils under annual crops - *Triticum aestivum* L. The studies were conducted on chernozem ordinary representing subtype zone in the central part of the Trans-Urals Republic of Bashkortostan. Found that perennial grasses natural communities accumulate litter, root mass significantly greater than seeded grass, which increases erosion soil stability. Comparative analysis of the cellulolytic activity of ordinary chernozem under different grass species, also shows the effectiveness of the natural communities of perennial grasses, correlation analysis revealed a positive relationship of this parameter with the litter and root mass.

---

Key words: phytomelioration, ordinary chernozem, biological productivity, cellulolytic activity, agroecosystem.

Степное Зауралье Республики Башкортостан характеризуется высокой степенью сельскохозяйственной освоенности, многие территории используются под пашню и пастбища. Длительная интенсивная эксплуатация, а также использование агроресурсов без соблюдения научных основ земледелия привели к значительной деградации почв агроэкосистем [6]. Из способов восстановления нарушенных почв агроэкосистем наиболее экологичной является фитомелиорация, основанная на использовании биологического восстановительного потенциала растений. Благодаря мощному развитию надземной и подземной фитомассы они накапливают много органического вещества – материальную

основу гумусообразования. Кроме этого, ризосферные бактерии, используя корневые выделения растений, образуют деятельный перегной. В итоге оптимизируются многие агрофизические, химические и микробиологические свойства почвы.

Нами изучалось формирование надземной и подземной фитомассы отдельными видами многолетних злаковых трав и их влияние на процесс разложения целлюлозы как одного из показателей общей активности микроорганизмов почвы и ее плодородия. Изучались почвы под разными видами трав: травы естественных степей – ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.), овсяница ложноовечья (*Festuca pseudovina* L.), сеяный многолетник – кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leys.). В качестве контроля изучались почвы под однолетней зерновой культурой – яровой пшеницей (*Triticum aestivum* L.). Исследования проводились на черноземе обыкновенном, представляющем зональный подтип в центральной части Зауралья.

Разные виды растений отличаются между собой как по продуктивности, так и по соотношению подземных и надземных частей, что сказывается на плодородии почвы. По данным Ф.И. Левина [1972], у однолетних культур масса корней составляет 14–30% от всей массы растений, а у многолетних трав 55–65%. Основная часть фитомассы растений естественных степных сообществ сконцентрирована в подземных органах, что обеспечивает высокую их устойчивость к таким негативным факторам, как интенсивный выпас, засуха и эрозийные процессы. Для изучения особенностей формирования надземной фитомассы многолетних злаковых трав нами были определены: сырая надземная фитомасса на корню, воздушно-сухая надземная фитомасса и масса подстилки.

В исследованиях использовались полевые и лабораторные методы. В полевых условиях при выборе и закладке пробных площадок учитывался почвенный покров, выравненность и однородность участков. Урожай надземной фитомассы на корню определялся нами путем скашивания растений на уровне поверхности земли на площади 0,25 м<sup>2</sup>. Одновременно на этих же площадках собирали и взвешивали массу подстилки (мертвая надземная растительная масса, лежащая на поверхности почвы). Зеленая масса досушивалась в тени до воздушно-сухого состояния. Результаты определения надземной фитомассы приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Урожайность злаковых трав на черноземе обыкновенном**

<b>Травы</b>	<b>Сырая надземная фитомасса на корню, г/м<sup>2</sup></b>	<b>Воздушно-сухая надземная фитомасса, г/м<sup>2</sup></b>	<b>Подстилка, г/м<sup>2</sup></b>	<b>Воздушно-сухая масса всего, г/м<sup>2</sup></b>	<b>Доля подстилки в воздушно-сухой фитомассе, %</b>

Ковыль волосатик	800,0±246,6	240,0	612,0±51,7	852,0	71,8
Овсяница ложноовечья	368,0±133,9	110,4	368,0±43,8	478,4	77,2
Кострец безостый	960,0±246,6	240,0	176,0±104,0	416,0	39,7
Яровая пшеница	420,0±56,6	84,0	-	84,0	-

