

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-1-58-65

## ОСВОЕНИЕ ЗАКУСТАРЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЛИЗИМЕТРАХ

Адико Япо Ив Оливье<sup>1</sup>,  
Н.А. Семенов<sup>2</sup>, А.В. Шуравилин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>ВНИИ кормов В.Р. Вильямса  
Московская область, г. Лобня, Научный городок, корпус 1, 41055

Приведены результаты лизиметрических экспериментов по влиянию заправки древесно-кустарниковой биомассы в дерново-подзолистую среднесуглинистую почву на урожайность, концентрацию биогенных элементов и накопление биохимических веществ в надземной массе сеяных злаковых трав четвертого-седьмого года пользования. Изучено формирование урожайности многолетних трав, потеря питательных веществ — азота, фосфора, калия, кальция на неудобряемом фоне и при внесении минеральных удобрений в зависимости от вида запаханной биомассы. Показана динамика урожайности, концентрации биогенных элементов питания растений (NPKCa) и их накопление в надземной части сеяного злакового травостоя, как по годам, так и в среднем за четыре года исследований в условиях естественного плодородия и внесения минеральных удобрений. Дана сравнительная оценка урожайности, биогенных элементов и биохимических веществ сеяных злаковых неудобряемых травостоев, по сравнению с контролем (пашня), которая показала на заметный недобор урожайности в вариантах с заделанной биомассой (поросль ивы, мелколось березы и осины), в среднем на 15—20%. На удобряемых сеяных злаковых травостоях по сравнению с неудобряемым фоном урожайность трав возросла, как на пашне, так и при внесении биомассы — от 35 до 70%. Наиболее оптимальные условия для поглощения азота злаковыми травами как по годам, так и в среднем за 4 года создаются при заделке мелколосья осины.

**Ключевые слова:** почва, залежь, заправка биомассы, поросль ивы, мелколось березы и осины, сеяные злаковые травы, минеральные удобрения, урожайность, биогенные элементы

В Нечерноземной зоне Российской Федерации свыше 40 млн га пашни не используется в сельскохозяйственном производстве. Эти земли начинают зарастать нежелательной растительностью. В первые 2—3 года происходит зарастание грубостебельными многолетними сорными травами, образующими мощную дернину. В последующие годы начинает развиваться древесно-кустарниковая растительность, и эти площади переходят в перелогии и залежи. Для их возврата в сельскохозяйственный оборот необходимо прежде всего провести оценку состояния растительного покрова каждого земельного участка, а затем разрабатываются технологические решения по его освоению. При освоении закустаренных залежных земель и их рекультивации необходимо разрабатывать экономически обоснованные технологии, которые включают заделку этой биомассы в нижнюю часть пахотного слоя с целью ее использования в качестве потенциального удобрения.

Одним из технологических процессов освоения этих земель является его моделирование в лизиметрах.

Ранее проведенными исследованиями [1—5] установлены некоторые закономерности формирования естественных и сеяных агрофитоценозов при освоении залежных земель. Во многих опубликованных работах [6—9] отличается снижение урожайности сеяных злаковых трав в первые годы после запашки биомассы древесно-кустарниковой растительности и обуславливающие их причины. Однако влияние биомассы на количественные и качественные показатели сеяных травостоев в процессе действия и последствия на них запаханной древесно-кустарниковой растительности практически не изучалось.

**Цель, объекты и методика исследований.** Целью исследований является оценка технологии заделанной в почву различных видов грубостебельной травянистой и древесно-кустарниковой растительности на залежных землях на основе моделирования в лизиметрах и установления ее влияния на урожайность сеяных злаковых трав, содержание питательных веществ в наземной массе травостоя и их потребление в зависимости от минеральных удобрений.

