УДК: 631.452 DOI: 10.25680/S19948603.2026.150.09

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ С РАЗЛИЧНОЙ ДОЛЕЙ БОБОВОГО КОМПОНЕНТА

Н.Е. Завьялова, д.б.н., И.В. Казакова, Д.Р. Сафиуллина,
Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук
614532, Россия, Пермский край, с. Лобаново, ул. Культуры, 12, e-mail: nezavyalova@gmail.com

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания № 124020600030-6

Представлены результаты исследований, проведенных в длительном стационарном опыте 1977 г. закладки на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Изучено влияние бессменного чистого пара, бессменного посева ячменя и севооборотов с долей бобовых от 16,6 до 50% на агрохимические свойства, азотный режим почвы и продуктивность пашни, проведено сравнение с параметрами целинной почвы злаково-разнотравного луга. Увеличение доли бобового компонента в структуре севооборота до 50% способствовало повышению содержания углерода в 1,3 раза относительно исходного уровня, накоплению общего азота до 0,14% в слое 0-20 см. Азотный фонд изучаемой почвы представлен в основном фракцией негидролизуемого азота, которая составляет в зависимости от вариантов опыта от 37,2% в бессменном пару до 67,5% в типичном севообороте без внесения минеральных удобрений, в целинной почве – 61,1%. Минеральные удобрения ($N_{60}P_{30}K_{60}$) оказали слабое влияние на содержание негидролизуемых соединений азота. Доля фракции трудногидролизуемых соединений азота в бессменном чистом пару составляет 36,1% от общего азота, что в 1,2-1,9 раза больше, чем в почве севооборотов и злаково-разнотравного луга. Длительное внесение $N_{60}P_{30}K_{60}$ под зерновые культуры способствовало повышению продуктивности севооборотов относительно вариантов без удобрений в 1,1-1,2 раза. Эффективность использования минеральных удобрений в севооборотах была максимальной при доле бобовых 33,3% и снижалась с увеличением доли бобового компонента в севообороте. Оптимальным вариантом землепользования для Среднего Предуралья является севооборот с двумя полями клевера лугового и внесением навоза КРС по 40 т/га в паровое поле, обеспечивающий повышение органического углерода в пахотном (0-20 см) слое до 1,52%, общего азота до 0,15%.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, севооборот, целинная почва, бобовые культуры, показатели плодородия, формы азота, продуктивность.

Для цитирования: *Завьялова Н.Е., Казакова И.В., Сафиуллина Д.Р.* Агрохимические свойства почвы и продуктивность севооборотов с различной долей бобового компонента // Плодородие. – 2026. – №3. – С. 51-55. DOI: 10.25680/S19948603.2026.150.09.

Исходя из почвенно-климатических особенностей Среднего Предуралья, сохранение плодородия дерново-подзолистых почв требует насыщения пашни органическими удобрениями по 6-10 т/га с обязательным посевом многолетних бобовых трав двухгодичного пользования [1].

Регулирование структуры севооборотов позволяет более полноценно использовать пашню и тем самым произвести больше растениеводческой продукции, обеспечить охрану окружающей среды [2]. Одно из важнейших направлений, позволяющих улучшить ситуацию в отечественном земледелии, – это увеличение в севооборотах доли многолетних трав, прежде всего бобовых. При возделывании бобовых растений почва пополняется азотом, улучшаются ее агрофизические свойства и микробиологический состав, повышается продуктивность пашни [3, 4]. В общем поступлении азота в агроэкосистемы России доля биологического азота составляет 34,7%. В составе биологического азота половина (50,1%) принадлежит азоту, фиксированному в посевах многолетних бобовых трав [5]. На дерново-подзолистых почвах Ивановской области расширение посевов многолетних бобовых культур до 50% в структуре севооборота обеспечило высокую продуктивность пашни, стабилизацию деградационных процессов почвы [6]. В условиях Верхневолжья в биологизированных севооборотах использование бобовых трав обогатило почву органическим веществом на 35-40% [7].

Таким образом севообороты являются ключевым фактором современного регенеративного земледелия, в котором плодородие почв поддерживается за счет внесения органических удобрений и возделывания бобовых культур. Научно обоснованное чередование культур в севообороте позволяет насытить почву элементами питания и разнообразным органическим веществом, повысить иммунитет растений и урожайность возделываемых культур [6].

Цель исследований – оценить влияние севооборотов с различной долей бобовых культур на показатели плодородия дерново-подзолистой почвы и продуктивность пашни в условиях Среднего Предуралья, сравнить с целинным аналогом.

