

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ АЗОТА В ПОЧВАХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЗОНЫ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Г.М.Мусаева¹, С.А.Мамытканов², А.И. Орозов¹

¹ Кыргызский научно-исследовательский институт земледелия, Бишкек, Кыргызская Республика

² Кыргызский национальный аграрный университет им. К. И. Скрябина, г. Бишкек Кыргызская Республика

Аннотация: В результате исследования получены сравнительные данные состава азота по типам почв земледельческой зоны Иссык-Кульской котловины, установлено увеличение коэффициента мигрируемости азотных соединений различных типов почв вниз по почвенному профилю, а также снижение степени подвижности состава азота по горизонтальной поясности различных типов почв от востока на запад.

Ключевые слова: азот, общий, минеральный, легкогидролизуемый, трудногидролизуемый, негидролизуемый

ЫСЫК-КӨЛ ОЙДУҢУНУН ДЫЙКАНЧЫЛЫК ЗОНАСЫНДАГЫ ТОПУРАК КЫРТЫШЫНЫН АЗОТТУН ФРАКЦИЯЛЫК КУРАМЫ

Г.М.Мусаева¹, С.А.Мамытканов², А.И. Орозов¹

¹ Кыргыз дыйканчылык илимий изилдөө институту, Бишкек, Кыргыз Республикасы

² К. И. Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университети, Бишкек ш., Кыргыз Республикасы

Аннотация. Изилдөөнүн натыйжасында Ысык – Көл ойдуңунун дыйканчылык аймагынын топурак кыртышынын типтери боюнча азоттун курамынын салыштырма маалыматтары алынды, топурактын ар кандай типтериндеги азот бирикмелеринин төмөнкү топурак профили боюнча миграция коэффициентинин жогорулашы, ошондой эле топурактын ар кандай типтеринин чыгыштан батышка карай горизонталдык алкагы боюнча азоттун курамынын кыймылдуу даражасынын деңгээлинин төмөндөшү аныкталды.

Негизги сөздөр: азот, жалпы азот, минералдык, жеңилгидролизденүүчү, кыйындык менен гидролизденүүчү, гидролизденбөөчү

FRACTIONAL COMPOSITION OF NITROGEN IN SOILS OF THE AGRICULTURAL ZONE OF THE ISSYK-KUL BASIN

G. M. Musayeva¹, S. A. Mamytkanov², A.I. Orozov¹

¹ Kyrgyz Scientific Research Institute of Agriculture, Bishkek, Kyrgyz Republic

² Kyrgyz National Agrarian University named after K. I. Scriabin, Bishkek, Kyrgyz Republic

Abstract. As a result of the study, comparative data on nitrogen composition by soil types in the agricultural zone of the Issyk–Kul basin were obtained, an increase in the coefficient of migrability of nitrogen compounds of various soil types down the soil profile was found, as well as a decrease in the degree of mobility of nitrogen composition along the horizontal belt of various soil types from east to west.

Keyword: nitrogen, total, mineral, easily hydrolysable, hardly hydrolysable, non-hydrolyzable

musa-eva1950@mail.ru; smamytkanov74@mail.ru; amanbek.kniiz@gmail.com

Введение. Содержание общего азота дает нам косвенное представление о потенциальном плодородии различных типов почв, и варьируется в широких пределах. В этом отношении полную, развернутую картину состояния почвы дает определение в них гидролизуемой, легкогидролизуемой, трудногидролизуемой и негидролизуемой фракции азота, где гидролизуемая часть и легкогидролизуемая часть азота является резервом питания растений и показателем потенциального плодородия. Многочисленные исследования отмечают, что длительное применение навоза увеличивает содержание общего азота, легко- и трудногидролизуемой фракции, а минеральные удобрения не всегда повышают органические формы азота.

По степени доступности формы азота можно разделить [Воронов С.И. 1980] на соединения, являющиеся непосредственным источником питания растений (минеральный азот); на составляющие ближайший резерв для питания растений (легкогидролизуемый и отчасти трудногидролизуемый азот) и на определяющие потенциальные запасы азота в почвах (часть трудногидролизуемого и негидролизуемого азота).

