

явилась при использовании органоминеральной системы удобрения.

Полученные результаты измерения и близкое соответствие данным представленных выше литературных источников (Роуэлл, 1998; Смагин, 2005) подтверждают работоспособность портативного почвенного респирометра и возможность его использования в практических и научных целях для мониторинга почвенной эмиссии диоксида углерода в атмосферу.

*Литература*

1. Макаров Б.Н. Динамика газообмена между почвой и атмосферой в течение вегетационного периода под различными культурами // Почвоведение. - 1952. - №3. - С.271-277. 2. Макаров Б.Н. К методике определения интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  из почвы // Почвоведение. - 1970. - №5. - С.139-143. 3. Макаров Б.Н. Упрощённый метод определения дыхания почвы (и биологической активности) // Почвоведение. - 1957. - №9. - С.119-122. 4. Роуэлл Д.Л. Почвоведение: методы и использование. - М.: Колос, 1998. - 486 с. 5. Шарков И.Н. Определение интенсивности продуцирования  $\text{CO}_2$  почвой абсорбционным методом // Почвоведение. - 1984. - №7. - С.135-143. 6. Шатнов В.И. К методике определения биологической активности почвы // Доклады ВАСХНИЛ. - 1952. - Вып.6. - С.27-33.

#### MONITORING OF CARBON DIOXIDE EMISSION WITH A PORTABLE SOIL RESPIROMETER

E.N. Akanov<sup>1</sup>, G.E. Merzlaya<sup>1</sup>, I.V. Ponkratenkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry, ul. Pryanishnikova 31A, Moscow, 127550 Russia

<sup>2</sup>Smolensk research institute of agriculture ul. Nakhimova 21, Smolensk, 214025 Russia

*Results of carbon dioxide emission monitoring in a field experiment using a portable soil respirometer are presented. The device is a sealed plastic container with an infrared gas mini-analyzer. A representative soil sample is placed in the device. Measurement is made directly on the plots of field experiment. The obtained results confirm the efficiency of portable soil respirometer under field monitoring conditions.*

*Keywords: monitoring, soil, carbon dioxide emission, respirometer.*

УДК 504.3.054:630:385

## ВЛИЯНИЕ ЗАПАХАННОЙ В ПОЧВУ БИОМАССЫ И УДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СЕЯНЫХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЯХ

Д.Е. Кучер, к.т.н., Е.А. Пивень, к.м.н., А.В. Шуравилин, д.с.-х.н., Российский университет дружбы народов, Н.А. Семенов, д.б.н., Всероссийский НИИ кормов им. В.Р. Вильямса, dmitr004@gmail.com

Показана динамика содержания элементов питания растений в надземной части сеяного злакового травостоя в условиях внесения калийно-азотных удобрений и естественного плодородия дерново-подзолистой почвы восьмилетней закустаренной и залесенной залежи, используемой ранее (более 40 лет) в полевых севооборотах. Установлено, что оптимальные условия для поглощения азота злаковыми травами, как по годам, так и в среднем за 4 года, создаются при заделке мелколесья осины, а наименее благоприятные – при заделке мелколесья берёзы. На фоне НК-удобрений наибольшее поглощение азота отмечалось при заделке поросли ивы, а калия – мелколесья осины. Поглощение фосфора злаковым травостоем по годам исследований заметно снижается. На шестой-седьмой годы жизни трав при резком обеднении почвы подвижным  $\text{P}_2\text{O}_5$  необходимо внесение фосфорных удобрений (даже при временно избыточном его содержании в почве).