Из таблицы видно, что наибольшее содержание надземной зеленой фитомассы на корню наблюдается у сеяного вида – костреца безостого (960,0 г/м<sup>2</sup>), ниже у ковыля волосатика (800,0 г/м<sup>2</sup>), их показатели достоверно превышают показатели контрольного вида – яровой пшеницы (420,0 г/м<sup>2</sup>). Овсяница ложноовечья уступает по накоплению сырой надземной фитомассы вышеперечисленным видам (368,0 г/м<sup>2</sup>). Показатели количества подстилки у костреца безостого достоверно уступают остальным видам (176,0 г/м<sup>2</sup>). Ковыль волосатик характеризуется наибольшим значением (612,0 г/м<sup>2</sup>), достоверно уступает ему овсяница ложноовечья (368,0 г/м<sup>2</sup>). Яровая пшеница не формирует подстилку.

Общая надземная сухая фитомасса больше у ковыля волосатика (852,0 г/м<sup>2</sup>), у овсяницы ложноовечьей и костреца безостого меньше (478,4 и 416,0 г/м<sup>2</sup> соответственно), минимальный показатель – у яровой пшеницы (84,0 г/м<sup>2</sup>). Доля подстилки в воздушно-сухой фитомассе больше у овсяницы ложноовечьей (77,2 г/м<sup>2</sup>), ковыля волосатика (71,8 г/м<sup>2</sup>), значительно уступает им кострец безостый (39,7 г/м<sup>2</sup>).

Основным источником органического вещества для гумусообразования в почве является корневая система растений, находящаяся в непосредственном контакте с почвой [5]. Послойное распределение корневой массы под изучаемыми видами трав показано в таблице 2.

**Таблица 2 – Послойное распределение подземной фитомассы трав**

Слой почвы, см	Яровая пшеница		Ковыль волосатик		Овсяница ложноовечья		Кострец безостый	
	Корневая масса, г/м <sup>2</sup>	Отклонение от контроля*, г/м <sup>2</sup>	Корневая масса, г/м <sup>2</sup>	Отклонение от контроля, г/м <sup>2</sup>	Корневая масса, г/м <sup>2</sup>	Отклонение от контроля, г/м <sup>2</sup>	Корневая масса, г/м <sup>2</sup>	Отклонение от контроля, г/м <sup>2</sup>
0-5 см	52,97	-	586,63	-	618,48	-	310,12	-
5-15 см	20,33	-32,64	270,75	-315,88	286,54	-331,94	95,87	-214,25

15-30 см	8,27	-44,7	106,86	-479,77	131,27	-487,21	22,47	-287,65
НСР <sub>05</sub>	17,46		83,35		85,12		35,39	
<b>0-30см</b>	<b>81,59±40,36</b>		<b>964,25±238,1</b>		<b>1036,3±261,6</b>		<b>313,73±87,95</b>	

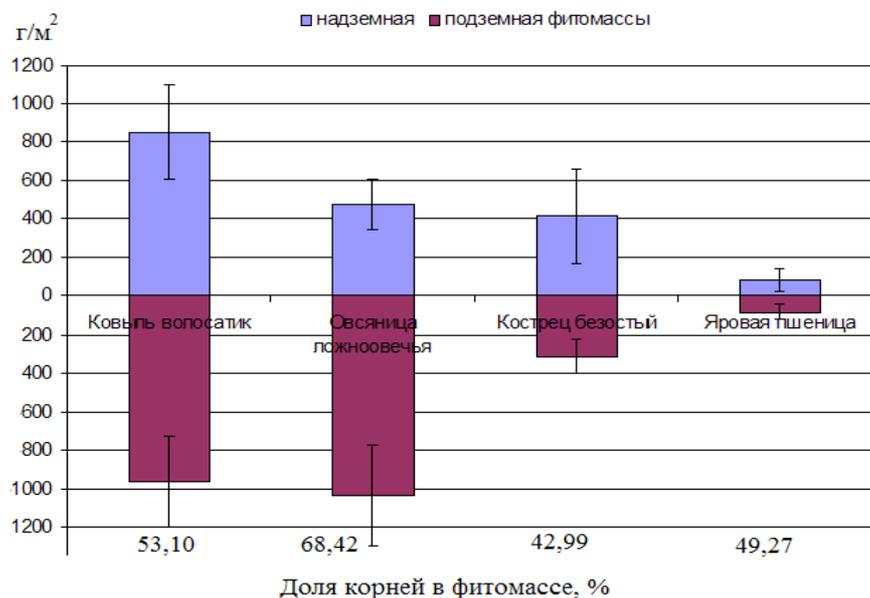
\* – в качестве контроля здесь принимали слой 0–5 см.