Методика. Исследования по влиянию различных приемов землепользования (бессменный чистый пар, бессменный ячмень, севообороты с различным насыщением бобовыми культурами) на содержание и качественный состав органического вещества проводили в длительном стационарном опыте, заложенном в 1977 г. на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой окультуренной почве. Агрохимическая характеристика почвы перед закладкой стационарного опыта: pH_{KCl} 5,2-5,3, гидролитическая кислотность 2,1-2,3, сумма поглощенных оснований – 21,5-22,0 ммоль/100 г, средневзвешенное содержание гумуса по методу Тюрина – 1,9%, подвижных форм фосфора по Кирсанову в пахотном слое 225-240, калия – 196-204 мг/кг почвы. Перед закладкой опыта

почва была произвесткована из расчета по 10 т $CaCO_3$ на 1 га пашни. В качестве объектов исследования взяты следующие варианты севооборотов: 1 – бессменный чистый пар; 2 – ячмень бессменно; 3 – севооборот: сидеральный пар (вика-овес) – озимая рожь – яровая пшеница – яровая вика + овес на зерно – ячмень – овес (16,6% бобовых); 4 – севооборот: унавоженный чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница + клевер – клевер 1-го г.п. – клевер 2-го г.п. – ячмень – овес (28,6% бобовых); 5 – севооборот: узколистный люпин на зерно – яровая пшеница – овес (33,3% бобовых); 6 – севооборот: занятый пар (клевер 1-го г.п.) – озимая рожь – яровая пшеница +клевер–клевер 1-го г.п. – клевер 2-го г.п. –ячмень – овес с подсевом клевера (42,9% бобовых); 7 – севооборот: овес + клевер – клевер 1-го г.п. – клевер 2-го г.п. – яровая пшеница (50% бобовых).

Повторность вариантов – 3-кратная. Общая площадь делянки 75 м^2, учетная – 48 м^2. Органические удобрения вносили в виде подстилочного навоза КРС только в типичном для почвенно-климатической зоны Предуралья севообороте (28,6% бобовых) в паровом поле по 40 т/га. Севообороты с различным насыщением бобовыми травами изучали на двух фонах минерального питания: без удобрений и $N_{60}P_{30}K_{60}$. В качестве минеральных удобрений использовали Naa, Kx по 60 кг д.в/га и Pcr по 30 кг д.в/га под зерновые культуры.

Полученные результаты сравнивали с залежной почвой стационарного участка, непосредственно примыкающего к опыту. За 48 лет ведения опыта залежная почва перешла в разряд целинной и представляет собой злаково-разнотравный луг, при этом биомасса в виде урожая не отчуждается.

Почвенные образцы на исследование отбирали после уборки урожая в начале сентября 2020, 2022 и 2025 г. из слоя 0-20 см с двух несмежных повторений методом «конверта» в пяти точках на каждом. Агрохимические анализы воздушно-сухих почвенных образцов проводили по общепринятым методам: гранулометрический состав почвы определяли по методу Качинского. Содержание валового органического углерода ($C_{орг}$) оценивали методом бихроматного окисления с титриметрическим окончанием. Общий азот почвы определяли по методу Къельдаля. Фракционный состав азота – по Э.И. Шконде, И.Е. Королёвой.

Урожайность зерновых учитывали сплошным методом, сена клевера – площадочным методом. Для расчета продуктивности севооборотов обобщали данные по урожайности основной и побочной продукции возделываемых культур, использовали коэффициенты перевода урожайности в кормовые единицы. Математическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа.

Результаты и их обсуждение. По результатам исследований почвенных образцов за 2020, 2022 и 2025 г. выявлено, что пахотная почва длительного стационарного опыта по вариантам опыта имеет средне- и слабокислую реакцию среды, высокое содержание подвижного фосфора и калия по Кирсанову, низкое содержание гумуса (табл. 1).

