

**ВЛИЯНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ И МИНИМАЛЬНОЙ СИСТЕМ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА СОДЕРЖАНИЕ В ПОЧВЕ НИТРАТНОГО АЗОТА**

Кайль А.В.

**THE INFLUENCE OF TRADITIONAL AND MINIMAL TILLAGE SYSTEMS
ON THE CONTENT IN SOIL NITRATE NITROGEN**

Кайль А.В. – асп. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: Aljona1992@bk.ru

Kayl A.V. – Post-Graduate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: Aljona1992@bk.ru

Обобщены материалы агрохимического обследования на содержание нитратов по большому массиву площадей почв крупного хозяйства Красноярского края ООО «СХП "Дары Малиновки"». Изучали три способа обработки почвы: отвальная вспашка и поверхностные обработки (культивация и дискование). Определение нитратного азота проводили по методу ЦИНАО (ГОСТ 26488-85). Выявлено, что наиболее активно процессы нитрификации протекают в паровых полях в условиях отвальной обработки с последующей культивацией. Слабая способность к нитратонакоплению отмечена в почвах полей, обработанных безотвально. Рассмотрено влияние различных предшественников на содержание в почве нитратного азота (N-NO₃). Пропашной предшественник после дискования способствует накоплению очень высокого количества нитратного азота. Подтверждается общепринятое мнение о зерновых, как о плохих азотных предшественниках. Зафиксировано влияние погодных условий в годы наблюдений на обеспеченность почв нитратным азотом. Активность процессов нитрификации, образование нитратов зависели от особенностей увлажнения в течение вегетации и специфики обработки почв. По показателю силы влияния (ПСВ) установлены достоверные различия в содержании нитратного азота в зависимости от сроков отбора образцов и технологии основной обработки почвы чистого раннего пара.

Ключевые слова: агрохимическое обследование, нитратный азот, обеспеченность поч-

вы, нитрификация, обработка почвы, вспашка, дискование, культивация, погодные условия.

The materials of agrochemical inspection on the maintenance of nitrates on big array of the areas of soils of large farm of Krasnoyarsk Region of LLC 'AE 'Dary Malinovki' are generalized. Three ways of tillage were studied: plow plowing and surface treatment (cultivation and disking). The determination of nitrate nitrogen was carried out according to the CINAO method (State Standard 26488-85). It was revealed that the most active nitrification processes occurred in fallow fields in the conditions of dump treatment with subsequent cultivation. Weak ability to nitrate accumulation was noted in the soils of fields treated without reference. The effect of various precursors on the content of nitrate nitrogen in the soil (N-NO₃) is considered. Tilled precursor after disking contributes to the accumulation of a very high amount of nitrate nitrogen. Generally accepted opinion about grains as bad nitrogen precursors was confirmed. The influence of weather conditions in the years of observations on the availability of soils with nitrate nitrogen was recorded. The activity of nitrification processes, the formation of nitrates depended on the characteristics of moisture during the growing season and the specifics of soil treatment. According to the indicator of the strength of influence (ISI), significant differences in the content of nitrate nitrogen were established depending on the timing of sampling and the technology of the main soil treatment of pure early bare fallow.

Keywords: *agrochemical inspection, nitrate nitrogen, soil security, nitrification, tillage, plowing, disking, cultivation, weather conditions.*

Введение. В современных условиях развития сельскохозяйственного производства наблюдается активный рост темпов производства растениеводческой и животноводческой продукции, внедряются более совершенные ресурсосберегающие приемы обработки, повышается уровень химизации за счет увеличения химических средств защиты растений. В то же время продолжают развиваться процессы эрозии почв, систематически наблюдаются флуктуации погодных условий в течение вегетационных периодов. Поэтому особенно актуальными являются исследования по оценке влияния различных факторов на активность процессов нитрификации и совершенствования приемов для более интенсивного накопления нитратного азота в конкретных почвенно-климатических условиях [1].