При длительном земледельческом использовании каштановой почвы, при сравнении с целинной почвой отмечается увеличение общего азота, при этом в почве происходит перераспределение азота из трудногидролизуемой фракции в более подвижные – минеральную и легкогидролизуемую фракции азота. В исследованиях Н.А. Загузиной, отмечается увеличение общего азота при длительном (примерно в течение 100 лет) использовании каштановой почвы, по сравнению с целинной почвой [1]. Вопросы азотного режима каштановых почв (содержание и запасы общего азота, его фракционный состав, динамика и использование его минеральных форм), по фракционному составу азота рассмотрены на примере каштановых почв Бурятии [1].

Ранее проводимыми в республике исследованиями С.И. Воронова [2] выявлено, что при интенсивном использовании почв, наряду с деградацией гумуса отмечается снижение доли легкогидролизуемых фракций. В таких случаях наиболее устойчивым показателем обеспеченности почв азотом является гидролизуемый азот.

При внесении азотных удобрений микроорганизмы переходят от азотфиксации к связыванию (иммобилизации) растворимых минеральных форм азота. По мере увеличения соотношения углерода и азота в среде активизируется процесс азотфиксации, при усилении реакции фотосинтеза растений возрастает степень минерализации гумуса. В этом очевидно важна наличие в почве легкодоступного азота.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на земледельческих массивах Иссык-Кульской котловины. Почвы, используемые для нужд аграрного сектора Иссык-Кульской котловины представлены следующими типами почв горизонтального ряда, с запада на восток: малогумусные серо-бурые почвы, распространенные в западной части на пустынном ландшафте приозерной равнины, светло-бурые (Тонский р-н) почвы, распространенные на подгорной зоне, отличающийся высокой водопроницаемостью, светло-каштановые (Урюкты), каштановые почвы – основной пахотный фонд (Иссык-Кульском, Ак-Суйском, Тюпском районах), приурочены к центральной и восточной части со сложным рельефом, и черноземные почвы представленные в юго-восточной части и северной части в районе Каркыра, Ак-Суу, Тюп, Курменты.

Азотный фонд определяли по методике варианта Шконде и И.Е. Королевой [4]: минеральный азот (азот нитратов, азот аммония, азот-нитритов); легкогидролизуемый (амиды, часть аминов, часть необменного аммония); трудногидролизуемый (часть аминов, часть гуминов) Этот метод позволяет достаточно объективно судить о качественных и количественных преобразованиях азота в почве при использовании агрохимикатов, а также определить степень участия соединений азота в питании растений [3].

Результаты исследований и их обсуждение

Азотный фонд является важнейшей характеристикой ее плодородия и отражает как биоклиматические особенности природной зоны, так и особенности приемов землепользования [4, 5].

Почвы Иссык-Кульской котловины по своему географическому расположению горизонтальной плоскости с западного на восточном направлении, из за климатических факторов (сумма осадков), распределены следующим образом: от низкогумусных, скелетированных светло-бурых; серо-бурых, более обеспеченных гумусом светло-каштановых, каштановых, и далее плодородных черноземных почв. Замкнутость озера со всех сторон, и бессточность водных источников обуславливает уязвимость его природной среды.

В таблице 1 и диаграммах 1, 2, 3, 4, 5 приведены данные по содержанию фракционного состава азота в почвах интенсивно используемых в сельскохозяйственном производстве котловины. Наши исследования показывают существенные различия в количественном и качественном составе от типа почв. Понятно, что это связано с генетическим типом почв, в которых существует различия скорости процессов минерализации, аммонификации, связанные с биологической и ферментативной активностью этих почв.

Содержание общего азота во всех типах варьируются в значительных пределах (от 0,09 до 1,44%), что обуславливается агробиоценозом земледельческих почв. С глубиной почвенного профиля во всех перечисленных типах почв содержание общего азота снижается. Закономерность распределения азота трудногидролизующих и негидролизующих фракций азота по генетическим горизонтам аналогична распределению общего азота. Так как, соотношение различных соединений состава азота определяет природу гумуса, рассмотрим все составляющие азота. Так как, соотношение различных соединений состава азота определяет природу гумуса, рассмотрим все составляющие азота.

