

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АЗОТА В ПАХОТНЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

С.Г. Котченко, САС «Тюменская», Н.А. Груздева, Д.И. Ерёмин, д.б.н., ГАУ Северного Зауралья, 625041. г. Тюмень, ул. Роцинское шоссе, 2, корп. 10., САС «Тюменская» 625002 г. Тюмень, ул. Республики, 7, ГАУ Северного Зауралья e-mail soil-tyumen@yandex.ru

Представлены результаты многолетних исследований серых лесных почв, длительно используемых в пашне на территории юга Тюменской области. Проводилось изучение динамики различных форм азота на трех стационарах, соответствующих каждому подтипу почвы. После 20-летнего изучения установлено, что обогащенность гумуса азотом в светло-серых и серых лесных почвах соответствует низкой степени ($C:N > 12$). Кратковременное отсутствие органических удобрений приводит к резкому увеличению соотношения углерода к азоту. Пахотные темно-серые лесные почвы по содержанию органического углерода (2,26-3,09%) и общего азота (0,16-0,27%), а также их соотношению (11,1-14,1 ед.) схожи с черноземами Зауралья, но отличаются от них слабой устойчивостью к неблагоприятным антропогенным факторам. Установлена тесная корреляционная связь между содержанием общего и легкогидролизующего азота. Обеспеченность нитратами пахотных светло-серых и серых лесных почв очень низкая, темно-серых лесных почв – средняя, что при содержании легкогидролизующего азота, достигающем 90 мг/кг почвы позволяет формировать высокие урожаи с минимальным внесением азотных удобрений.

Ключевые слова: серые лесные почвы, общий и легкогидролизующий азот, нитраты, регрессия, отношение углерода к азоту, плодородие, Зауралье, пашня.

Обладая относительно благоприятными почвенно-климатическими условиями и благодаря выведению новых сортов, гибридов, а также сибирских пород сельскохозяйственных животных Северное Зауралье стало одним из перспективных агропромышленных регионов [1-3]. Относительно позднее вовлечение высокоплодородных почв в пахотный фонд создало благоприятные условия для их рационального использования, поскольку уже к тому времени были разработаны системы земледелия, обеспечивающие сохранение плодородия. Аграриям оставалось только применить полученные ранее знания с учетом климатических особенностей.

С интенсификацией сельского хозяйства, разработанным ранее рекомендациям по выращиванию зерновых и кормовых культур стала требоваться существенная корректировка, поскольку антропогенная нагрузка на почвы увеличилась многократно. Пахотные черноземы, благодаря своей природной устойчивости к изменяющимся факторам, относительно безболезненно переносят сельскохозяйственный пресс, тогда как серые лесные почвы реагируют на него крайне сильно. Прежде всего, это выражается в изменении гумусового состояния, ухудшении химических и водно-физических свойств и структурно-агрегатного состава [4, 5]. Столь существенные изменения приводят к нарушению пита-

тельного режима и в итоге влияют на продуктивность пашни [6].

В серых лесных почвах существует проблема неустойчивого азотного режима, что в условиях Северного Зауралья обусловлено промывным типом водного режима, сильным промерзанием и очень низкой микробиологической активностью пахотного горизонта. Низкое содержание гумуса и неблагоприятный его качественный состав ставят в зависимость получение стабильных урожаев на серых лесных почвах от минеральных удобрений [7].

Цель наших исследований – изучить содержание различных форм азота во всех подтипах серых лесных почв, вовлеченных в пахотный фонд Тюменской области.

Методика. Многолетние исследования азотного режима пахотных серых лесных почв проводили на всех их подтипах. Стационарные участки были заложены в 1994 г. САС "Тюменская" в различных административных районах сельскохозяйственной зоны Тюменской области. Агрохимические показатели изучаемых почв представлены в таблице 1.

1. Агрохимические свойства подтипов серой лесной почвы перед закладкой стационаров (1994 г.)