Исследования проводились лизиметрическими методами [10] на монолитах ненарушенного сложения с применением стандартных и современных методик. В лизиметрах использовалась 8-летняя залежь дерново-подзолистой почвы, имеющая следующие агрохимические свойства:  $pH_{KCL}$  — 5,2, содержание гумуса — 2,2%, гидролитическая кислотность — 2,66 мг-экв/100 г почвы, азот общий — 0,126%,  $P_2O_5$  (подвижный) — 19,2 мг/100 г почвы,  $K_2O$  (обменный) — 5,8 мг/100 г почвы. Опыт проводился с 2006 г. с запашкой 8-летних залежей и с заделкой различной биомассы. Контролем является пашня. После закладки опыта с заделкой в почву на глубине пахотного слоя 17—23 см в 2006 г. различной биомассы был произведен посев 07—09.05.2007 г. в качестве предварительной культуры райграс однолетний (сорт. Рапид), в 2008 г. — он же в качестве покровной культуры с посевом злаковой травосмеси 4 кг/га. Использование травостоя двухукосное.

Наши исследования проводились в 2011—2014 гг. с 4—7-летним использованием травостоя. Опыт заложен по двухфакторной схеме: фактор «А» — травостой, фактор «В» — удобрения. В опыте изучалась дернина старосеяного луга и долголетняя залежь с порослью ивы, березы и осины. Злаковый травостой выращивался без удобрений и с минеральными удобрениями (НК). Повторность опыта 3-кратная.

**Результаты исследований.** По годам исследований (2011—2014 гг.) урожайность злаковых травостоев изменялась по варианту опыта в зависимости от различных факторов — травостой и удобрений (табл. 1).

Так, в 2011 г. урожайность была значительно ниже, чем в другие годы, что является следствием природного фактора (экстремальные погодные условия периода вегетации 2011 г.) и соответствующей реакцией торможения ростовых процессов трав на эти условия, особенно в 2011 г. на второй год засухи, и антропогенных факторов — влияния удобрений, различных видов запаханной биомассы и не однозначной их трансформации в процессе не одинаковой их минерализации.

Таблица 1

## Урожайность сеяных злаковых трав за 2011—2014 гг., ц/га

№ варианта	Вариант опыта		Годы исследований				Среднее за 2011—2014 гг.
	Травостой (фактор А)	Удобрения (фактор В)	2011	2012	2013	2014	
1	Консервация пашни (с 1 года)	Без уд.	43,8	52	51,7	45,6	48,3
2		НРК	54,6	82,8	97,4	86,2	80,3
3	Долголетняя залежь (дернина луга)	Без уд.	45,9	54,2	46,7	47,4	48,6
4		НРК	60,4	77,8	91,3	85,7	78,8
5	Долголетняя залежь с порослью: Ивы	Без уд.	41,5	44,2	53,8	46,4	46,5
6		НРК	57,7	72,3	76,2	74,6	70,2
7	Долголетняя залежь с мелколесьем березы	Без уд.	40,8	45,3	67,8	66,8	55,2
8		НРК	60,1	75	75,1	73,4	70,9
9	Долголетняя залежь с мелколесьем осины	Без уд.	30,7	35,2	47,6	65,7	44,8
10		НРК	66,9	92,7	92,4	89,3	85,4
	НСР <sub>05</sub> по фактору А		7,1	8,2	6,6	6,3	7,9
	НСР <sub>05</sub> по фактору В		8,4	9,6	7,3	6,8	8,7
	НСР <sub>05</sub> по взаимодействию факторов А и В		9,2	10,5	8,8	8,5	9,4

Полученные данные за 2011 г. показали, что на неудобряемом фоне наибольшая урожайность сеяных злаковых трав составляла 43,9 ц/га на долголетней залежи, а наименьшая — 30,7 ц/га на долголетней залежи с мелколесьем осины. На удобряемом фоне эти показатели соответственно составляли 66,9 ц/га в варианте с долголетней залежью и мелколесьем осины и 54,6 ц/га в контроле (консервация пашни).