**Ключевые слова:** биомасса, залежь, элементы питания, злаковые травы, удобрения.

В Нечернозёмной зоне России свыше 40 млн га пашни не используется, зарастает древесно-кустарниковой растительностью, и эти площади переходят в залежь. В связи с увеличением потребности населения в производстве животноводческой и растениеводческой продукции в настоящее время эти земли необходимо ввести в интенсивное сельскохозяйственное производство. Предшествующими исследованиями [3, 5, 7] показано негативное влияние заделанной в почву различной древесно-кустарниковой массы на вынос N, P, K, Ca надземной массой, на урожайность злаковых трав и питательность корма. Однако, влияние минерализующейся в почве биомассы на содержание этих элементов в полученном травянистом корме изучено недостаточно.

Цель исследований – изучить влияние различных видов заделанной в дерново-подзолистую почву биомассы, с учётом сложившегося плодородия, на содержание N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , CaO в корме удобряемых и не удобряемых сеяных злаковых травостоев, а также особенности потребления этих минеральных веществ многолетними травами.

**Методика.** Опыты проведены на сеяных злаковых травостоях, созданных на восьмилетней древесно-кустарниковой залежи, заросшей порослью ивы, мелколесьем берёзы и осины, без внесения и с внесением НК-удобрений. Почва - дерново-средне (до слабо) подзолистая тяжелосуглинистая. В 2006 г. пахотный слой (0-20 см) почвы характеризовался следующими свойствами:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,24, содержание гумуса – 2,2%, гидролитическая кислотность – 2,66 мг-экв/100 г почвы, азот общий – 0,126%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  (подвижный) – 185-200 мг/кг почвы,  $\text{K}_2\text{O}$  (обменный) – 58 мг/кг почвы.

Методы исследований – лизиметрические [1, 2]: в лизиметрах-монолитах (без нарушения сложения почвенного профиля) мощностью (глубиной) 130 и 200 см, площадью 0,5 и 0,8 м<sup>2</sup>. Исследования проводили в трёхкратной повторности. Методы определения агрохимических свойств почв – общепринятые для дерново-подзолистых почв Нечернозёмной зоны России.

В заделанной в почву залежи различной биомассе (в 2006 г.) содержание N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , CaO составляло соответственно: ива (надземная масса) – 1,17%, 0,57, 0,80 и 0,87%; ива (корни) – 0,40%, 0,37, 0,57 и 0,82%; берёза (надземная масса) – 1,28%, 0,64, 0,67 и 0,73%; берёза (корни) – 0,40%, 0,41, 0,36 и 0,21%; осина (надземная масса) – 1,34%, 0,50, 0,83 и 0,84%; осина (корни) – 0,35%, 0,23, 0,45 и 0,38%. Ранее [3-9] было показано негативное влияние заделанной в почву биомассы раз-

личной древесно-кустарниковой растительности на урожайность злаковых травостоев и потребление N, P, K, Ca надземной массой трав. Однако, действие неодинаково минерализующейся во времени заделанной в почву древесно-кустарниковой биомассы на содержание этих химических элементов в полученном травянистом корме, как без внесения, так и с внесением удоб-

рений, изучено недостаточно.

**Результаты и их обсуждение.** На полученные за четыре года результаты влияли: запаханная в почву различного видового состава древесно-кустарниковая биомасса, степень её минерализации, минеральные удобрения, тип травостоя, свойства почвы, погодные условия и другие факторы (табл. 1).

**1. Содержание питательных веществ в надземной массе не удобряемых и удобряемых злаковых трав по годам исследований, % СВ**