Среди всех видов работ в земледелии механическая обработка почвы, особенно способ основной обработки, всегда играла ключевую роль в регулировании плодородия и создании урожая [2].

Традиционная система обработки почвы в результате регулярного глубокого рыхления с оборотом пласта усиливает процессы минерализации, приводит к быстрому разрушению гумуса по всему почвенному профилю [3]. Ежегодные минимальные мульчирующие обработки сопровождаются некоторым уплотнением ниж-

них слоев почвы, снижением активности микроорганизмов, что замедляет процессы разложения гумуса [3]. Поэтому систематические минимальные обработки вынуждают сельхозтоваропроизводителей применять повышенные дозы минеральных удобрений и пестицидов, которые, в свою очередь, отрицательно влияют на почвенную микрофлору, изменяют численность более уязвимых грибов и бактерий нитрификаторов [3]. Решение вопроса оптимизации обработки почвы с целью формирования агрофитоценозов, характеризующихся оптимальным азотным режимом и устойчивой продуктивностью, является важной задачей современного земледелия [4].

Цель исследований. Оценить в производственных условиях воздействие различных способов основной обработки почвы и разных предшественников на интенсивность накопления нитратного азота.

Условия и методы. Исследования проводились в двух филиалах агрохолдинга ООО «СХП "Дары Малиновки"» лесостепной зоны Красноярского края (табл. 1).

В 2016 году были проанализированы почвенные образцы, отобранные с полей в Сухобузимском районе:

- после пшеницы – 16 полей;
- по паровому предшественнику – 13 полей;
- после рапса – 6 полей;
- после картофеля – 5 полей;
- распаханная залежь – 3 поля.

Таблица 1

Площади полей с разными предшественниками, 2016 г., га

Предшественник	Малиновка	Карымская, Татарская
Пар	1420,0	757,0
Пшеница	645,8	1231,0
Рапс	306,4	215,0
Овощи	-	80,0
Залежь	200,0	26,0
Картофель	833,1	40,0

Почвы всех изученных отделений представлены преимущественно черноземами выщелоченными в комплексе с черноземами обыкновенными, а также небольшой долей черноземов

оподзоленных. Для всех почв характерен тяжелосуглинистый гранулометрический состав.

Оценили обеспеченность нитратным азотом при разных обработках различных предшественников. Данные, полученные на базе агрохи-

мического обследования 2016 года в ФГБУ ГЦАС «Красноярский» по обеспеченности почв нитратным азотом, группировались по предшественникам, выявлялись статистические зависимости их влияния на содержание N-NO₃.

Обобщили результаты стационарного полевого опыта, заложенного в 2017 году на территории ООО «СХП «Дары Малиновки» в Сухобузимском филиале на паровом поле отделения Малиновка. Почва опытного участка чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса повышенное (6,4 %), обеспеченность подвижным фосфором повышенная, а обменным калием очень высокая. Реакция почвы нейтральная, сумма поглощенных оснований составляет 23,0 мг/100 г почвы.

Изучали три способа основной обработки почвы: отвальная вспашка и поверхностные обработки (культивация и дискование). Вспашку проводили плугом Gregoire Besson SPLM B9 на глубину 25–27 см, поверхностную обработку – дискатором БДМ-Агро БДМ 6х4П и культиватором Ярославич КБМ-10,8 ПС-4 на глубину 10–12 см.

На всех вариантах опыта в течение двух сроков вегетационного периода 2017 г. в смешанных (представительных) образцах определяли содержание нитратного азота (N-NO₃) в слое почвы 0-20 см. Определение нитратного азота

проводили по методу ЦИНАО, ГОСТ 26488-85. Полученные данные статистически обработали, рассчитав показатель силы влияния (ПСВ, %) фактора обработки почвы на содержание нитратного азота. Для статистической обработки материалов использовали программу Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Результаты агрохимического обследования на содержание нитратного азота показали, что 2016 год в целом был благоприятным для нитратонакопления.