В целом, на неудобряемых травостоях в 2011 г. снижение урожайности сеяных злаковых трав по запаханной древесно-кустарниковой биомассы недобор составил 30—36%. Внесение удобрений способствовало снижению потерь на злаковом травостое в среднем на 34%, а их эффективность была минимальной. Следует отметить, что на четвертый год пользования сеяных многолетних злаковых трав (т.е., в 2011 г.) удобрения способствовали снижению потерь урожайности при заделке биомассы в почву. Также были ниже потери по заделке древесной массы, которые составили по осине 30%, иве — 34%, березе — 36%. Однако на неудобряемых фонах по сравнению с контролем (пашня — начало консервации) даже в среднем за 5 лет недобор урожайности трав на злаковых травостоях составил по иве — 11, березе — 12, осине — 19%. На удобряемых вариантах недобор составил по иве — 4, березе — 2% (по осине урожайность была на 2% больше, чем на контроле). Роль удобрений в последующие годы значительно возрастала. Закономерно и то, что в годы с неравномерным увлажнением и температурой (особенно весной и летом) при 2-укосном использовании полноценный корм (по урожайности и качеству) формируется в основном за счет 1-го укоса. По мере усиления степени минерализации запаханной в почву биомассы возрастает и степень доступности биогенных элементов в питании растений, следовательно, растет и величина урожая злаковых трав.

В годы исследований наиболее высокая урожайность сеяных трав была получена в вегетационные периоды 2012 и 2013 г., которые отличались более высокой влагообеспеченностью и благоприятным тепловым режимом для указанных травостоев. В 2012 г. урожайность трав без внесения удобрений изменялась в пределах 35,2 и 54,2 ц/га соответственно в вариантах 9 и 3, а на фоне удобрений 72,3—92,7 ц/га (варианты 10 и 4). В 2013 г. показатели урожайности злаковых трав на неудобряемом фоне изменялись от 46,7 ц/га на долголетней залежи до 67,8 ц/га в варианте 7 с мелколесьем березы.

На фоне внесения минеральных удобрений показатели урожайности трав варьировали от 75,1 ц/га в варианте 8 с мелколесьем березы до 97,4 ц/га в контроле (консервация пашни). Заметное снижение урожайности злаковых трав отмечалось в 2014 г. (на 7-й год использования), вегетационный период которого был очень теплым и сухим. В вариантах без удобрений урожайность злаковых трав была получена наименьшей в контроле (вариант 1) и составила 45,6 ц/га, а наибольшая — в варианте 7 с мелколесьем березы и достигла 66,8 ц/га. На фоне внесения минеральных удобрений урожайность увеличивалась в 1,1—1,9 раза. При этом наименьшая урожайность трав получена в варианте 8 с мелколесьем березы (73,4 ц/га), а наибольшая — в варианте 10 с мелколесьем осины (89,3 ц/га).

В среднем за 4 года в вариантах опыта с травостоем без внесения удобрений урожайность сеяных злаковых трав изменялась в пределах 42,6—55,2 ц/га. В контроле (пашня) и в варианте 3 (дернина старасеяного луга) урожайность злаковых трав за четырехлетний период составила соответственно 48,3 и 48,6 ц/га, т.е. была примерно одинаковой. На фоне запашки биомассы древесно-кустарниковой растительности из ивы, березы и осины урожайность трав без удобрений соответственно составляла 46,5; 55,2 и 42,6 ц/га.

Эти данные свидетельствуют о том, что без внесения удобрений наиболее низкая урожайность трав была получена на фоне запашки осины и была меньше контроля на 5,7 ц/га, или на 11,8%. Более высокая урожайность обеспечивалась при запашке березы, которая превышала контроль на 6,9 ц/га, или на 14,3%. Иная картина в изменении урожайности трав была выявлена на фоне внесения минеральных удобрений. Здесь в среднем за годы исследований урожайность трав изменялась в пределах 70,2—85,4 ц/га и была выше, чем на неудобряемом фоне, в 1,3—2,0 раза. При этом наименьшая урожайность злаковых трав была получена на фоне запашки мелколесья ивы и была меньше контроля на 12,6%. Минеральные удобрения обеспечивали получения наиболее высокой урожайности трав при запашке биомассы из мелколесья осины.