№ варианта	Вариант опыта	Годы исследований	Без удобрений				На фоне удобрений			
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
1, 2	Консервация пашни (контроль)	2011	1,25	0,93	2,70	1,01	2,48	0,83	3,67	0,91
		2012	1,54	0,83	2,46	0,98	2,07	0,69	3,15	0,77
		2013	1,65	0,92	2,34	1,05	1,71	0,53	3,16	0,95
		2014	0,99	0,43	1,59	0,74	1,10	0,24	2,10	0,49
		Среднее	1,36	0,78	2,27	0,94	1,84	0,57	3,02	0,78
3, 4	Дернина луга	2011	1,37	0,82	2,42	1,04	2,43	0,77	3,19	0,90
		2012	1,35	0,80	2,45	0,90	1,46	0,72	3,02	0,83
		2013	1,44	0,83	2,74	1,36	1,76	0,56	3,44	0,97
		2014	0,53	0,39	1,22	0,63	0,64	0,33	1,69	0,49
		Среднее	1,17	0,71	2,21	0,98	1,57	0,59	2,83	0,80
5, 6	Залежь с порослью ивы	2011	1,50	0,97	2,79	1,23	2,75	0,83	3,55	1,02
		2012	1,51	0,86	2,41	1,24	1,99	0,66	3,11	0,67
		2013	1,61	0,81	2,34	1,66	1,83	0,55	4,08	1,24
		2014	0,61	0,41	1,16	0,74	0,88	0,26	1,55	0,47
		Среднее	1,31	0,76	2,17	1,22	1,86	0,57	3,07	0,85
7, 8	Залежь с мелко- лесьем берёзы	2011	1,38	0,98	2,47	1,17	2,65	0,78	3,20	0,92
		2012	1,52	0,86	2,28	0,95	2,14	0,66	2,93	0,72
		2013	1,50	0,86	2,51	1,65	1,84	0,68	3,60	0,86
		2014	0,46	0,33	1,01	0,62	0,78	0,32	1,75	0,61
		Среднее	1,21	0,76	2,07	1,10	1,85	0,61	2,87	0,78
9, 10	Залежь с мелко- лесьем осины	2011	1,58	0,95	2,93	1,50	2,69	0,80	3,70	1,01
		2012	1,59	0,96	2,74	1,35	1,85	0,72	3,13	0,77
		2013	1,66	0,88	2,68	1,67	2,07	0,59	3,52	0,97
		2014	0,52	0,34	1,38	0,63	0,81	0,28	2,85	0,53
		Среднее	1,34	0,78	2,43	1,29	1,85	0,60	3,30	0,82
НСП <sub>05</sub>		2011	0,15	0,07	0,24	0,18	0,22	0,06	0,38	0,16
		2012	0,12	0,06	0,19	0,14	0,18	0,05	0,30	0,13
		2013	0,10	0,08	0,16	0,21	0,15	0,07	0,26	0,19
		2014	0,08	0,06	0,14	0,17	0,12	0,06	0,22	0,15
		Среднее	0,12	0,07	0,21	0,16	0,18	0,06	0,34	0,14

Установлено, что снижение содержания азота в заделанной биомассе происходит в следующей последовательности: осина - ива - берёза на не удобряемом фоне, а на фоне внесения удобрений концентрация азота была примерно одинаковой и составляла 1,85-1,86%. При этом, на пашне содержание азота равно 1,36 и 1,84% на не удобряемом и удобряемом фонах, а на дернине луга – 1,17 и 1,57% соответственно. Следовательно, минеральные удобрения способствовали увеличению содержания азота в 1,3-1,5 раза. В целом, оптимальные условия для поглощения азота злаковыми травами, как по годам, так и в среднем за четыре года, создаются при заделке мелколесья осины, а наименее благоприятные – при заделке мелколесья берёзы. В последнем случае не удобряемый злаковый травостой ещё в 2012 г. «подкармливался» неиспользованным полностью азотом в разложившейся на 65% биомассе берёзы.

Наиболее высокое содержание в злаковых травостоях фосфора, калия и кальция в среднем за 4 года зафиксировано при заделке мелколесья осины, а наименьшее – при заделке берёзы на не удобряемом фоне. При внесении минеральных удобрений наибольшее содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> отмечено при заделке берёзы, а наименьшее – на пашне и при заделке ивы. Содержание K<sub>2</sub>O было наибольшим в варианте с заделкой осины, а наименьшим при заделке дернины луга. Содержание CaO было наибольшим при заделке ивы, а наименьшим – на контроле и при заделке берёзы.