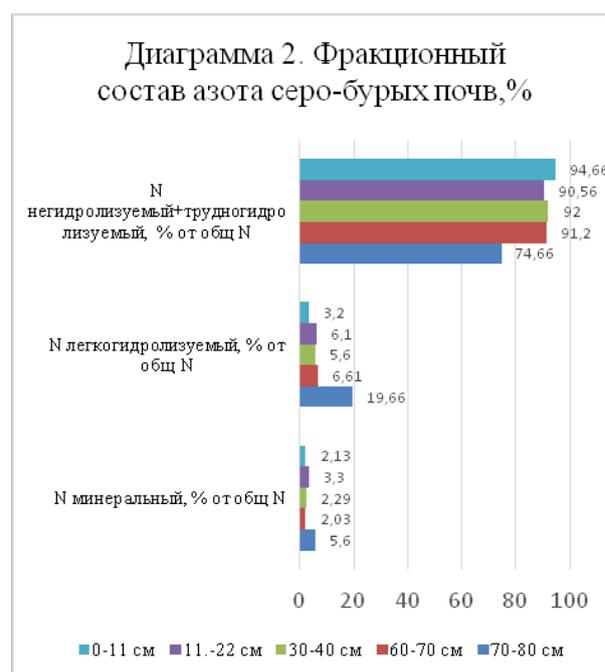
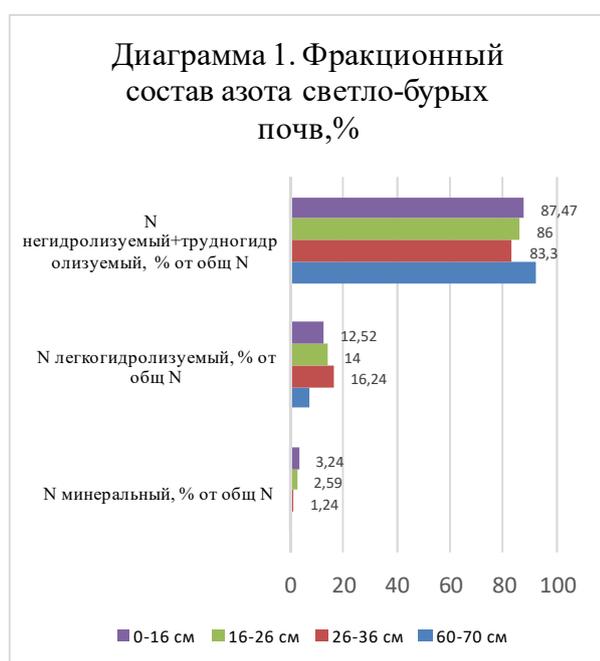
Таблица 1. Фракционный состав азота земледельческих почв Иссык-Кульской котловины

Типы почв	Глубина в см	N, % об-щий	N минеральный		N легко гидролизующий		N негидролизующий+ трудно-гидролизующий		Степень подвижности: NH_4+NO_3 Nнегидролизующий+ Nтрудно-гидролизующий
			% от общ. N	мг/100 г почвы	% от общ. N	мг/100 г почвы	% от общ. N	мг/100 г почвы	
Светло-бурые	0-16	0,19	3,24	6,16	12,52	17,64	87,47	166,4	1,44
	16-26	0,13	2,59	3,36	14,0	14,84	86,0	111,8	1,62
	26-36	0,09	1,24	1,12	16,24	13,80	83,3	75,08	1,94
	60-70	0,19	0,62	0,56	7,07	13,44	92,63	176,0	0,83
Серо-бурые	0-11	0,21	2,13	4,43	3,20	6,72	94,66	198,8	0,05
	11-22	0,11	3,30	3,64	6,10	6,72	90,56	99,64	0,10
	30-40	0,11	2,29	2,52	5,60	6,20	92,0	101,28	0,08
	60-70	0,11	2,03	2,24	6,61	7,28	91,2	100,48	0,90
	70-80	0,03	5,60	1,64	19,60	5,88	74,66	22,48	0,34
Светло-каштановые	0-22	0,32	0,70	2,24	4,37	14,0	94,90	303,76	0,10
	22-40	0,10	0,84	0,84	11,48	11,48	87,60	87,68	0,05
	40-60	0,08	0,70	0,56	11,95	10,36	86,25	69,08	0,02
	81-105	0,14	2,80	3,92	4,00	5,6	93,14	130,48	0,07