Почва	Содержание гумуса, %	Обменная кислотность, ед	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы	Степень насыщенности основаниями, %	Подвижный фосфор, мг/кг	Подвижный калий, мг/кг
Светло-серая лесная	3,0	5,4	5,0	77,1	194	198
Серая лесная	3,9	6,1	2,4	91,2	147	102
Темно-серая лесная	4,9	6,4	2,6	91,8	318	149

Стационар №28 расположен в 3 км от д. Усалка Ярковского района, в подтаежной зоне. Почва светло-серая лесная среднесуглинистая на лёссовидном суглинке. С момента закладки стационара и по настоящее время используется зернопропашной севооборот: 1 - картофель; 2 - яровая пшеница; 3 - яровая пшеница; 4 - ячмень; 5 - овес. За годы исследований было внесено 230 т/га органических удобрений в виде торфонавозного компоста, приготовленного из низинного торфа и навоза крупнорогатого скота в соотношении 1:3. Среднее содержание веществ в торфонавозном компосте составило: органическое вещество – 220 кг/т, азот общий – 6,0; фосфор – 2 и калий – 5 кг/т. Органические удобрения вносили осенью под картофель в дозах, варьирующих по годам от 45 до 50 т/га.

Стационар №19 расположен вблизи д. Малые Велижаны Нижнетавдинского района Тюменской области, в

подтаежной зоне на расстоянии 70 км от стационара №28. Почва – серая лесная среднесуглинистая на лёссовидном суглинке. Участок распахан также ориентировочно в 30-е годы XX в. На стационаре используется зернопропашной севооборот: 1 – картофель; 2 - яровая пшеница; 3 - яровая пшеница; 4 - овес. С 1994 по 2015 гг. было внесено 210 т/га органических удобрений в виде торфонавозного компоста. Среднее содержание веществ составило: органическое вещество – 230 кг/т, азот общий – 5,4, фосфор – 1,5 и калий – 4,2 кг/т. Компост вносили под картофель. Средняя доза торфонавозного компоста в севообороте составила 35 т/га.

Стационар №30 расположен в 120 км от стационара №28 вблизи д. Успенка Тюменского района. Территория относится к северной лесостепи. Почва – темно-серая среднесуглинистая на лёссовидном суглинке. На стационаре используется зерноотравно-пропашной севооборот: 1 - кукуруза на силос; 2 - яровая пшеница; 3 - яровая пшеница; 4 – ячмень; 5 – клевер; 6 – клевер; 7 - яровая пшеница; 8 - яровая пшеница; 9 – овес; 10 - овес. На стационаре применяли также торфонавозный компост, приготовленный в том же соотношении. Среднее содержание: органическое вещество – 210 кг/т, азот общий – 5,7, фосфор – 1,8 и калий – 5,4 кг/т. Компост вносили под кукурузу, выращиваемую на силос в дозе 65 т/га.

За исследуемый период на стационарах применяли минеральные и органические удобрения (табл.2). В качестве азотных удобрений на всех стационарах использовали аммиачную селитру, которую вносили перед посевом на глубину 10-12 см сеялками СЗ-3,6. Фосфорные удобрения (суперфосфат двойной и аммофос) применяли вместе с семенами при посеве зерновых культур. Дозы удобрений рассчитывали ежегодно с учетом почвенных запасов питательных веществ. В качестве дополнительной органики использовали торфонавозный компост с известным содержанием питательных веществ. Солому зерновых культур на всех стационарах вывозили. Система основной обработки почвы – отвальная.

2. Поступление питательных веществ на стационарах (в среднем за 1994-2015 гг.), кг д.в./га

№ стационара	Почва	С минеральными удобрениями			С органическими удобрениями		
		N	P	K	N	P	K
28	Светло-серая лесная	361	140	140	1380	460	1150
19	Серая лесная	447	0	0	1134	315	882
30	Темно-серая лесная	558	0	0	1083	342	1026

Почвенные образцы отбирали после уборки сельскохозяйственных культур, непосредственно перед вспашкой. Отбор проводили послойно с интервалом 10 см на глубину до 30 см в 6-кратной повторности с последующим усреднением результатов анализа. Агрохимические показатели определяли в аккредитованной агрохимической лаборатории в соответствии с нормативной документацией на методы анализов. Углерод органический – фотометрическим методом по Тюрину в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26213-91], общий азот – по Къельдалю (ГОСТ 26107-84). Содержание подвижного азота по общепринятым методикам: нитратного – дисульфифеноловой кислотой; аммонийного – с реактивом Неслера; легкогидролизуемого – по Корнфилду. Статистическую обработку результатов проводили с