1. Агрохимические свойства почвы (среднее за 2020, 2022 и 2025 г.), слой 0-20 см

Объект исследования		pH_{KCl}	S	Hг	P_2O_5	K_2O	Гумус, %	d, г/см^3	Содержание частиц <0,01 мм, %
			ммоль/100 г		мг/кг				
Бессменный чистый пар		4,8	23,0	3,13	464	204	1,35	1,26	43,0
Бессменный ячмень	0	5,0	23,5	3,01	403	272	2,03	1,23	42,6
	NPK	4,9	22,8	3,56	470	411	2,03	-	44,6
Севооборот (16,6% бобовых)	0	4,9	20,9	3,10	299	202	1,91	1,23	41,7
	NPK	4,6	20,0	3,62	351	238	2,04	-	42,3
Севооборот типичный с унавоженным паром (28,6% бобовых)	0	5,4	22,0	2,54	482	318	2,77	1,24	42,9
	NPK	5,4	22,1	2,65	535	324	2,74	-	42,4
Севооборот (33,3% бобовых)	0	5,1	20,8	2,81	300	165	2,10	1,22	42,3
	NPK	5,0	20,9	3,34	378	229	2,24	-	41,9
Севооборот (42,9% бобовых)	0	5,0	19,9	3,58	319	304	2,41	1,22	40,4
	NPK	5,0	21,0	3,62	375	257	2,45	-	41,3
Севооборот (50% бобовых)	0	4,7	21,2	3,58	425	222	2,44	1,21	41,5
	NPK	4,7	21,4	3,49	408	256	2,43	-	40,6
Злаково-разнотравный луг		4,4	19,6	4,43	146	140	2,73	1,20	40,2
$НСР_{05}$		0,2	2,01	0,48	107	68	0,19	0,02	–

Ведение типичного для Среднего Предуралья севооборота с двумя полями клевера и внесением навоза КРС в паровое поле по 40 т/га привело к повышению содержания гумуса в 1,5 раза относительно исходного уровня. При длительном паровании почвы (48 лет) без удобрений отмечено снижение содержания гумуса на 29,0%. Наиболее интенсивное уменьшение этого показателя наблюдали в первые шесть лет ведения опыта, когда его уровень снизился с 1,90 до 1,41% [8]. В варианте бессменного ячменя на период отбора образцов выявлено сохранение исходного уровня органического вещества. Влияние бобовых культур на накопление в почве органического вещества зависело от доли культуры в структуре севооборота. По данным [9], прирост гумуса в почве от возделывания бобовых трав в севообороте не превышает 16-20%. Проведенные исследования показали, что в севооборотах с долей бобовых 16,6% повышение гумуса в пахотном (0-20 см) слое было недостоверным. Увеличение доли бобового компонента от 33,3 до 50% в структуре севооборота способствовало повышению содержания определяемого показателя на 11,5-28,4% относительно исходного уровня, при этом минеральные удобрения не оказали значимого влияния на накопление гумуса в почве.

Плотность сложения почвы зависела от приемов землепользования. Максимальная плотность характерна для почвы бессменного чистого пара и составляет 1,26 г/см^3. На участке злаково-разнотравного луга плотность верхнего горизонта почвы была ниже на 0,06 г/см^3, чем при бессменном паровании. В слое 0-20 см пахотной почвы

севооборотов плотность сложения составила 1,21-1,24 г/см^3.

Существенных различий по гранулометрическому составу почвы не выявлено.

Длительное применение различных приемов землепользования оказало существенное влияние на азотный режим дерново-подзолистой почвы. Насыщение севооборота бобовыми культурами до 50% способствовало повышению содержания общего азота в почве до 0,14% в варианте без внесения минеральных удобрений. Внесение подстилочного навоза КРС по 40 т/га в паровое поле типичного севооборота с двумя полями бобовых трав привело к повышению уровня общего азота до 0,15%. Почва злаково-разнотравного луга характеризуется типичным для естественных дерново-подзолистых почв уровнем азота – 0,14%. Среднее содержание общего азота в бессменном чистом пару было на минимальном уровне – 0,07%. Это вызвано отсутствием минеральных удобрений и растительных остатков, а также интенсивной минерализацией лабильного органического вещества, насыщенного азотом, его потерей при интенсивной обработке почвы и промывном водном режиме (табл. 2).

Под влиянием бессменного парования с 1977 г. значительно снизилось содержание легкогидролизуемых соединений азота – до 157 мг/кг. Его доля в составе общего азота составляла 21,5%. О высокой интенсивности минерализации органических соединений в почве бессменного пара свидетельствует высокое содержание минерального азота – 22 мг/кг. Трансформация азотсодержащих органических веществ привела к переходу азота из связанных форм в более подвижные, фракция прочно связанных с минеральной частью почвы негидролизуемых соединений азота снизилась до 271 мг/кг.

