

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ АЗОТА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

*Н.Е. Завьялова, д.б.н., Пермский НИИСХ
614532, Пермский край, Пермский район, с. Лобаново, ул. Культуры, 12,
email: nezavyalova@gmail.com*

Проведено сравнение агрохимических показателей целинной дерново-подзолистой почвы под смешанным лесом и многолетнего стационарного опыта по профилю до глубины 60 см. Показано влияние длительного внесения NPK в возрастающих дозах на основные показатели плодородия и распределение фракций азота по горизонтам почвы. Азотный фонд исследуемой дерново-подзолистой почвы в агрогумусовом горизонте представлен на 59,9-64,0% негидролизруемыми и на 21,3-27,1% трудногидролизруемыми формами. Содержание легкогидролизуемого и минерального азота в зависимости от вариантов опыта варьировало от 139,3 до 316,4 и от 18,9 до 39,2 мг/кг соответственно. Соотношение фракций азота и их распределение по горизонтам в длительном стационарном опыте аналогичны почве под смешанным лесом. Практически по всем культурам максимальная урожайность сформировалась при внесении в почву NPK по 60-90 кг д.в/га.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, длительный стационарный опыт, почвенный профиль, агрохимические свойства, азотный режим, урожайность.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.102.01

Изменение профиля дерново-подзолистых почв под влиянием окультуривания отмечал еще И.Ф. Гаркуша [3]. Сопоставляя профиль целинной и пахотной почвы, он обнаружил в них как существенные различия, так и черты сходства. Б.А. Доспехов [5], рассматривая действие 62-летнего интенсивного применения удобрений, периодического известкования и культуры полевых растений на характер изменения агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы метрового профиля, показал, что наиболее существенные изменения произошли в верхнем пахотном (0-20 см) и подпахотном (20-40 см) слоях. Масштабы и направление изменения агрохимических свойств почвы по профилю тесно связаны с интенсивностью и типом окультуривания [2, 6].

Цель исследований – изучить влияние длительного применения NPK на агрохимические свойства и азотный режим дерново-подзолистой почвы длительного стационарного опыта по профилю и сравнить с целинной почвой под смешанным лесом.

Методика. Полевой стационарный опыт заложен в 1978 г. на опытном поле Пермского НИИСХ на дерново-подзолистой почве со следующей характеристикой (слой 0-20 см): pH_{KCl} 5,6; гидролитическая кислотность – 2,0, обменная – 0,025, сумма поглощенных оснований – 21,0 мг-экв/100 г почвы, содержание гумуса по Тюрину – 2,12%, подвижных форм фосфора в пахотном слое 175, обменного калия 203 мг/кг почвы (по Кирсанову). Варианты опыта включали четыре уровня минерального питания: $(NPK)_0$, $(NPK)_{60}$, $(NPK)_{120}$, $(NPK)_{150}$. Минеральные удобрения вносили под зерновые культуры и картофель, на клевере луговом первого и второго годов пользования изучали их последствие. В опыте использовали N_{aa} , P_{cd} и K_x . Известь применяли перед закладкой опыта по 1,0 г.к. Органические удобрения в опыте не использовали. Севооборот восьмипольный со следующим чередованием культур: 1 – чистый пар; 2 – озимая рожь; 3 – картофель; 4 – пшеница; 5 – клевер 1-го года пользования; 6 – клевер 2-го года пользования;

7 – ячмень; 8 – овес. Общая площадь делянки 120 м², учетная – 76,4 м².

Для изучения трансформации профиля дерново-подзолистой почвы длительного стационарного опыта под влиянием минеральных удобрений было заложено несколько почвенных разрезов (прикопок) на глубину до 60 см. Для сравнения пахотных и целинных почв один разрез был заложен в смешанном лесу на том же элементе рельефа на сходных материнских породах. Почвенные образцы для исследования отбирали в конце пятой ротации севооборота после уборки овса с двух несмежных повторений. Агрохимические показатели определяли по общепринятым методикам, общий азот – по Кьельдалю, трудногидролизуемый и легкогидролизуемый азот по [10], аммиачный – методом ЦИНАО, нитратный – потенциметрически.