Из таблицы видно, что корневая фитомасса исследуемых видов трав варьирует в значительных пределах – от 8,27 до 618,48 г/м<sup>2</sup>. Так, подземная масса яровой пшеницы в слое 0–5 см (52,97 г/м<sup>2</sup>) достоверно выше показателей слоя 5–15 и 15–30 см, однако между значениями нижних слоев (20,33 и 8,27 г/м<sup>2</sup> соответственно) достоверных различий нет. Корневая фитомасса ковыля волосатика в слое 5–15 см достоверно превышает значения слоя 15–30 см и достоверно уступает этому показателю в слое 0–5 см. Масса корней овсяницы ложноовечьей в слое 0–5 см достоверно превышает показатели в нижележащих слоях (на 331,94 и 487,21 г/м<sup>2</sup>). Масса корней слоя 15–30 см достоверно уступает значению в слое 5–15 см (на 155,27 г/м<sup>2</sup>). У костреца безостого наблюдается достоверное превышение корневой массы в слое 0–5 см над показателями в нижележащих слоях (на 214,25 и 287,65 г/м<sup>2</sup>).

Сравнительный анализ подземной фитомассы под злаковыми травами в слое 0–30 см (табл. 2) показал статистически достоверные различия по сравнению с яровой пшеницей (НСР<sub>05</sub>=97,28). Так, наибольшую корневую массу накапливают травы естественных степей – овсяница ложноовечья (1036,31 г/м<sup>2</sup>) и ковыль волосатик (964,25 г/м<sup>2</sup>). Кострец безостый достоверно уступает последним по данному показателю (313,72 г/м<sup>2</sup>). Минимальное накопление корневой массы наблюдается под контрольной однолетней культурой – яровой пшеницей (81,60 г/м<sup>2</sup>).

Таким образом, под многолетними злаковыми травами естественных сообществ корневой массы накапливается в 2 раза больше, чем под сеянными многолетними травами. Однолетняя зерновая культура (яровая пшеница) достоверно уступает по накоплению подземной массы всем изучаемым видам трав. Кроме того, под всеми многолетними злаковыми травами наибольшая подземная фитомасса формируется в верхнем пятисантиметровом слое, вниз по профилю почвы она достоверно уменьшается. Как известно, корневая масса трав поверхностного слоя играет решающую роль в предотвращении развития эрозионных процессов. По противозерозионной эффективности изучаемые травы можно расположить в ряду: овсяница ложноовечья, ковыль волосатик, кострец безостый, яровая пшеница.

Соотношение надземной и подземной массы и доля корней в общей фитомассе показаны на рисунке 1.



**Рис. 1. Соотношение надземной и подземной фитомассы трав.**

Из рисунка видно, что наибольшие показатели общей фитомассы и доли в ней корней характерна для многолетних трав естественных сообществ. Показатели костреца безостого значительно ниже. Наименьшей общей фитомассой отличается яровая пшеница, уступающая многолетним злаковым травам.

Ферментативная активность почвы представляет собой многофункциональную характеристику, зависящую от свойств почвы, факторов среды, формирующих данную почву, от биологических свойств растительности и особенностей агротехники. Одним из показателей общей активности микроорганизмов почвы является целлюлозолитическая способность почвы. Она может служить характеристикой трансформации органического вещества, вовлечения труднодоступных форм углерода в биологический круговорот и в конечном итоге определяет уровень почвенного плодородия и продуктивность биоты. Целлюлозолитическая активность зависит от многих факторов. На активизацию разложения целлюлозы влияют температура, увлажнение, аэрация почвы [1], внесенные в нее минеральные удобрения [3], биологические свойства растительности и особенности агротехники.