В среднем за 4 года урожайность трав была выше, чем на неудобряемом фоне, в 2 раза, а по сравнению с удобряемым контролем — на 5,1 ц/га, или на 6,4%.

В целом, влияние удобрений ослабевает (снижается) по мере возрастания степени минерализации запаханной в почву биомассы и, следовательно, — усиления вследствие этого степени доступности высвобождающихся в процессе разложения биомассы элементов питания растений.

Таким образом, эффективность удобрений ослабевает (снижается) по мере возрастания степени минерализации запаханной в почву биомассы и усиления степе-

ни доступности высвобождающихся в процессе разложения биомассы элементов питания растений. Варьирование величины урожая на неудобряемых травостоях при заделке в почву различной по видам биомассы зависело от содержания в ней потенциальных элементов питания растений. Удобрение сеяного злакового травостоя при заделке мелкокошья осины было наиболее эффективным агротехнологическим приемом, который обеспечил прибавку урожая в среднем за 4 года в 2 раза и превосходил по урожайности пашню на 6,4%.

Большой интерес представляют исследования о влиянии биомассы из древесно-кустарниковой растительности на концентрацию в корме сеяных трав НРКСа. Исследования показали, что в среднем за 4 года на контроле без внесения удобрений содержание (концентрация) азота в травостое было меньше, чем на удобряемом фоне. Наибольшее содержание азота в растениях в среднем за 4 года было зафиксировано в дернине луга с порослью осины. Его концентрация составила 2,01%. При этом наименьшая концентрация азота отмечалась в варианте 3 (дернина луга без удобрений) — 1,32% (табл. 2).

Таблица 2

**Концентрация N, P, K, Ca в среднем за 4 года исследований (2011—2014), %**

№ варианта	Вариант опыта		Показатели			
	Травостой (фактор А)	Удобрения (фактор В)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
1	Пашня	Б/уд.	1,59	0,88	2,55	1,12
2		С удобр. НК	1,94	0,70	3,10	0,97
3	Залежь (дернина луга)	Б/уд.	1,32	0,81	2,45	1,13
4		С удобр. НК	1,79	0,69	3,04	0,98
5	Залежь с порослью ивы	Б/уд.	1,49	0,87	2,49	1,39
6		С удобр. НК	1,95	0,73	3,31	1,03
7	Залежь с мелкокошьям березы	Б/уд.	1,37	0,86	2,30	1,28
8		С удобр. НК	1,99	0,70	3,04	0,91
9	Залежь с мелкокошьям осина	Б/уд.	1,51	0,88	2,69	1,46
10		С удобр. НК	2,01	0,72	3,24	1,02

Концентрация фосфора в растениях на фоне ежегодного внесения азота и калия была ниже чем без внесения удобрений. То есть произошло резкое обеднение почвы подвижным фосфором. Следовательно, без внесения фосфорных удобрений при большом выносе P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> с урожаем потребность резко увеличивается, что указывает на то, что и в этих условиях возникает потребность в дополнительном фосфорном питании почвы.

Внесение калийных удобрений в почву заметно повышала содержание K<sub>2</sub>O в растениях. При этом наиболее высокая концентрация K<sub>2</sub>O (3,31% в среднем за 4 года) установлена в варианте 6 — залежь с порослью ивы на фоне внесения калийных удобрений. Наименьший показатель концентрации калия (2,30%) характерен для варианта 7 — залежь с мелкокошьям березы без удобрений. При внесении азотных и калийных удобрений (без фосфорных) содержание кальция в растениях снижалось. Если на неудобряемом фоне концентрация CaO в растений изменялась в зависимости от травостоя в пределах 1,12—1,46%, то при внесении НК-удобрений концентрация кальция снизилась до 0,91—1,03%.