Результаты и их обсуждение. Опытное поле Пермского НИИСХ расположено в зоне дерново-подзолистых почв, сформировавшихся на элювиально-делювиальных глинах и тяжелых суглинках. При морфологическом описании профиля почвы под смешанным лесом по классификации [11] выделено до глубины 60 см четыре горизонта: *серогумусовый (дерновый)* – АУ 0-12 см; *элювиальный* – ЕL 12-28 см; *переходный (субэлювиальный)* – ВЕL 28-45 см; *текстурный* – ВТ 45-60 см.

Почва под смешанным лесом характеризуется кислой реакцией среды (pH 3,7-3,9), высокой гидролитической кислотностью по всему профилю, низким содержанием подвижного фосфора – 57-70 мг/кг, гумуса в серогумусовом (дерновом) горизонте – 5,11%. По профилю содержание гумуса резко уменьшается до 0,52% в текстурном горизонте (табл.1).

Профиль агродерново-подзолистой почвы длительного стационарного опыта представлен новой системой горизонтов: *агрогумусовый (пахотный)* – Р 0-29 см; *переходный (субэлювиальный)* – ВЕL 29-39 см; *текстурный* – ВТ 39-60 см. Длительное применение NPK в

возрастающих дозах привело к подкислению агрогумусового горизонта с 5,1 ед. рН в контрольном варианте до 4,4 ед. рН в варианте NPK по 150 кг.д.в/га, увеличению гидролитической кислотности и накоплению подвижного фосфора до 630 мг/кг. В переходном (субэлювиальном) горизонте отмечено увеличение содержания обменных катионов кальция и магния по сравнению с агрогумусовым. Распределение гумуса по почвенному профилю, независимо от вариантов опыта, убывающее. В почве длительного опыта максимальное содержание гумуса в агрогумусовом горизонте и варьирует от 1,85 % на контроле до 2,21% при длительном внесении NPK по 150 кг/га под зерновые культуры севооборота. По профилю содержание гумуса постепенно уменьшается.

Азотный фонд почвы является важнейшей характеристикой ее плодородия и отражает как биоклиматические особенности природной зоны, так и особенности приемов землепользования [4, 7]. В длительном опыте внесение минеральных удобрений в возрастающих дозах обеспечило накопление общего азота в верхнем горизонте (табл. 2). Азот представлен преимущественно негидролизующимися и трудногидролизующимися формами. Распределение всех форм азота в глубь по профилю убывающее. Содержание всех форм азота в агрогумусовом горизонте варьирует. В глубинных горизонтах оно значительно меньше. Относительное содержание азота рассматриваемых фракций в составе общего

1. Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы

Вариант опыта	Горизонт	Глубина, см	рН _{ксл}	мг-экв/100 г			P ₂ O ₅ , мг/кг	Гумус %
				Hr	Ca	Mg		
(NPK) ₀ – контроль	P	0-10	5,1	2,5	14,3	2,3	170	1,85
		15-25	5,1	2,9	19,8	2,5	200	1,77
	BEL	32-42	4,8	2,8	23,3	4,6	140	0,65
	BT	50-60	4,9	1,9	27,3	4,6	260	0,28
(NPK) ₆₀	P	0-10	5,0	2,6	13,9	1,9	315	2,02
		15-25	5,3	1,9	18,0	3,6	325	1,96
	BEL	32-42	4,6	2,9	23,3	3,4	230	0,73
	BT	50-60	4,7	2,8	25,8	4,9	285	0,38
(NPK) ₁₂₀	P	0-10	4,9	2,6	13,9	2,3	390	2,05
		15-25	4,7	2,7	17,1	4,8	410	1,80
	BEL	32-42	4,4	3,0	21,9	7,3	240	0,65
	BT	50-60	4,4	3,0	23,6	7,4	280	0,28
(NPK) ₁₅₀	P	0-10	4,4	3,0	14,4	2,4	540	2,21
		15-25	4,4	3,1	17,3	4,3	630	1,94
	BEL	32-42	4,7	3,1	21,6	5,0	210	0,70
	BT	50-60	4,8	3,0	23,6	3,3	250	0,37
Лес	AY	0-10	3,7	7,0	16,0	5,8	65	5,11
	EL	15-25	3,7	6,5	19,3	4,7	57	1,21
	BEL	32-42	3,8	5,3	21,3	11,8	70	0,82
	BT	50-60	3,9	4,9	21,5	6,3	70	0,52
HCP ₀₅			0,2	0,2	1,4	0,3	23	0,11