	106-130	0,05	1,12	0,56	8,40	4,20	90,40	45,24	0,10
Каштановые	0-22	1,44	4,76	5,43	17,92	93,12	37,32	0,0	0,04
	25-46	0,21	2,26	4,76	8,83	17,50	89,38	187,74	0,11
	40-72	0,19	0,58	1,12	3,68	7,0	95,68	181,88	0,04
	90-105	0,15	2,61	3,92	6,53	9,80	90,80	136,28	0,10
	115-135	0,07	3,60	2,52	10,0	7,0	86,28	60,48	0,15
Черноземные	0-28	0,42	0,60	2,50	4,80	20,16	94,59	394,34	0,05
	30-46	0,37	0,48	1,68	3,85	14,28	95,64	354,04	0,04
	47-71	0,15	0,74	1,12	5,78	9,68	93,46	140,2	0,07
	71-90	0,14	1,20	1,68	5,00	7,0	93,78	131,32	0,06
	90-120	0,07	1,20	0,84	7,60	5,32	91,14	63,8 4	0,09

И.В Тюрин и М. Кононова (1935) приводят следующие градации почв по содержанию гидролизуемого азота: меньше 4 мг/100г – как низкая, 4,0-6,0 мг/100мг – средняя; больше 6,0 мг/100 мг почвы – высокообеспеченная азотом [6]. По этой градации изучаемые почвы относятся группе среднеобеспеченной.

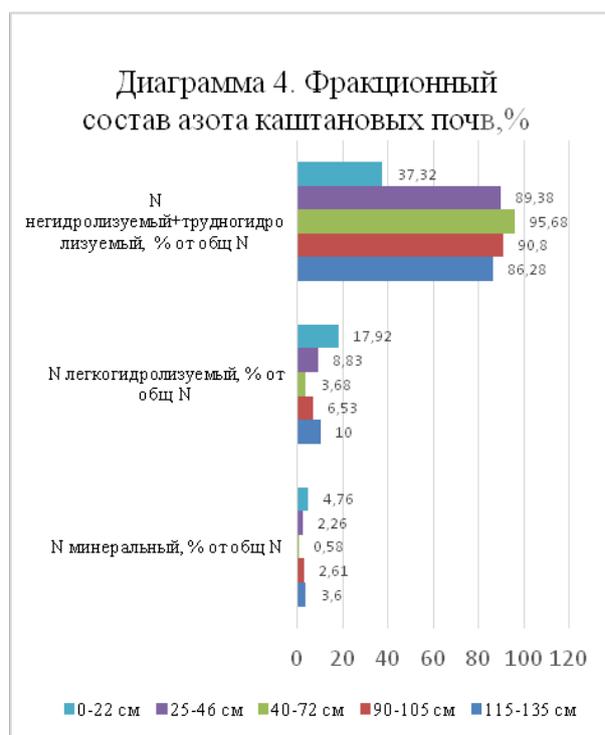
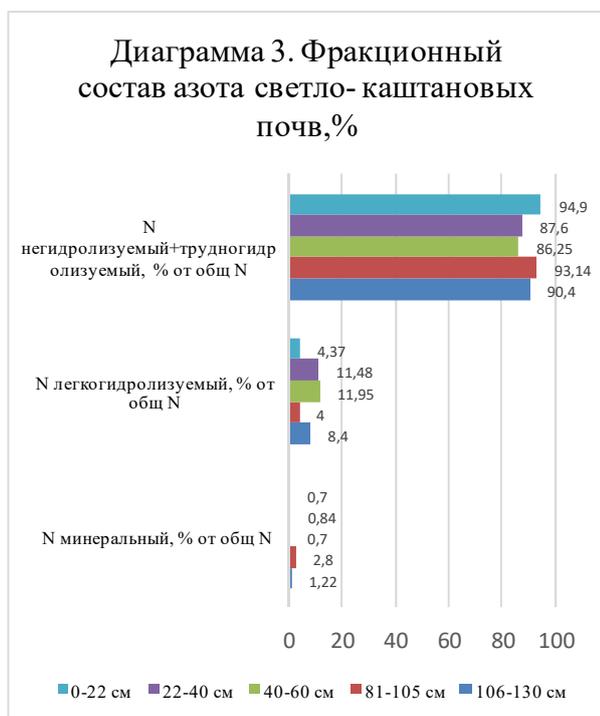
Минеральная форма азота является основным источником доступного азота для растений в агроценозе, и содержание его осенью или весной в пахотном слое или в слое 0-40 см служит достаточно надежным показателем обеспеченности полевых культур почвенным азотом и определения потребности их в азотных удобрениях. Нитратные, аммонийные и нитритные формы азота в почвах различных типов варьируются значительных пределах, но составляют незначительный процент от содержания общего азота.