Доля фракции трудногидролизуемого азота в составе общего варьирует в зависимости от приемов землепользования в интервале 18,7-36,1%. Наибольшее содержание легкогидролизуемой фракции азота определено в слое почвы 0-20 см в севообороте с насыщением бобовыми до 50% – 350 мг/кг и связано с большим количеством свежего органического вещества, поступающего ежегодно в почву, обогащенного азотом и быстрой его минерализацией. В типичном севообороте с двумя полями клевера и внесением минеральных удобрений установлено максимальное содержание минерального азота в почве – 38 мг/кг.

2. Содержание и запасы соединений азота в слое почвы 0-20 см

Вариант		$N_{общ}$ %	$N_{нг}$	$N_{тг}$	$N_{лг}$	$N_{мин}$	$N_{общ}$	$N_{нг}$	$N_{тг}$	$N_{лг}$	$N_{мин}$
			Содержание, мг/кг				Запасы, т/га				
Бессменный чистый пар		0,07	271* 37,2**	263 36,1	157 21,5	22 3,0	1,84	0,68	0,66	0,40	0,05
Бессменный ячмень	0	0,11	589 53,9	224 20,5	260 23,8	19 1,7	2,69	1,45	0,55	0,64	0,05
	NPK	0,12	642 55,4	324 28,0	166 14,3	26 2,3	2,85	1,58	0,80	0,41	0,06
Севооборот (16,6% бобовых)	0	0,10	583 55,7	218 20,8	230 22,0	15 1,4	2,57	1,43	0,54	0,57	0,04
	NPK	0,10	526 50,4	325 31,2	166 15,9	26 2,5	2,57	1,29	0,78	0,41	0,06
Типичный севооборот с унавоженным паром (28,6% бобовых)	0	0,15	1011 67,5	266 17,8	201 13,4	20 1,3	3,72	2,51	0,66	0,50	0,05
	NPK	0,16	839 52,5	456 28,5	266 16,7	38 2,4	3,97	2,08	1,13	0,66	0,09
Севооборот (33,3% бобовых)	0	0,11	625 55,1	300 26,5	190 16,8	19 1,7	2,77	1,53	0,73	0,46	0,05
	NPK	0,12	684 59,0	217 18,7	230 19,8	29 2,5	2,83	1,67	0,53	0,56	0,07
Севооборот (42,9% бобовых)	0	0,13	696 55,7	314 25,1	216 17,3	24 1,9	3,05	1,70	0,77	0,53	0,06
	NPK	0,13	673 53,0	291 22,9	291 22,9	16 1,3	3,10	1,64	0,71	0,71	0,04
Севооборот (50% бобовых)	0	0,14	768 54,4	386 27,4	246 17,4	11 0,8	3,41	1,86	0,93	0,60	0,03
	NPK	0,14	688 48,8	350 24,8	350 24,8	23,0 1,6	3,41	1,67	0,85	0,85	0,06
Злаково-разнотравный луг		0,14	829 61,1	282 20,8	226 16,6	21 1,6	3,26	1,99	0,68	0,54	0,05
НСР$_{05}$		92	-	24	16	6					

*Над чертой – абсолютное значение фракций азота в мг/кг.
**Под чертой – доля фракций азота относительно его общего содержания, %.

Рассчитанные запасы общего азота в пахотной и целинной дерново-подзолистой почве Среднего Предуралья низкие (1,84-3,97 т/га). Минеральные удобрения и увеличение доли бобовых культур в севооборотах способствовали повышению содержания и запасов общего азота в почве.

Продуктивность полевых севооборотов связана прежде всего с биохимическими особенностями возделываемых культур и уровнем минерального питания. Вопрос о влиянии бобовых культур на продуктивность севооборотов остается дискуссионным [10]. В условиях длительного стационарного опыта введение в севообороты бобовых культур не оказало значимого влияния на продуктивность севооборотов. Длительное внесение в почву минеральных удобрений $N_{60}P_{30}K_{60}$ привело к повышению продуктивности севооборотов относительно неудобряемых вариантов в 1,2 раза. Эффективность использования минеральных удобрений в севооборотах была максимальной при доле бобовых 33,3% и снижалась с увеличением доли бобового компонента в севообороте до 42,9-50%. Максимальный уровень повышения продуктивности в 2,2 раза относительно неудобренного фона наблюдали при использовании $N_{60}P_{30}K_{60}$ при выращивании бессменно ячменя. Обобщение

данных по урожайности культур при бессменном посеве и в севооборотах за две последние ротации и расчет продуктивности 1 га севооборотной площади показали, что без удобрений продуктивность севооборотов в 1,9-2 раза выше, чем при бессменном возделывании ячменя (табл. 3).