## ВЫВОДЫ

1. Урожайность сеяных злаковых трав изменялась в зависимости от погодных условий вегетационного периода, особенности возделывания травостоя и внесения минеральных удобрений. Из четырех лет исследований наиболее засушливыми были 2011 и 2014 г., которые отличались низкой урожайностью трав. Наиболее благоприятные условия по тепло-влажностности для возделывания трав создавались в периоды вегетации 2012 и 2013 г. В среднем за 2011—2014 гг. на неудоляемом фоне наибольшая урожайность была получена на долгодетней залежи с мелколесем березы, а наименьшая — на долгодетней залежи с мелколесем осины (42,6 ц/га). При внесении минеральных удобрений урожайность сеяных злаковых трав в среднем за годы исследований увеличивалась в 1,1—2,0 раза. При этом наибольшая урожайность (85,4 ц/га в среднем за 4 года) получена на долгодетней залежи с мелколесем осины, а наименьшая — 70,2 ц/га на долгодетней залежи с порослью ивы.

2. Концентрация биогенных элементов при возделывании сеяных злаковых трав на залежных землях с внесением биомассы из древесно-кустарниковой растительности увеличивалась по азоту и калию и снижалась по фосфору и кальцию при внесении только азотных и калийных удобрений. Следовательно, без внесения фосфорных удобрений при большом выносе  $P_2O_5$  с урожаем потребность в фосфоре резко увеличивается, что указывает на необходимость внесения фосфорных удобрений в дерново-подзолистую почву.

© Адико Япо Ив Оливье, Н.А. Семенов, А.В. Шуравилин, 2017

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гинтовт И.А., Преображенский К.И. Коренное улучшение закустаренных земель. М.: Россельхозиздат, 1985.
2. Кулаков В.А., Щербаков М.Ф., Каримов Р.Р. Эффективность разных технологий улучшения закустаренных кормовых угодий // Сборник научных трудов. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященные 95-летию основания Кировской лугоболотной станции. Киров, 2013. С. 198—203.
3. Лукьянов А.Д., Пятковский В.К. Способы освоения закустаренных земель. М.: Колос, 1979.
4. Преображенский К.И. Культуртехнические работы на закустаренных землях Нечерноземной зоны РСФСР. Ленинград: Колос, 1983. С. 117.
5. Семенов Н.А., Муромцев Н.А., Шуравилин А.В. Влияние запаханной дернины на инфильтрационные потери химических элементов и урожайность сеяных трав // Земледелие. 2009. № 3. С. 20—21.
6. Семенов Н.А., Муромцев Н.А., Шуравилин А.В., Балабко П.Н., Витязев В.Г., Дрокин В.Н. Урожайность и потери питательных элементов культурой райграсса в зависимости от видового состава запаханной биомассы при освоении залежных земель // Международный симпозиум «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». М.: МСХА, 2009. С. 502—505.
7. Семенов Н.А., Муромцев Н.А., Шуравилин А.В., Крупнов В.А. Влияние удобрений при запаханной древесно-кустарниковой растительности на урожайность трав и качество корма // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2011. № 1. С. 85—92.

8. Семенов Н.А., Косолапов В.М., Кутузова А.А. Зависимость урожайности и потребления биогенных элементов сеяных трав от видового состава запаханной биомассы на бывшей пашне // *Материалы Международной научно-практической конференции: «Рекультивация и использование залежных земель в Нечерноземной зоне России; теория и практика»*. ГНУ ВНИИМЗ, Тверь, 2012. С. 60—69.
9. Шуравилин А.В., Семенов Н.А., Муромцев Н.А., Акутнева Е.А. Влияние запаханной древесно-кустарниковой растительности на инфильтрационный сток и потери питательных веществ // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2010. № 12. С. 82—87.
10. Муромцев Н.А., Семенов Н.А., Бушуев Н.Н., Шуравилин А.В. *Лизиметры в почвенно-экологических исследованиях: Учебное пособие*. М.: РУДН, 2009.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-1-58-65

## DEVELOPMENT ZAKUSTARENNYH LAND BY RESULTS OF MODELING IN LYSIMETERS

Adiko Yapo Yves Olivier<sup>1</sup>, N.A. Semenov<sup>2</sup>, A.V. Shuravilin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
*Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>Russian Academy of Agricultural Sciences,  
GNU "All-Russian Research Institute of forages of W.R. Williams"  
*Scientific town, Lobnya, Moscow region, Russia, 141005*