Следует отметить, что содержание фосфора и кальция в травостоях было выше без удобрений, чем при внесении N<sub>90</sub>K<sub>90</sub> (во всех вариантах).

Исследования показали, что на контроле (пашня) без внесения удобрений в 2013 г. содержание фосфора в растениях стало на 43% выше, чем при внесении удобрений, т.е. произошло резкое обеднение почвы подвижным фосфором. Следовательно, уже в 2013 г. необходимо было внесение фосфорных удобрений, так как вынос P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> с урожаем также резко увеличился. Эта тенденция характерна и для остальных вариантов опыта, не только для фосфора, но и для кальция.

Динамика содержания элементов питания в сеяных злаковых многолетних травах по отношению к контролю (пашня – 100 %) показывает значительное снижение концентрации азота и фосфора в травостоях от первого года исследований к четвёртому (табл. 2).

Следует отметить, что на удобряемом и не удобряемом фонах содержание калия и кальция было наиболее высоким в первый и третий годы исследований, на второй год оно снижалось, а на четвёртый год достигало минимума. Без внесения удобрений по вариантам опыта содержание фосфора и калия относительно контроля почти не изменялось, тогда как кальция всегда значительно превышало контроль. При внесении удобрений содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и CaO по отношению к контролю (пашня) при заделке биомассы увеличивалось примерно на 10%, а K<sub>2</sub>O изменялось незначительно.

**2. Содержание питательных веществ в надземной массе не удобряемых и удобряемых злаковых трав по годам, % относительно контроля (пашня)**

Вариант опыта	Годы исследования	Без удобрений				На фоне удобрений			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
Консервация пашни (контроль)	2011-2014 (среднее)	100%							
Дернина луга	2011	110	88	90	103	98	93	87	99
	2012	108	86	91	89	59	87	82	91
	2013	115	89	102	135	71	68	94	107
	2014	54	91	77	85	37	62	54	52
	Среднее	97	89	90	103	66	78	79	87
Залежь с порослью ивы	2011	120	104	103	122	111	100	97	112
	2012	98	104	98	127	96	96	99	87
	2013	98	88	100	158	107	104	129	131
	2014	62	95	73	100	52	49	49	50
	Среднее	95	98	94	127	92	87	94	95
Залежь с мелкоколесым берёзой	2011	110	105	92	116	107	94	87	101
	2012	99	104	93	97	86	80	80	79
	2013	91	93	107	157	108	128	114	91
	2014	47	77	64	84	46	60	55	64
	Среднее	87	95	89	114	87	91	84	84
Залежь с мелкоколесым осиной	2011	127	102	109	149	109	96	101	111
	2012	103	116	111	138	75	87	85	85
	2013	101	96	115	159	121	111	111	102
	2014	53	79	87	85	47	53	90	56
	Среднее	96	98	106	133	88	87	97	89

Содержание питательных веществ незначительно изменялось в зависимости от вида заделанной биомассы: N в среднем варьировало от 1,60 до 1,90%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – от 0,60 до 0,70, K<sub>2</sub>O – 2,87 (берёза), 3,30 (осина) и 3,07 (ива), CaO – 0,78 (берёза); 0,82 (осина) и 0,85% (ива).

В не удобряемых травостоях содержание азота снижалось в среднем в такой последовательности: осина – 1,34%, ива – 1,31, берёза – 1,21%. Максимальное количество фосфора в травостое (без внесения удобрений) накапливалось при заделке осины (в среднем 0,78%), а

минимальное – дернины луга (в среднем 0,71 %). Содержание калия и кальция снижалось и составляло соответственно (%): при заделке осины – 2,43 и 1,29, ивы – 2,17 и 1,22, берёзы – 2,07 и 1,10%.