использованием программного продукта Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Перед закладкой стационара на светло-серой лесной почве содержание органического углерода в пахотном слое составляло 1,74%, что соответствовало 3% гумуса (табл.3). Столь невысокое его содержание является генетической особенностью серых лесных почв Северного Зауралья [8]. На протяжении всего периода наблюдений величина органического углерода не была постоянной. С 1994 по 2005 гг. прослеживалась тенденция к улучшению гумусового состояния. Однако, 2007 и 2011 гг. характеризовались резким уменьшением содержания $C_{орг.}$ - с 2,03 до 1,57 и 1,45% соответственно. Нужно учитывать, что уменьшение произошло за два года. Ухудшение гумусового состояния обусловлено тем, что хозяйство в котором расположен стационар, с 2005 по 2011 гг. по организационно-экономическим причинам не вносило органические удобрения, а наличие в севообороте пропашных культур способствовало ускоренной минерализации почвенного органического вещества. Данный факт указывает на то, что пахотные светло-серые лесные почвы не обладают буферной способностью сохранения гумуса, поэтому на них обязательно использование органических удобрений.

Многолетние наблюдения за плодородием светло-серых лесных почв показали, что помимо количественных характеристик гумуса происходит изменение и качественного состава, о чем свидетельствуют данные общего азота и отношение углерода к нему. В 1994 г. содержание общего азота в пахотном слое составляло 0,12% при C : N равном 14,5 ед., что по градации Д.С. Орлова и Л.А. Гришиной соответствует очень низкой обогащенности гумуса азотом. В результате систематического внесения минеральных и органических удобрений, в период с 1994 по 2005 гг. отношение углерода к азоту уменьшилось до 11,9 ед. Это указывает на улучшение качественного состава гумуса, которое происходило при увеличении общего азота в пахотном слое с 0,12 до 0,17% от массы почвы.

Кратковременное отсутствие минеральных и органических удобрений на поле привело к резкому ухудшению качества гумуса и уменьшению обогащенности его азотом – C:N увеличилось до 13,1 ед., отклонение составило 10% по сравнению с 2005 г. Возобновление применения органических удобрений благоприятно отразилось на запасах почвенного органического вещества. Увеличение содержания общего азота отмечено только в 2015 г., однако, качественный состав гумуса не изменился – отношение углерода к азоту в период с 2007 по 2015 гг. было равно 13,2 ед. при отклонениях в пределах ошибки опыта ($HCP_{05}=0,6$).

3. Динамика органического углерода ($C_{орг.}$) и различных форм азота в пахотной светло-серой лесной почве

Показатель	Годы							HCP_{05}
	1994	1997	2001	2005	2007	2011	2015	
$C_{орг.}, \%$	1,74	1,80	1,91	2,03	1,57	1,45	1,85	0,12
$N_{общ.}, \%$	0,12	0,14	0,15	0,17	0,12	0,11	0,14	0,02
C:N	14,5	12,9	12,7	11,9	13,1	13,2	13,2	0,6
$N_{г.}, мг/кг$	55,6	62,0	53,5	63,2	45,5	35,4	55,4	3,2
$N-NO_3, мг/кг$	3,5	1,4	1,6	0,7	3,2	2,1	5,4	0,2

Для анализа динамики эффективного плодородия пахотных почв лучше использовать величину легкогидролизуемого азота, поскольку именно он будет досту-

пен растениям в ближайшее время. Являясь частью общего азота, содержание легкогидролизуемого азота хорошо коррелирует с ним. Расчеты показали, что коэффициент корреляции между ними составляет 0,78 ед., что соответствует тесной положительной связи. На протяжении 20-летнего периода содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое светло-серой лесной почвы менялось от 35,4 до 63,2 мг/кг почвы – коэффициент вариации составил 18%, что соответствовало средней степени изменчивости. Столь широкий диапазон содержания легкогидролизуемого азота по годам обусловлен различной микробиологической активностью пахотного слоя светло-серой лесной почвы, которая, как известно, зависит от погодных условий, доз вносимых удобрений и многих других факторов.

Анализ пашни по содержанию нитратного азота не может быть объективным при изучении потенциально плодородия, поскольку эта величина крайне подвижна в почвенном профиле. В условиях Северного Зауралья содержание нитратов в пахотном слое на момент их определения будет зависеть от количества выпавших осадков и температуры воздуха [9, 10]. Однако, как показали ранее проведенные исследования кафедрой почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья, урожайность сельскохозяйственных культур хорошо коррелирует с запасами нитратов в почве.

По многолетним исследованиям, содержание N-NO₃ варьировало от 0,7 до 5,4 мг/кг почвы – коэффициент

вариации также составляет 18%. Однако, корреляционный анализ выявил отсутствие связи между нитратами и легкогидролизуемым азотом.