Низкая способность к накоплению нитратного азота отмечена в почвах полей, обработанных поверхностно. После обработки культиватором 40,7 % обследуемых полей характеризуется низкой обеспеченностью этой формой азота, после обработки дисковыми орудиями 46,2 % полей имеют 1-й класс обеспеченности азотом (табл. 2).

На обследованных полях наблюдается большой разброс данных, зафиксированы все группы обеспеченности N-NO₃, от 1-го класса (очень низкой) до 6-го класса (очень высокой). Очевидно, что в данном случае существенное влияние оказывает такой фактор, как предшественник (табл. 3).

Таблица 2

Группировка почв хозяйств по содержанию нитратного азота в зависимости от способа обработки почвы, 2016 г.

Ед. изм.	Дискование, посев					Культивация, посев					
	Классы обеспеченности N-NO ₃										
	1	2	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	д. Малиновка										
га	220	86,4		50			313,6	249,3	273,2	286,0	356,8
%	61,8	24,2		14,0			21,2	16,9	18,5	19,3	24,1
	д. Карымская, д. Татарская										
га			40	80		165	878	203	180	20	
%			33,3	66,7		11,5	60,7	14,0	12,4	1,4	
	Сумма обследованных полей (всего)										
га	220	86,4	40	130		165	1191,6	452,3	453,2	306	356,8
%	46,2	18,1	8,4	27,3		5,6	40,7	15,5	15,5	10,5	12,2

**Группировка почв хозяйств по содержанию нитратного азота после безотвальной обработки
в зависимости от предшественников**

Ед. изм.	Дискование, предшественник пропашные					Культивация, предшественник зерновые				
	Классы обеспеченности N-NO ₃									
	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
	д. Малиновка									
га	200,0		80,1		193,1	220,0	200,0	59,0		
%	42,3		16,9		40,8	45,9	41,8	12,3		
	д. Карымская, д. Татарская									
га			120			165	878	203	180	20
%			100,0			11,4	60,8	14,0	12,4	1,4
	Сумма обследованных полей (всего)									
га	200,0		200,1		193,1	385,0	1078,0	262,0	180,0	20,0
%	33,7		33,7		32,6	20,0	56,0	13,6	9,4	1,0

При обработке дисковым орудием пропашных предшественников накапливается очень высокое количество нитратного азота. После уборки картофеля, удобренного комплексом удобрений, в 2016 г. обеспеченность почвы нитратным азотом относилась к 4-му классу обеспеченности, то есть повышенной. По существующей классификации предшественников-нитратонакопителей удобренные пропашные могут оставлять после себя среднюю и повышенную обеспеченность минеральным азотом [5]. В это же время после культивации зерновые предшественники характеризуются низким и очень низким содержанием N-NO₃. В очередной раз подтверждается общепринятое мнение о зерновых культурах как плохих азотных предшественниках [6].

Таким образом, способ основной обработки почвы существенно влияет на накопление нитратного азота. Систематические безотвальные обработки в сравнении со вспашкой приводят к снижению содержания этой формы азота в 1,4–1,7 раза [7].

Обобщая массив данных по освоению залежи и разделке дернины в осенний период, можно утверждать, что обследуемые поля хозяйства характеризуются низкой обеспеченностью

нитратным азотом (2-й класс). Подавляющая часть обследованной площади (74,3 %) распашанных в осенний период залежных полей имеет содержание N-NO₃, не превышающее 8 мг/кг почвы, что также соответствует низкой обеспеченности. Июльская вспашка залежи приводит к среднему и повышенному содержанию нитратного азота за счет более интенсивной минерализации органического вещества в теплые месяцы года и пролонгации периода нитрификации [8].

По основному массиву результатов обследования установлено, что обеспеченность азотом после зерновых предшественников и рапса характеризуется низкой и очень низкой обеспеченностью (1-й и 2-й классы).