3. Урожайность основной, побочной продукции и продуктивность севооборотов

Прием землепользования		Урожайность основной и побочной продукции (2025 г.), т/га			Число полей	Продуктивность средняя по двум ротациям, т к.е/га в год
		Зерно	Солома	Сено		
Бессменный ячмень	0	0,95	0,81	–	-	1,84
	NPK	2,17	1,18	–		3,97
Севооборот, 16,6% бобовых (клевер)	0	–	–	4,20	6	3,90
	NPK	–	–	2,63		4,57
Типичный севооборот, навоз, 28,6% бобовых, ячмень	0	3,83	2,26	–	7	3,48
	NPK	4,44	2,98	–		4,03
Севооборот, 33,3% бобовых, вика-овес	0	0,98	1,41	–	3	3,51
	NPK	1,28	2,19	–		4,25
Севооборот, 42,9% бобовых (клевер)	0	–	–	3,33	7	3,90
	NPK	–	–	2,67		4,39
Севооборот, 50% бобовых, яр. пшеница	0	2,40	1,55	–	4	3,51
	NPK	4,35	1,98	–		3,84
Злаково–разнотравный луг		–	–	2,30	-	0,61
$НСР_{05}$		0,43	0,24	0,60		-

Перевод пахотной почвы в залежную повлиял на растительный покров, который представляет собой на данный момент зональный ценоз – злаково-бобовое разнотравье с преобладанием злакового компонента. Отсутствие удобрений и механической обработки почвы привело к формированию урожая сена естественного травостоя в 1,9-3,8 т/га в различные по погодным условиям годы. Средняя урожайность злаково-бобовой смеси естественного травостоя за 3 года наблюдений составила 3,2 т/га.

Заключение. 1. Минимальное содержание гумуса (1,34%) и общего азота (0,073 %) определено в почве бессменного чистого пара, что свидетельствуют об интенсивной минерализации органического вещества, вызванной отсутствием поступления удобрений и растительных остатков, а также его потерей при интенсивной обработке почвы.

2. Увеличение доли бобовых культур в структуре севооборота от 16,6 до 50% способствовало повышению содержания углерода с 1,13 до 1,42%, общего азота с 0,10 до 0,14% в слое почвы 0-20 см. Оптимальным вариантом землепользования для Среднего Предуралья является севооборот с двумя полями клевера лугового и внесением навоза КРС по 40 т/га в паровое поле, обеспечивающий повышение органического углерода в пахотном (0-20 см) слое до 1,52%, общего азота до 15%.

3. В составе азотного фонда изучаемой дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы преобладает фракция негидролизуемого азота, которая составляет от 37,2% в бессменном пару до 67,5% в типичном севообороте без внесения минеральных удобрений. Наблюдается тенденция к уменьшению доли негидролизуемых соединений азота при внесении минерального удобрения ($N_{60}P_{30}K_{60}$). Доля фракции трудногидролизуемых соединений азота в бессменном чистом пару составляет 36,1% от общего азота, что в 1,2-1,9 раза больше, чем в почве севооборотов и злаково-разнотравного луга. Наиболее высокое абсолютное содержание доступных для растений минеральных и легкогидролизуемых соединений азота определено в почве типичного севооборота при длительном применении минеральных удобрений.

4. Введение в севообороты бобовых культур не оказало значимого влияния на продуктивность севооборотов. Большее влияние на этот показатель оказало длительное применение $N_{60}P_{30}K_{60}$, которое способствовало повышению продуктивности севооборотов относительно вариантов без удобрений в 1,1-1,2 раза. Эффективность использования минеральных удобрений в севооборотах была максимальной при доле бобовых 33,3% и снижалась с увеличением доли бобового компонента в севообороте до 42,9-50%.