Интенсивность разложения целлюлозы определяли в полевых условиях аппликационным методом. Исследования показали, что под травами из естественных сообществ – ковылем волосатиком и овсяницей ложноовечьяй, процент разложения целлюлозы выше, чем под другими видами исследуемых трав, и составляет 58,66 и 56,41%

соответственно (табл. 3). Целлюлозолитическая активность почвы под кострцом безостым составляет 38,34%, что достоверно меньше, чем под травами из естественных сообществ. Под яровой пшеницей целлюлозная активность почвы минимальная – 31,90%.

Для оценки интенсивности разрушения целлюлозы использовали шкалу О.Е. Пряженниковой [4], по которой если выраженность процесса выше 80%, то интенсивность разложения целлюлозы очень сильная, от 50 до 80% – сильная, от 30 до 50% – средняя, от 10 до 30% – слабая и менее 10% – очень слабая. Согласно ей под травами из естественных сообществ интенсивность разрушения целлюлозы сильная (более 50%), под кострцом безостым и яровой пшеницей – средняя (от 30 до 50%).

**Таблица 3 – Интенсивность разрушения целлюлозы под злаковыми травами**

<b>Целлюлозолитическая активность почвы под травами</b>		
<b>травы</b>	<b>разложение целлюлозы, %</b>	<b>оценка</b>
Ковыль волосатик	58,66± 22,3	сильная
Овсяница ложноовечья	56,41±17,5	сильная
Кострец безостый	38,34±9,73	средняя
Яровая пшеница	31,9±22,4	средняя
НСР <sub>05</sub>	13,36	

Корреляционный анализ показал тесную положительную зависимость между накоплением подстилки и целлюлозолитической активностью –  $r=0,94$ , а также между корневой массой и активностью разложения целлюлозы ( $r=0,86$ ).

Таким образом, сравнительный анализ формирования надземной и подземной фитомассы под разными злаковыми травами показал, что многолетние сеяные травы более продуктивны по накоплению надземной фитомассы. Однако травы естественных сообществ накапливают больше подстилки, чем сеяные, и доля подстилки в воздушно-сухой фитомассе велика. Исследования особенностей формирования подземной фитомассы показали, что многолетние злаковые травы естественных сообществ накапливают больше корневой массы, чем сеяные многолетние травы.

Сравнительный анализ целлюлозолитической активности чернозема обыкновенного под разными видами трав показал, что под травами естественных сообществ интенсивность

разрушения целлюлозы выше, чем под сеянными многолетними и однолетними травами. Активность разложения целлюлозы положительно коррелирует с показателями подстилки и корневой массы.

Таким образом, в условиях чернозема обыкновенного многолетние травы естественных сообществ ковыль волосатик и овсяница ложноовечья не только накапливают наибольшую подземную фитомассу, но и способствуют большей активизации процесса разложения целлюлозы, чем костреч безостый и яровая пшеница.

### Список литературы

1. Захарченко А.Ф. Разложение целлюлозы в зональных почвах Таджикистана // Почвоведение. – 1961. – № 2. – С. 54-62.
2. Левин Ф.И. Окультуривание почв. – М. : Колос, 1972. – 264 с.
3. Нурмухаметов Н.М., Хамидуллин М.Х., Нугманов Р.М. Влияние форм, доз и способов внесения удобрений на биологическую активность почвы // Агротехника и биология полевых культур. – Уфа, 1998. – С. 73-80.
4. Пряженникова О.Е. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды // Вестник Кемеровского государственного университета, 2011. – № 3 (47). – С. 9-13.
5. Суюндуков Я.Т., Хасанова Р.Ф., Суюндукова М.Б. Фитомелиоративная эффективность многолетних трав на черноземах Зауралья / под ред. чл.-корр. АН РБ, проф. Ф.Х. Хазиева. – Уфа : Гилем, 2007. – 132 с.
6. Хазиев Ф.Х., Мукатанов А.Х., Хабиров И.К. и др. Почвы Башкортостана. – Уфа : Гилем, 1995. – Т. 1. – 384 с.

### Рецензенты

Янтурин Сафаргали Искандарович, д.б.н., профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой экологии Сибайского института (филиала) ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Сибай.

Мазгаров Ильдус Ризаевич, д.б.н., профессор, заведующий кафедрой человека и животных Сибайского института (филиала) ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Сибай.