Содержание минеральных форм азота (Диаграмма1) на *светло-бурых* почвах составляет 3,24%, в верхнем и в нижних горизонтах 0,62% от общего азота. Содержание легкогидролизуетого азота составляет 12,52% в верхнем, и 16,24% в нижнем горизонте почвы. Из активности биологических процессов на этих почвах наблюдаются минерализационные процессы. Распределение трудногидролизуетого азота составляет 87,47% в верхнем и 92,3% от общего азота в нижнем горизонте почвы.

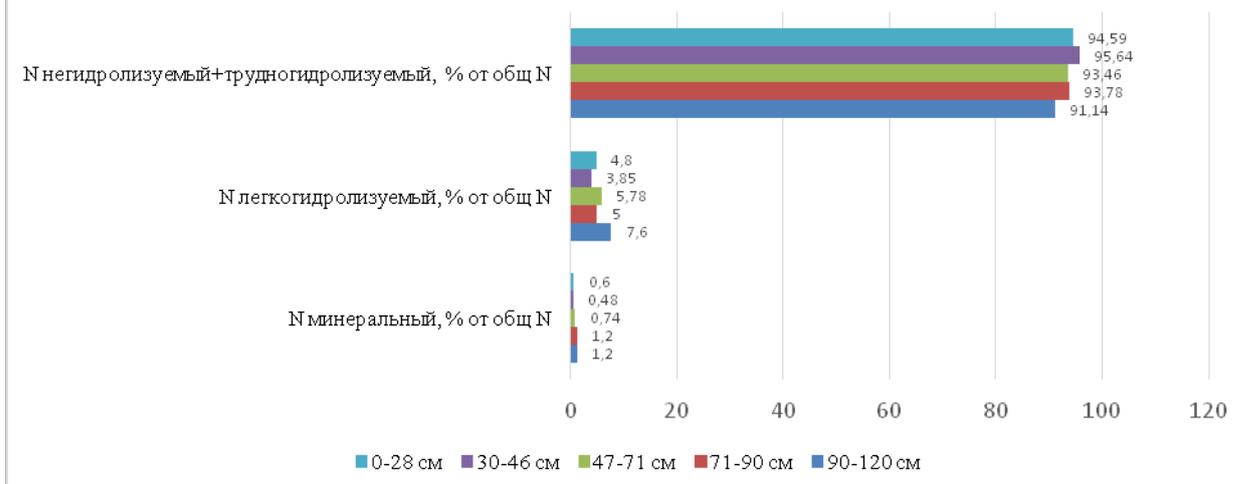
Содержание минеральных форм азота (диаграмма 2) на *серо-бурых* почвах 2,13% в верхних и 5,60% в нижних горизонтах в% от общего количества азота, количество легкогидролизующего азота колеблется в пределах от 6,10% верхнем до 19,60% нижнем горизонте, что говорит об интенсивности процессов вымывания с глубиной профиля почвы, наблюдается ускоренность степени минерализации, в усвояемые формы под влиянием почвенной микрофлоры и физико-химических процессов. Содержание труднорастворимых соединений или органического азота в верхнем слое 94,9%, а в нижних составляет 74,6% от общего содержания азота, с глубиной профиля наблюдается уменьшение степени накопления органических веществ. в процессе сельскохозяйственного использования азот почвы из трудногидролизующей формы трансформируется медленнее.

На *светло каштановых почвах* (диаграмма 3) содержание минерального азота низкое по сравнению с другими типами, но увеличивается с глубиной от 0,70% в верхнем горизонте до 2,80% в нижнем горизонте почвы, где наблюдается накопление этих форм азота. Количество легкогидролизующего азота также имеет такую закономерность увеличения – 4,37% в верхнем, и 8,40% в нижних горизонтах почвы. Органический азот накапливается в достаточной степени и составляет в верхних – 94,9%, а в нижних снижается до 90,4% от содержания общего азота, где гидроморфность этих почв обуславливает увеличение активности биологических процессов.



С изменением окультуренности *каштановых почв* (диаграмма 4) и вследствие интенсивного использования наблюдается заметное изменение азотного фонда, где содержание минерального азота снижается от 4,76% в верхних, до 3,60% в нижних горизонтах, количество легкогидролизующего азота в верхних горизонтах 4,76% и до 3,60% в нижних горизонтах в % от общего содержания азота. На каштановых почвах распределение трудногидролизующего азота составляет 37,3 и 86,2% от общего азота, по-видимому, интенсивное использование этих почв способствовало снижению аккумуляции органического азота.