**Abstract.** Powered results of experiments on the effect of lysimetric plowing tree and shrub biomass in the sod-podzolic medium loamy soil on yield, nutrients concentration and accumulation of biochemical substances in aboveground mass sown grasses fourth to seventh year of use. Studied the formation of productivity of perennial grasses, the loss of nutrients — nitrogen, phosphorus, potassium, calcium on the disapprove background and minerals fertilizers depending on the plowed biomass. The dynamics of the yield, the concentration of nutrients of plant nutrition (NPKCa) and their accumulation in the aboveground part of the sown cereal grass as for years, and an average of four years of research in natural fertility and minerals fertilizers. A comparative assessment of the yield, nutrients and biochemicals sown cereal disapproved herbage, compared with the control (arable land), which pointed to a significant shortfall in crop yields in versions with embedded biomass (shoots of willow, melkoles birch and aspen), an average of 15—20%. On fertilized sown cereal herbage compared with disapprove background herbs yield increased as the plow, and in making biomass — from 35 to 70%. The most optimal conditions for nitrogen absorption grasses over years and an average of 4 years, created when terminating bush aspen.

**Key words:** soil, fallow, plowing biomass, willow shoots, birch and aspen melkoles, sown cereals grasses, minerals fertilizers, crop yields, biogenics elements

### REFERENCES

1. Gintovt I.A., Preobrazhensky K.I. *Radical improvement zakustarenyh land*. Moscow: Ros-selkhozizdat, 1985.
2. Kulakov V.A., Shcherbakov M.F., Karimov R.R. The effectiveness of different technologies to improve zakustarenyh forage land. *Collection of scientific papers. Proceedings of the International scientific-practical conference devoted to 95-anniversary of the Kirov lugobolotnoy station*. Kirov, 2013. P. 198—203.

3. Lukyanov A.D., Pyatkovsky V.K. *Methods development zakustarenyh land*. Moscow: Kolos, 1979.
4. Preobrazhensky K.I. *Kulturtehnicheskie work on zakustarenyh land chernozem zone of RSFSR*. Lenigrad: Kolos, 1983.
5. Semenov N.A., Muromtsev N.A., Shuravilin A.V. The impact on the plowed turf infiltration loss of chemic elements and productivity of sown grass. *Agriculture*. 2009. № 3. P. 20—21.
6. Semenov N.A., Muromtsev N.A., Shuravilin A.V., Balabko P.N., Vityazev V.G., Drokin V.N. Yield losses and nutrient ryegrass crop depending on the species composition of the plowed biomass during the development of fallow lands. *International symposium "New and non-conventional plants and prospects of their use"*. Moscow: ICCA, 2009. P. 502—505.
7. Semenov N.A., Muromtsev N.A., Shuravilin A.V., Krupnov V.A. Influence of fertilizers plowed under trees and shrubs on the yield and quality of forage grasses. *Land management, cadastre and land monitoring*. 2011. № 1. P. 85—92.
8. Semenov N.A., Kosolapov V.M., Kutuzova A.A. Dependence of the yield and nutrient consumption sown grass species composition of the plowed biomass on the former arable land. *Materials of the International scientific-practical conference: "Reclamation and use of fallow land in the Non-chernozem zone of Russia; theory and practice"*. Tver, GNU VNIIMZ, 2012. P. 60—69.
9. Shuravilin A.V., Semenov N.A., Muromtsev N.A., Akutneva E.A. Influence plowed trees and shrubs on the infiltration runoff and nutrient loss. *Land management, cadastre and land monitoring*. 2010. № 12. P. 82—87.
10. Muromtsev N.A., Semenov N.A., Bushuyev N.N., Shuravilin A.V. *Lysimeters into the soil and ecologicals researchs*. Study posobie. Moscow, RUDN, 2009.