Как показали первоначальные исследования (1995 г.), содержание органического углерода в пахотном слое серой лесной почвы составило 2,26% от массы почвы (табл.4). На протяжении 20 лет исследований содержание углерода варьировало от 1,93 до 2,32% при НСР₀₅=0,17%. Данный факт указывает на стабильность почвенной системы и подтверждает правильность выбора формы организации земледелия на исследуемом участке. Анализ динамики содержания общего азота также на протяжении 20 лет остается стабильным – 0,16-0,20% при НСР₀₅ = 0,03%. Однако отношение этих важных химических элементов показывает внутригумусовую трансформацию, происходящую в пахотном слое серой лесной почвы. В 1995 г. отношение углерода к азоту составило 13,6 ед., что соответствовало низкой обогащенности. До 2012 г. прослеживалась тенденция к улучшению качества гумуса – С : N уменьшилось до 11,5 ед. при НСР₀₅ = 0,5 ед. В 2013 и 2014 гг. отношение возросло, достигнув 12,4 ед., а в 2015 г. вновь было отмечено его уменьшение до 11,0 ед. Данный факт связываем с влиянием органических удобрений, которые могут оказать непрогнозируемое воздействие на содержание органического углерода и общего азота из-за нестабильности своего химического состава.

4. Динамика органического углерода и различных форм азота в пахотной серой лесной почве

Показатель	Годы									
	1995	1997	1999	2000	2005	2012	2013	2014	2015	НСР ₀₅
С _{орг.} , %	2,26	2,20	2,15	2,15	2,32	2,32	2,20	1,93	2,14	0,17
N _{общ.} , %	0,17	0,16	0,16	0,17	0,20	0,20	0,18	0,17	0,19	0,03
C:N	13,6	13,6	13,2	13,0	11,6	11,5	12,4	12,0	11,0	0,5
N _{г.} , мг/кг	58,4	55,0	60,0	63,2	75,5	67,4	62,4	65,8	72,3	2,7
N-NO ₃ , мг/кг	3,5	2,4	3,7	3,5	3,5	4,0	2,1	2,6	2,4	0,3

Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое серой лесной почвы выше значений светло-серой лесной почвы. Коэффициент вариации составляет 12%, что указывает на существенные колебания содержания легкогидролизуемого азота в подтипе серых лесных почв. Однако, как и в случае со светло-серыми лесными почвами не обнаружено корреляционной связи между нитратами и легкогидролизуемым азотом – коэффициент корреляции составил 0,11 ед. Анализируемая почва на протяжении всего периода исследований характеризовалась очень низкой обеспеченностью нитратным азотом, что делает его первым минимумом при формировании урожая сельскохозяйственных культур. Содержание нитратного азота - от 2,1 до 4,0 мг/кг почвы, при НСР₀₅ = 0,3 мг/кг.

По данным Л.Н. Каретина, целинные темно-серые лесные почвы юга Тюменской области по содержанию гумуса не отличаются от выщелоченных черноземов [8]. Однако, как показывают исследования кафедры почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья и САС «Тюменская», пахотные темно-серые лесные почвы характеризуются существенно низким содержанием гумуса. В 1994 г. содержание органического углерода в пахотном слое темно-серой лесной почвы составляло 2,84%, что соответствовало 4,9% от массы почвы (табл.5). Однако, несмотря на существенно большее содержание общего азота (2,84%) по сравнению с подтипом серой лесной почвы, обогащенность органиче-

ского вещества азотом была такой же низкой – С:N было равно 11,8 ед., что соответствовало значениям пахотных черноземов лесостепной зоны Зауралья [11]. Период с 1994 по 1997 гг. характеризовался улучшением гумусового состояния – содержание органического углерода и общего азота достоверно увеличилось, достигнув 3,01 и 0,27% соответственно. Однако, в последующие годы содержание гумуса в пахотном слое темно-серой лесной почвы постепенно уменьшалось, достигнув минимальных значений 3,9%, что соответствовало 2,26% органического углерода. Помимо количественной характеристики изменения коснулись и качественного состава почвенного органического вещества. Содержание общего азота к 2011 г. уменьшилось до минимальных значений – 0,16% от массы почвы, а С:N возросло до 14,1 ед., что соответствовало очень низкой обогащенности азотом. Причиной такого ухудшения гумусового состояния пахотных темно-серых лесных почв было применение системы земледелия, разработанной для черноземных почв в период с 1997 по 2011 гг. После корректировки системы удобрения и обработки почвы удалось не только стабилизировать, но и улучшить гумусовое состояние – содержание органического углерода и общего азота к 2015 г. достоверно возросло до 3,09 и 0,25% соответственно. Отношение этих химических элементов в пахотном слое характеризует почвенное органическое вещество как низко обогащенное азотом – 12,4 ед.