Диаграмма 5. Фракционный состав азота черноземов, %



На черноземах наблюдается содержание минерального азота – от 0,60% в верхних до 1,20% в нижних горизонтах почвы от общего содержания азота, содержание гидролизуеть азота 4,80% в верхнем и 7,60% в нижнем горизонте в % от общего азота, количество трудно-растворимых и нерастворимых соединений азота 94,5% в верхних, и 91,1% в нижних горизонтах почв под влиянием активной работы почвенной микрофлоры и сопутствующих физико-химических процессов

В естественных условиях почва как саморегулирующая система сохраняет сбалансированный биоцикл азота. При распашке происходит нарушение круговорота азота в результате создания в почве благоприятных условий для разложения азотсодержащих органических веществ, отчуждения азота с товарной продукцией и применения органических и минеральных удобрений.

В системе биогеохимического цикла трансформация азота почвы всецело определяется процессами гумусообразования и минерализации, биохимической активностью почвы [7, 8, 9]. В свою очередь, это накладывает отпечаток на природу азотных соединений, которые представлены на 93–97 % органическими формами, основная часть которых входит в состав различных форм гумуса [10, 11].

Для выявления процессов степени подвижности, мигрируемости минеральных форм азота вниз по почвенному профилю по профилю почв на нижеследующие горизонты (табл.1) были вычислены степень подвижности азота (отношение растворимых форм азота к негидролизуеть и трудногидролизуеть частями азота), т.к. это является еще одной статьей потерь азота из почвы.

Полученные данные показывают, что на малогумусных, скелетированных светло бурых почвах, в верхнем горизонте степень подвижности азота достигает до – 1,44% при последующем увеличении в нижних горизонтах (16-26 см – 1,62%; 26-36 см – 1,94%). Этот показатель говорит о высокой подвижности азота на малогумусных низкоплодородных почвах этой зоны. Увеличение степени подвижности с глубиной на светло-бурых почвах говорит о существующей тенденции вымывания азота растворимых форм с верхних горизонтов, и далее их накопления и вымывания за пределы корнеобитаемого слоя. Такая же закономерность сохраняется для серо-бурых почв, характеризующим качеством которых является малая гумусность, низкий уровень корнеобитаемого слоя и т.п.

Светло-каштановые почвы при содержании общего азота 0,32% в верхнем горизонте почвы, негидролизуеть + негидролизуеть часть составила 94,9 % от общего азота, а доля гидролизуеть фракции (минеральной+ легкогидролизуеть) составила 5,07%, при этом степень подвижности азота на этих почвах составляет – 5,34%. В подпахотном горизонте 22-40 см доля, негидролизуеть + негидролизуеть части снижается – 87,6% от общего азота,

степень подвижности гидролизуемой фракции (минеральной+ легкогидролизуемой) увеличивается с 12,34%, до 14,08%. Эти данные показывают, что с глубиной почвенного профиля усиливается процессы миграции минерального азота, где его доля увеличивается с 5,34% до 14,08%. Растворимые формы азота, неиспользованные растением в некоторой степени накапливаются в нижних горизонтах вследствие вымывания.

На верхних горизонтах каштановых почв, степень подвижности азота (0-22 см – 0,04%) менее выражена, но с глубиной (115 см- 0,15%) подвижность увеличивается. Эти данные говорят о некотором закреплении азота в нижних горизонтах благодаря глубокому проникновению гумусно-аккумулятивного горизонта, где процессы аккумуляции азота протекают более широком диапазоне. В процессе длительного использования пахотной каштановой почвы происходит перераспределение азота из трудногидролизуемой фракции в более мобильные - минеральную и легкогидролизуемую фракции азота.

Интенсивная миграция легкогидролизуемого азота наблюдается в каштановых почвах на пашне, где с глубиной почвенного горизонта увеличивается доля минерального азота с 1,44% от общего азота почвы на верхнем 0-22 см слое, до 3,60% от общего азота – 115 см слое почвы. Степень подвижности азота с глубиной достигает 15,7%, что свидетельствует о возможной потере доступных форм азота. Можно заключить, под влиянием гравитационного тока влаги доступный азот может при определенных условиях (большое количество осадков, парование почвы, применение азотного удобрения, навоза) мигрировать за пределы метрового слоя каштановой почвы.