**Вывод.** Поглощение элементов питания сеяным злаковым травостоем зависит от вида биомассы и удобрений. Как по годам исследований, так и в среднем за четыре года (2011-2014 гг.) наиболее благоприятные условия для поглощения азота и калия без удобрений создаются при заделке мелкоколесья осины, а наименее благоприятные – мелкоколесья берёзы. На фоне внесения НК-удобрений наибольшее поглощение азота отмечалось при заделке поросли ивы, а калия – мелкоколесья осины. Внесение минеральных удобрений способствовало повышению поглощения азота на 34-53%, а калия – на 28-41%. Поглощение фосфора злаковым травостоем по годам исследований заметно снижалось. На шестой-седьмой годы жизни трав (2013-2014 гг.) при резком обеднении почвы подвижным P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> необходимо вносить фосфорные удобрения.

*Литература*

1. Муромцев Н.А., Семенов Н.А., Бушуев Н.Н., Шуравилин А.В. Лизиметры в почвенно-экологических исследованиях. – М.: РУДН, 2009. – 115 с.
2. 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.
3. Семенов Н.А., Шуравилин А.В., Койка С.А. Влияние удобрений и запаханной биомассы на урожайность сеяных трав и содержание в них питательных веществ // Теоретич. и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2014. – № 3. – С. 26-28.
4. Семенов Н.А., Шуравилин А.В., Анжэ Э.С. и др. Проблемы реставрации залежных земель в лесной зоне России // Вестник Российского университета дружбы народов. С. «Агрономия и животноводство». – 2014. – № 3. – С. 35-41.
5. 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.

**INFLUENCE OF BIOMASS AND FERTILIZERS PLOWED IN THE SOIL ON THE DYNAMICS OF NUTRIENTS IN SOWN GRASS STANDS**

*D.E. Kucher<sup>1</sup>, E.A. Piven<sup>1</sup>, A.V. Shuravilin<sup>1</sup>, N.A. Semenov<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Russian University of Peoples' Friendship, ul. Miklukho-Maklaya 6, Moscow, 117198 Russia*

*<sup>2</sup>Williams All-Russian Research Institute of Fodder Crops, Nauchnyi Gorodok, Lobnya, Moscow oblast, 141055 Russia  
E-mail: dmitr004@gmail.com*

*The dynamics of plant nutrients in the aboveground part of sown grasses at the application of potassium-nitrogen fertilizers and the natural fertility of soddy-podzolic soil of a forested 8-year-old fallow used more than 40 years ago in field crop rotations, is shown. It has been established that the most optimal conditions for the absorption of nitrogen by grasses, both within the years and on the average for 4 years, are created with the embedding of aspen wood, and the least favorable with the embedding of birches. Against the backdrop of NK fertilizers, the greatest nitrogen uptake was noted with the embedding of willow seedlings, and potassium with the embedding of aspen wood. Absorption of phosphorus by the grass stand is noticeably reduced with the years of research. In the sixth to seventh years of herbs (2013–2014), when the soil is rapidly depleted of mobile P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, it is necessary to apply phosphorus fertilizers (even if it is temporarily over-abundant in the soil).*

*Keywords: biomass, fallow, nutrients, grasses, soddy-podzolic soil, fertilizers.*

УДК. 631.41

**ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ, КАК КРИТЕРИЙ ИХ ПЛОДОРОДИЯ**

*В.И. Савич\*, д.с.-х.н., В.В. Гукалов\*\*, к.с.-х.н., А.М. Поляков\*,*

*\*РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, \*\*Северо-Кавказская опытная станция*

*Предложены дополнительные параметры оценки окислительно-восстановительного состояния почв: определение фракционного состава Ох-Red-систем методом потенциостатической кулонометрии, оценка*

*буферной емкости почв в Ох-Red интервале, антирадикальной активности почвенных растворов и содержания в них антиоксидантов, показателей ΔЕh/ΔрН в разных интервалах рН, величин ΔХ/ΔЕh и ΔХ/ΔЕh; ΔрН*