5. Динамика органического углерода и различных форм азота в пахотной темно-серой лесной почве

Показатель	Годы						НСР ₀₅
	1994	1997	2002	2008	2011	2015	
C _{орг.} , %	2,84	3,01	2,37	2,32	2,26	3,09	0,12
N _{общ.} , %	0,24	0,27	0,20	0,19	0,16	0,25	0,02
C:N	11,8	11,1	11,9	12,2	14,1	12,4	0,6
N _{г.} , мг/кг	90,4	82,6	72,5	70,5	62,2	93,7	3,2
N-NO ₃ , мг/кг	6,5	10,4	7,3	4,0	6,2	8,9	0,2

Содержание легкогидролизующего азота в пахотном слое темно-серой лесной почвы довольно высокое – за годы исследований оно варьировало от 62,2 до 93,7 мг/кг, что ставит этот подтип в один ряд с черноземами Зауралья [12]. В год закладки стационара (1994) содержание легкогидролизующего азота было 90,4 мг/кг почвы. Корреляционный анализ показал, что связь между органическим углеродом и азотом легкогидролизующим очень тесная – коэффициент корреляции составил 0,92%. Однако, несмотря на столь высокую зависимость, нельзя забывать и о других факторах, влияющих на величину этой формы азота – например погодные условия или антропогенный фактор в виде внесения удобрений. Это подтверждают и данные 1997 г., когда содержание гумуса возросло, а легкогидролизующий азот достоверно снизился на 9% относительно первоначальных значений.

Нитратный режим темно-серой лесной почвы не отличается от выщелоченных черноземов лесостепной зоны Зауралья. За 20 лет исследований содержание нитратов в пахотном слое варьировало от 4,0 до 10,4 мг/кг. Достоверная зависимость от других рассматриваемых показателей не установлена, что объясняется влиянием разнообразных факторов на содержание нитратного азота в почве.

Обобщая результаты исследований по всем подтипам серых лесных почв и проведя корреляционный анализ установлено, что содержание общего азота тесно коррелирует с органическим углеродом ($k=0,96$ ед.). Проведя регрессионный анализ, была выведена линейная зависимость:

$$y = 0,095x - 0,0323, \quad (1)$$

где y – содержание общего азота, %; x – содержание общего углерода, %.

Наличие очень тесной корреляционной зависимости подтверждает, что основное количество азота входит в состав гумуса, что делает его малоподвижным и способным передвигаться по профилю только в составе гумусовых веществ.

Высокая корреляционная зависимость (0,91) обнаружена между общим углеродом и легкогидролизующим азотом, что также позволяет провести регрессионный анализ. При расчетах получена следующая зависимость:

$$y = 29,52x - 0,377, \quad (2)$$

где y – содержание легкогидролизующего азота, мг/кг почвы; x – содержание общего углерода, % от массы почвы.

Линейная зависимость делает возможным использование данных по гумусовому состоянию почв для прогнозирования содержания легкогидролизующего азота при разработке новых или оптимизации существующих систем удобрения с учетом региональных почвенно-климатических особенностей.

$$y = 302,68x + 11,524, \quad (3)$$

где y – содержание легкогидролизующего азота, мг/кг почвы; x – содержание общего азота, % от массы почвы.

Полученную формулу линейной зависимости содержания легкогидролизующего азота от общего азота при необходимости можно использовать при разработке системы удобрения, а также для оценки потенциально возможной продуктивности серых лесных почв Зауралья.

Расчет корреляции между нитратами и другими формами азота в почве показал среднюю положительную связь при коэффициентах корреляции менее 0,8 ед., что делает регрессионный анализ неэффективным.