Полученные данные показали, что довольно большая часть органического почвенного азота в пахотном слое (83,5-96,0%) представлена негидролизуемыми и трудногидролизуемыми соединениями. Содержание резервной легкогидролизуемой фракции составляет 7,8-8,0% и незначительного количества (0,62-4,9%) минерального азота. С глубиной содержание азота во всех фракциях снижается.

В черноземных почвах с.Талды-Суу, Курменты, где содержание общего азота составило соответственно 0,42%; 0,54%, в сравнении с серо-бурыми, светло-бурыми, светло-каштановыми почвами на черноземах гумусно-аккумулятивный горизонт более растянут, при этом минеральные формы азота составляют соответственно: 0,60%; 0,67%, где показатели которых сравнительно ниже чем светло-бурых, серо-бурых, и каштановых почв. Экспериментальные данные показали, что довольно большая часть органического почвенного азота в пахотном слое (соответственно 94,6%, 94,0%) представлена негидролизуемыми и трудногидролизуемыми соединениями. С глубиной эта закономерность переключается исследованиями по фракционному составу азота каштановых почв Бурятии представленных Н.А. Загузиной, Н.Е. Абашеевой и др. [2014]. Черноземы отличаются снижением степени подвижностью доступного азота с глубиной, так в исследованных верхних горизонтах черноземной почвы степень подвижности соответственно составил 5,7%; 6,7%; 6,39%, с понижением глубины миграции незначительна или не наблюдается (2,52%; 3,5% от содержания общего азота). В силу физико-химических свойств черноземные почвы способны аккумулировать органический азот почвы, при этом трудногидролизуемый органический азот верхних горизонтов черноземных почв остается недоступным для растений.

Заключение

На малогумусных, серо-бурых, каштановых почвах наблюдается увеличение степени подвижности азота, с последующим увеличением в нижних горизонтах, что говорит о высокой подвижности азота на малогумусных низкоплодородных почвах этой зоны, и существующей тенденции вымывания азота растворимых форм с верхних горизонтов, их накопления и вымывания за пределы корнеобитаемого слоя и далее в нижние горизонты почвы.

Количественный и качественный состав почвенного азота изменяется по мере нарастания эрозионных процессов, что связано с экологическими особенностями – пониженной способностью органического вещества к минерализации эродированной почвы.

Эрозионные процессы вызывают потерю валового азота в пахотном слое, ухудшают и его фракционный состав: количество всех фракций снижается, наибольшим оказался процент падения фракции минерального азота обеих разновидностей.

Литература

1. Загузина Н.А. Содержание и формы соединений элементов питания в целинных и пахотных почвах Бурятии. Автореф.дисс. .канд.с-х. Ленинград-Душкин, 1977. – 20 с.
2. Воронов С.И. Микробиологические и биохимические особенности горных почв Киргизии. Фрунзе: Илим, 1986. – 286с.
3. Шконде Э.И., Королева И.Е.О природе и подвижности почвенного азота. // *Агрохимия*, 1964. – № 10. – С. 17-35.
4. Агрохимические методы исследования почв М.:Наука, 1975.– С 94-95
5. 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.
6. Минеев В.Г. Козлова Ю.Е. Кураков А.В. и др.. Влияние последствий минеральных удобрений на микробиологические и агрохимические свойства почвы // *Докл РАСХН*, 2001. – №4. – С. 19-21.
7. Тюрин И.В., Кононова М.М. О методах определения потребности почв в азоте. // *Тр. Почв. ин-та им.В.В.Докучаева*, 1935. – т.ХП. – С.159-180.
8. Адерихин П. Г., Щербаков А.П. Азот в почвах Центрально-Черноземной полосы Воронеж, 1974. – 170 с.
9. Parton, W. J. Dynamics of C, N, P and S in grassland soil: A model / W. J. Parton, J. W. Stewart, C. V. Cole // *Biogeochemistry*. – 1988. – Vol. 5, № 1. – P. 109–131.
10. Новиков, А. А. Органическое вещество и его значение в почвенном Новочеркасск, 1999. – 89 с.
11. Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – М.: Наука, 1980. – 287 с.
12. A novel ^{15}N tracer model reveals: Plant nitrate uptake governs nitrogen transformation rates in agricultural soils / E. Inselsbacher, W. Wanek, J. Strauss, S. ZechmeisterBoltenstern, C. Muller // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2013. – Vol. 57. – P. 301–310. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.10.010>.