азота независимо от вносимой дозы NPK осталось практически одинаковым. Это свидетельствует о том, что длительное применение минеральных удобрений не меняет соотношения фракций азота, характерное для данного типа почв.

2. Фракционный состав азота дерново-подзолистой почвы

Вариант опыта	Горизонт, см	Общий азот, мг/кг	Негидролизующий азот		Трудногидролизующий азот		Легкогидролизующий азот		Минеральный азот	
			мг/кг	% от N _{общ}	мг/кг	% от N _{общ}	мг/кг	% от N _{общ}	мг/кг	% от N _{общ}
(NPK) ₀ – контроль	0-10	1407	896,0	63,7	352,8	25,1	139,3	9,9	18,9	1,3
	15-25	1442	874,2	60,6	439,6	30,5	113,4	7,9	14,8	1,0
	32-42	812	607,7	74,8	109,2	13,4	82,6	10,2	12,48	1,5
	50-60	700	532,9	76,1	103,6	14,8	55,8	8,0	7,7	1,1
(NPK) ₆₀	0-10	1582	950,8	60,1	428,4	27,1	169,3	10,7	33,5	2,1
	15-25	1372	701,2	51,1	511,5	37,3	133	9,7	26,3	1,9
	32-42	840	499,6	59,5	238,0	28,3	82	9,8	20,4	2,4
	50-60	700	419,8	60,0	184,8	26,4	71,4	10,2	24	3,4
(NPK) ₁₂₀	0-10	1694	1014,3	59,9	448,0	26,4	197,7	11,7	34,0	2,0
	15-25	1302	709,4	54,5	439,6	33,8	127,9	9,8	25,1	1,9
	32-42	730	525,5	72,1	173,6	23,8	110,6	15,2	20,3	2,8
	50-60	434	471,2	108,8	285,6	65,8	67,2	15,5	10	2,3
(NPK) ₁₅₀	0-10	2349	1503,1	64,0	500,3	21,3	316,4	13,5	39,2	1,2
	15-25	1764	1096,6	62,2	454,8	25,8	196,0	11,1	36,6	0,9
	32-42	938	553	59,0	226,8	24,2	135,8	14,5	22,4	2,4
	50-60	1764	1494,2	84,7	173,6	9,8	68,6	3,9	27,6	1,6
Лес	0-10	2921	1908,9	65,4	621,6	21,3	362,8	12,4	27,7	0,9
	15-25	915	509,6	55,7	254,8	27,8	126,2	13,8	24,4	2,7
	32-42	882	559,6	63,4	173,6	19,7	121,8	13,8	27,0	3,1
	50-60	840	599	71,3	126,0	15,0	88,2	10,5	26,8	3,2
HCP ₀₅		72	49	-	38	-	16	-	6	-

Содержание легкогидролизующего азота – наиболее ценной в агрономическом отношении фракции в исследуемой почве в верхнем горизонте относительно высокое, что свидетельствует о хорошей обеспеченности почвы подвижным азотом [1, 9].