Выводы. 1. Длительное сельскохозяйственное использование оказывает сильное влияние на плодородие светло-серых лесных почв Северного Зауралья. Содержание органического углерода и общего азота за годы исследований варьировало в пределах 1,45-2,03 и 0,11-0,14% соответственно. Изменения этих показателей по годам связано с применением органических удобрений. Обогащенность почвенного органического вещества азотом была низкой с отношением C:N 12-14 ед. Содержание легкогидролизующего азота изменялось по годам от 35,4 до 63,2 мг/кг почвы при коэффициенте вариации 18%. Обеспеченность светло-серых лесных почв нитратным азотом на протяжении всего периода исследований была очень низкой, несмотря на систематическое внесение минеральных и органических удобрений.

2. Почвенное органическое вещество серых лесных почв по обогащенности азотом не имеет существенных отличий от светло-серых лесных почв – отношение углерода к азоту составляет 11,0-13,6 ед. и также зависит от систематического внесения органических удобрений. Содержание легкогидролизующего азота в среднем составляет 64,4 мг/кг с варьированием от 55,0 до 75,5 мг/кг почвы. Обеспеченность нитратным азотом во все годы исследований очень низкая.

3. Пахотные темно-серые лесные почвы по содержанию органического углерода (2,26-3,09%) и общего азота (0,16-0,27%), а также их соотношению (11,1-14,1 ед.) схожи с черноземами Зауралья, но отличаются от них слабой устойчивостью к неблагоприятным антропогенным факторам. При кратковременном дефиците растительных остатков качество гумуса резко ухудшается – отношение C:N возрастает с 12 до 14 ед. Содержание легкогидролизующего азота значительно выше по сравнению с другими подтипами серых лесных почв и в отдельные годы достигает 90 мг/кг. Это делает темно-серые почвы потенциально плодородными, способными при правильном подборе системы земледелия формировать высокие урожаи с минимальным использованием минеральных удобрений.

4. Между содержанием органического углерода, общего и легкогидролизующего азота существует очень тесная корреляционная связь ($k>0,9$ ед.), что соответствует линейной зависимости. Полученные уравнения могут быть использованы для разработки системы удобрения при переходе на точное земледелие. Содержание нитратов в пахотном слое серых лесных почв коррелирует с другими показателями в слабой степени из-за легкой подвижности и зависимости от почвенно-климатических особенностей региона.

Литература

1. Белкина Р.И. Сорт как фактор повышения качества зерна в условиях ресурсосбережения // Сиб. Вестник с-х науки. - 2012. - № 2. - С. 102-104.

2. Новохатин В.В. Обоснование генетического потенциала у интенсивных сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) /В.В. Новохатин //Сельскохозяйственная биология. -2016. -Т.51.-№5.-С. 627-635. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.627rus
3. Фомина М.Н. Использование метода электрофореза проламинов в первичном семеноводстве на примере сорта овса Отрада /М.Н. Фомина, Г.В. Тоболова, А.В. Остапенко //Достижения науки и техники АПК. - 2016. - Т.30. - №12. - С. 14-16.
4. Кураченко Н.Л. Морфология структурной организации черноземов и серых лесных почв Красноярской лесостепи /Н.Л. Кураченко //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2009. - №2. - С.28-33.
5. Кураченко Н.Л. Влияние систем удобрения на изменение агрофизических свойств темно-серой лесной почвы /Н.Л. Кураченко, О.А. Ульянова, В.В. Чупрова //Агрохимия. - 2011. - № 4. - С. 22-29.
6. Котченко С.Г. Динамика плодородия пахотных почв Тюменской области /С.Г. Котченко, А.Я. Воронин //Достижения науки и техники АПК. -2016. - №7. - С.41-43.
7. Ерёмин Д. И. Оптимизация азотного питания яровой пшеницы для получения продовольственного зерна/Д. И. Ерёмин, Г. Т. Притчина //Зерновое хозяйство. - 2005. - № 7. - С. 11.
8. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области /Каретин Л.Н.//Новосибирск: Наука, 1990. -285 с.
9. Ерёмин Д.И. Динамика влажности чернозема выщелоченного при различных системах обработки под яровую пшеницу в условиях Северного Зауралья /Д.И. Ерёмин, О.А. Шахова //Аграрный вестник Урала. - 2010. - №1. - С. 38-40.
10. Шахова О. А. Особенности минерального питания яровой пшеницы в условиях внедрения ресурсосберегающих технологий в лесостепной зоне Северного Зауралья /О. А. Шахова, Д. И. Еремин //Вестник Красноярского ГАУ. - 2007. - № 1. - С. 149-152.
11. Eremin D.I. Changes in the content and quality of humus in leached chernozems of the Trans-Ural forest-steppe zone under the impact of their agricultural use/D.I. Eremin//Eurasian soil science. 2016. T.49. No 5. pp. 538-545 DOI: 10.1134/S1064229316050033
12. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота лугово-черноземных почв Сибири //Почвоведение. - №1. - 2004. - С. 82-91.