Литература

1. *Васбиева М.Т.* Эффективность применения различных систем удобрения на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве в условиях Предуралья/ Васбиева М.Т., Ямалтдинова В.Р.//Агрохимия. – 2023. – № 3. – С. 29–42. DOI: 10.31857/s0002188123030110.
2. *Эседуллаев, С. Т.* Биологизированные севообороты – основной фактор повышения плодородия дерново-подзолистых почв и продуктивности пашни в Верхневолжье / С. Т. Эседуллаев, И. Г. Мельцаев // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 11. – С. 18-26. – DOI 10.32417/article_5dcd861e3d2300.42959538.
3. *Русакова, И. В.* Сравнительная оценка влияния традиционной и биологизированной систем земледелия на агрохимические, биологические свойства и биологическое качество органического вещества серой лесной почвы Владимирского ополья / И. В. Русакова // Агрохимия. – 2021. – № 12. – С. 15-22. – DOI 10.31857/S0002188121120127.
4. *Семешкина, П. С.* Влияние бобовых культур и удобрений на продуктивность севооборотов и плодородие почвы / П. С. Семешкина, Е. С. Бородина // Аграрный вестник Урала. – 2023. – Т. 23, № 12. – С. 12-21. – DOI 10.32417/1997-4868-2023-23-12-12-21.
5. *Завалин, А. А.* Роль биологического азота в земледелии России / А. А. Завалин, Л. А. Свиридова // Агрохимия. – 2024. – № 8. – С. 1-6. – DOI 10.31857/S0002188124080019.
6. *Шрамко, Н. В.* Роль биологических факторов в изменении параметров гумусового состояния дерново-подзолистых почв Ивановской области / Н. В. Шрамко // Плодородие. – 2016. – № 6. – С. 17-18.
7. *Вихорева, Г. В.* Влияние приемов биологизации на повышение плодородия почв Верхневолжья / Г. В. Вихорева, С. В. Шишкина // Владимирский земледелец. – 2022. – № 2. – С. 10-13. – DOI 10.24412/2225-2584-2022-2-10-13.
8. *Классические* и современные подходы к изучению органического вещества дерново-подзолистых почв Среднего Предуралья (аналитический обзор) / Н. Е. Завьялова, В. Р. Ямалтдинова, Д. Г. Шишков [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2025. – Т. 26, № 3. – С. 470-498. – DOI 10.30766/2072-9081.2025.26.3.470-498.
9. *Завалин, А. А.* Биологический и минеральный азот в земледелии России/ А. А. Завалин. – М: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2022. – 256 с.
10. *Лукин, С. М.* Влияние структуры севооборота на эффективность удобрений в длительных опытах на дерново-подзолистой супесчаной почве / С. М. Лукин // Агрохимия. – 2017. – № 12. – С. 16-20. – DOI 10.7868/S0002188117120031.

AGROCHEMICAL PROPERTIES, NITROGEN FORMS, AND CROP ROTATION PRODUCTIVITY WITH VARYING PROPORTIONS OF THE LEGUMES COMPONENT

N.E. Zavyalova Doctor of Biological Sciences, I.V. Kazakova, D.R. Safiullina,
Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
614532, Russia, Perm Krai, Lobanovo village, Kultury Street 12, e-mail: nezavyalova@gmail.com

The results of studies conducted in a long-term stationary experiment laying on sod-podzolic heavy loamy soil in 1977 are presented. The influence of permanent black fallow, permanent sowing of barley and crop rotations with a share of legumes from 16.6% to 50% on agrochemical properties, nitrogen regime of the soil and productivity of arable land was studied, a comparison was made with the parameters of the virgin soil of a grain meadow. An increase in the share of the legumes component in the crop rotation structure to 50% contributed to a 1.3-fold increase in carbon content relative to the initial level, and total nitrogen up to 0,14% of soil in a 0-20 cm layer. The nitrogen stock of the soil under study is mainly represented by the fraction of non-hydrolyzable nitrogen, which, depending on the experimental options, ranges from 37.2% in permanent steam to 67.5% in a typical crop rotation without mineral fertilizers, and 61.1% in virgin soil. Mineral fertilizers ($N_{60}P_{30}K_{60}$) had little effect on the content of non-hydrolyzable nitrogen compounds. The fraction of difficult-to-hydrolyze nitrogen compounds in permanent pure steam is 36.1% of total nitrogen, which is 1.2-1.9 times more than in the soil of crop rotations and grass meadows. Long-term application of $N_{60}P_{30}K_{60}$ for grain crops increased crop rotation productivity by 1.1-1.2 times relative to non-fertilized options. The efficiency of using mineral fertilizers in crop rotations was maximal with a 33.3% share of legumes and decreased with an increase in the share of the legume component in crop rotation. The optimal land use option for the Middle Urals is a crop rotation with two fields of meadow clover and the introduction of cattle manure at 40 t/ha into the fallow field, which provides an increase in organic carbon in the arable (0-20 cm) layer to 1.52%, total nitrogen to 0,15%.