Установлено, что длительное применение возрастающих доз полного минерального удобрения привело к увеличению содержания минерального азота в агрогумусовом горизонте почвы. В вариантах (NPK)₆₀ – (NPK)₁₅₀ содержание данной формы азота почти в 2 раз выше, чем на контроле. Таким образом, длительное применение NPK приводит к увеличению содержания гидролизующих форм в агрогумусовом горизонте и, как следствие, повышается подвижность азотсодержащих соединений, но существенно не изменяется соотноше-

ние фракций азота, характерное для данного типа почв.

Почва под лесом характеризуется высоким содержанием азота в серогумусовом (дерновом) горизонте. Наблюдаются резкое падение содержания этого элемента в элювиальном горизонте и затем слабое изменение до глубины 60 см. Доля фракций в составе общего азота сравнима с почвой длительного стационарного опыта. Этот показатель является диагностической характеристикой дерново-подзолистых почв Предуралья, сформировавшихся на элювии пермских глин [8, 12].

В таблице 3 представлены данные по урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых в пятой ротации восьмипольного севооборота. Практически по всем культурам максимальная урожайность сформировалась при внесении в почву NPK по 60-90 кг д.в/га.

Повышение дозы минеральных удобрений не привело к росту урожайности.

Важным периодом вегетации, определяющим уровень урожайности для зерновых культур, являются июнь и июль. В 2013-2017 гг. этот период характеризовался низкой среднесуточной температурой воздуха (12,0-14,3⁰С), большим количеством осадков, в июне до 136 мм (170 % от нормы), в июле – до 197,8 мм (268 % от нормы). Оптимальный водно-температурный режим отмечен только в вегетационный период 2012 г. – почва была хорошо прогрета и увлажнена.

3. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность культур севооборота, т/га

Вариант опыта	2011 г. (озимая рожь)	2012 г. (карто- фель)	2013 г. (яровая пшени- ца)	2014 г. (клевер 1-го г.п.)	2015 г. (клевер 2-го г.п.)	2016 г. (яч- мень)	2017 г. (овес)
Без удобрений	3,67	11,51	1,68	1,34	1,35	1,55	5,03
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,87	13,03	1,90	1,97	2,68	1,64	4,17
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,10	16,70	2,50	1,91	2,88	1,83	5,06
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,84	21,81	2,44	1,86	2,92	2,18	5,43
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,92	21,19	2,32	2,20	3,22	2,54	3,77
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	4,97	20,14	2,26	2,30	3,56	2,79	5,13
НСП ₀₅	0,76	1,62	0,14	0,12	0,24	0,15	0,51

Заключение. Профиль агродерново-подзолистой почвы в отличие от почвы под смешанным лесом, представленной новой системой горизонтов. Длительное окультуривание почвы уменьшило кислотность почвенного раствора, способствовало созданию мощного пахотного слоя. Повышение дозы минеральных удобрений привело к подкислению агрогумусового горизонта с pH 5,1 на контроле до pH 4,4 при внесении НПК по 150 кг д.в/га, увеличению гидrolитической кислотности, повысило содержание азота и фосфора, но не обеспечило значительного накопления гумуса в почве. Азотный фонд исследуемой дерново-подзолистой почвы в агро-

гумусовом горизонте представлен на 59,9-64,0% негидролизующими и на 21,3-27,1% трудногидролизующими формами азота. Доля легкогидролизующего азота в составе общего с возрастанием дозы НПК увеличилась с 9,9 до 13,5 %, минерального – с 1,3 до 1,7%. С глубиной содержание всех фракций азота уменьшается. Соотношение фракций азота и их распределение по горизонтам в длительном стационарном опыте аналогичны почве под смешанным лесом.