DYNAMICS OF DIFFERENT NITROGEN FORMS IN ARABLE GRAY FOREST SOILS OF NORTHERN TRANSURALS

S.G. Kotchenko¹, N.A. Gruzdeva², D.I. Eremin²

¹Tyumenskaya State Station of Agrochemical Service, Roshchinskoe sh. 2-10, Tyumen, 625041 Russia

²State Agrarian University of Northern Transurals, ul. Respubliki 7, Tyumen, 625002 Russia

E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

Results of long-term studies of long arable gray forest soils in the south of Tyumen oblast are presented. The dynamics of different nitrogen forms on three research sites corresponding to each soil subtype was studied. In a 20-year-long study, it was found that the enrichment of humus with nitrogen in light gray and gray forest soils corresponds to the low degree ($C : N > 12$). The short-term lack of organic fertilizers leads to a sharp increase in the $C : N$ ratio. The contents of organic carbon (2.26–3.09%) and total nitrogen (0.16–0.27%) and their ratio (11.1–14.1 un.) in arable dark gray forest soils are similar to those in chernozems of Transurals, but differ from them by low resistance to unfavorable anthropogenic factors. A close correlation between the contents of hydrolyzable and total nitrogen is revealed. The supply of nitrates is very low in arable light gray and gray forest soils and medium in dark gray forest soils, which allows obtaining high yields at the minimum application of nitrogen fertilizers, when the content of hydrolyzable nitrogen reaches 90 mg/kg of soil.

Keywords: gray forest soils, total and hydrolyzable nitrogen, nitrates, correlation, regression, $C : N$ ratio, fertility, Transurals, plowland.

УДК 631.445.4+633.11«324»:631.51:631.8

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЁМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ В СЕВООБОРОТЕ

З.М. Азизов, д.с.-х.н., НИИСХ Юго-Востока

410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7 E-mail: raiser_saratov@mail.ru

В полевом стационарном длительном опыте проанализированы изменения кислотности почвы, содержания фосфатов, обменного калия и нитрификационной способности чернозема южного под воздействием различных приемов основной обработки почвы. Показано, что урожайность озимой пшеницы, высеваемой по черному пару, по приемам обработки колебалась в пределах ошибки опыта в результате отсутствия их негативно-го воздействия на элементы плодородия почвы.

Ключевые слова: чернозем, плодородие, почва, рН_{КС}, залежь, вспашка, плоскорезная обработка, группа фосфатов, обменный калий, нитрификационная способность, урожайность, озимая пшеница.

Наиболее дешевым и эффективным способом сохранения потенциального и эффективного плодородия почв является использование средообразующей способности культурных растений, возделываемых в севообороте [9], в сочетании с применением механического воздействия на почву. Как показывают исследования [3], при недопущении эрозионных процессов, т. е. правильном ведении агроландшафтного земледелия, можно достичь стабилизации потенциального и эффективного плодородия почвы в агрофитоценозе даже при использовании интенсивных механических обработок.

Учитывая влияние реакции почвенного раствора, содержание фосфатов, обменного калия, влияние нитрификационной способности на плодородие почвы, несомненный интерес представляют знания об их изменении при длительном использовании разных приемов основной обработки почвы в агрофитоценозе.

Цель исследований - выявить влияние приемов основной обработки, применяемых длительное время в севооборотах, на реакцию почвенного раствора, содержание фосфатов, обменного калия, нитрификационную способность и урожайность озимой пшеницы в засушливой черноземной степи Поволжья.

Методика. Исследования проводили в стационарном полевом опыте, заложенном в 1970 г., и расположенном на плакорно-равнинном типе агроландшафта с почвоохранной организацией территории в системе ползащитных лесных полос на опытном поле НИИСХ Юго-Востока. Местоположение делянок с вариантами основной обработки почвы в сочетании с применением удобрений в севооборотах не изменялось в течение 46 лет. Для сопряженного анализа использовали данные отдела земледелия НИИСХ Юго-Востока по реакции почвенного раствора, содержанию фосфатов, обменного калия, нитрификационной способности залежи, рас-