Литература

1. Безносиков В.А. Эколого-агрохимические основы оптимизации азотного питания растений на подзолистых почвах европейской Северо-Востока России/ Автореф. дисс... док-ра биол. наук.- Пермь: ПСХА, 2000.- 37 с. 2. Гамзиков Г.П., Кулагина М.Н. Изменение содержания гумуса в почвах в результате сельскохозяйственного использования. – М.: ВНИИТЗиагропром, 1992.- 48 с. 3. Гаркуша И.Ф. Изменение дерново-подзолистых почв под влиянием окультуривания // Почвоведение. – 1955. № 4. – С.33-47. 4. Гомонова Н.Ф., Минеев В.Г. Динамика гумусного состояния и азотного режима дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении удобрений// Агрохимия. – 2012. – №6.- С.23-31. 5. Доспехов Б.А., Киришнин Б.Д., Братерская А.Н. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы по профилю под влиянием 62-летнего применения удобрений и периодического известкования// Известия ТСХА.- 1975. – Вып. 6.- С.30-40. 6. Лыков А.М., Еськов А.Л., Новиков М.П. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. – М: Россельхозакадемия. – ВНИИОУ, 2004.- 630 с. 7. Минеев В.Г., Козлова Ю.Е., Кураков А.В., Гомонова Н.Ф., Звягинцев Д.Г. Влияние последствий минеральных удобрений на микробиологические и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы// Докл. РАСХН.- 2001. – № 4.- С. 19-21. 8. Пискунов А.С. Азот почвы и эффективность азотных удобрений на зерновых культурах в Предуралье.- Пермь, 1994. – 168 с. 9. Цыбулько Н.Н., Черныш А.Ф., Жукова И.И., Пунченко С.С. Азотный фонд дерново-подзолистых почв различной степени эродированности и потери азота в процессе водной эрозии//Агрохимия. – 2013.- № 2.- С.3-10. 10. Шконде Э.И. Королева И.Е. О природе и подвижности почвенного азота // Агрохимия. – 1964. – № 10. – С. 17-35. 11.Шишов Л.Л.,Тонконогова В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России.- Смоленск: Ойкумена, 2004.- 342 с. 12. Юферова Л.К. Качественный состав гумуса и формы азота в главнейших почвах Пермской области/Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. – Пермь, 1969. – 21 с.

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS ON AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS AND FRACTIONS OF NITROGEN IN SOD-PODZOLIC SOIL

*N.E. Zavyalova, Perm Scientific and Research Institute of Agriculture
Kulturny ul. 12, 614532 Lobanovo, Perm district, Perm Krai, Russia, Email: nezavyalova@gmail.com*

We compared agrochemical parameters of virgin sod-podzolic soil under mixed forest and long-term stationary experiment on the profile to a depth of 60 cm. The effect of long-term application of increasing NPK doses on the main fertility parameters and the distribution of nitrogen fractions in the soil horizons is shown. The nitrogen fund of the sod-podzolic soil under investigation in the agro-humus horizon is 59.9-64.0% of unhydrolyzable and 21.3-27.1% of hardly hydrolyzable forms. The content of readily hydrolyzable nitrogen and mineral varied from 139.3 to 316.4 mg/kg and 18.9 to 39.2 mg/kg, respectively depending on the variants of the experiment. The ratio of nitrogen fractions and their distribution horizontally in a long-term stationary experiment is similar to soil under a mixed forest.

Keywords: sod-podzolic soil, long term stationary experiment, soil profile, agrochemical characteristics, nitrogen regime, crop yield.

УДК 635.657:581.192.7

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ НУТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

*А.В. Новиков, В.Г. Васин, д.с.-х.н., О.В. Вершинина, Самарская ГСХА
446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2*

*E – mail: a.novikov63@mail.ru, E – mail: vasin_vg@ssaa.ru, E – mail: vershinina.oks@yandex.ru
Тел.: 8(84663) 46-1-37*

Приводятся результаты исследований за 2016-2017 гг. с оценкой показателей структуры урожая, продуктивности и кормовой ценности сортов нута при разных приемах обработки посевов биостимуляторами роста. В многофакторный опыт по изучению разных сортов нута, доз минеральных удобрений и обработки посевов по ве-