Результаты анализа почвенных образцов летнего срока отбора на стационарном полевом опыте показали максимальную обеспеченность нитратным азотом при проведении глубокой вспашки парового поля. В это время минимальное содержание N-NO₃ в образцах было не ниже 17,3 мг/кг. При замене оборота пласта на поверхностную обработку дисковым орудием содержание нитратного азота составляет от 10,9 до 14,4 мг/кг, следовательно, почвы характеризуются средним содержанием минерального азота (рис. 1).



Рис. 1. Содержание нитратного азота в зависимости от способов обработки почвы (25.07.2017 г.), мг/кг почвы

При применении культивации в качестве основной обработки пара содержание нитратного азота не превышает 7,1 мг/кг, соответственно характеризуется низкой и очень низкой обеспеченностью.

Уровень обеспеченности нитратным азотом во второй, осенний, срок отбора по отвальной обработке варьирует от 3,5 до 9,9 мг/кг (рис. 2).



Рис. 2. Содержание нитратного азота в зависимости от способов обработки почвы (31.10.17 г.), мг/кг почвы

Основное количество проанализированных образцов характеризуется средней обеспеченностью нитратным азотом. Большая доля образцов с повышенной и высокой обеспеченностью зафиксирована на варианте с поверхностной дисковой обработкой. При применении культивации в качестве основной обработки паров и неблагоприятных погодных условиях осени 2017 г. в 60 % образцов зафиксировано среднее количество нитратного азота, составляющего 15,2 мг/кг.

Активность процессов нитрификации и накопление нитратного азота зависели от особенностей увлажнения в течение вегетации (табл. 4). Погодные условия были различными по годам проведения опытов. Отмечается варьирование

содержания нитратного азота в почвах по вариантам различных обработок, а также в зависимости от сроков отбора образцов. Влияние способов обработки на содержание N-NO₃ и активность процессов нитрификации уменьшилось при осеннем отборе образцов почвы. Это зависело преимущественно от особенностей увлажнения вегетационного периода. В 2017 г. влагообеспеченность летне-осенних месяцев была выше многолетней нормы. Основная доля осадков в этом году выпала во второй половине августа – сентябре при пониженных температурах. При избыточном выпадении осадков нитраты могут мигрировать вниз по профилю, особенно в обработанных паровых полях.

**Характеристика погодных условий вегетационного периода 2017 г.
(по данным Сухобузимской метеостанции)**

Период наблюдений	Т, сумма > 10 °С	Кол-во осадков, мм	Т, сумма > 10 °С	Кол-во осадков, мм	Разница по годам, 2017–2016	
	2016 г.		2017 г.		Т, сумма > 10 °С	Кол-во осадков, мм
Март	-	16,3	-	3,3	-	-13
Апрель	10,1	12,1	67,9	22,3	57,8	10,2
Май	125,9	43,6	277	27,7	151,1	-15,9
Июнь	553,4	21,3	593,9	20,2	40,5	-1,1
Июль	632,1	57,4	606	78,5	-26,1	21,1
Август	526	54,4	511,1	81	-14,9	26,6
Сентябрь	284,4	25,2	116,8	78,8	-167,6	53,6
Октябрь	-	19,5	-	21,8	-	2,3
Сумма	2131,9	249,8	2172,7	333,6	40,8	83,8

По показателю силы влияния установлены достоверные различия в содержании нитратно-азота между способами основной обработки почвы. Как следует из таблицы 5, технология

обработки пара вносит существенный вклад, достоверно влияя на интенсивность нитрификации и содержание нитратного азота в почве.

Таблица 5

Показатель силы влияния (ПСВ, %) технологии обработки пара и сроков отбора почвенных образцов

Вариант обработки	Сроки проведения технологических операций				Даты отбора образцов
	2017 г.		2018 г.		
Дискование	Дискование 28.06.2017		Дискование 26.07.2018	Дискование 20.08.2017	25.07.2017 31.10.2017
Культивация	Культивация 28.06.2017		Культивация 26.07.2018	Культивация 20.08.2017	25.07.2017 31.10.2017
Вспашка	Вспашка 28.06.2017	Боронование 05.07.2017	Культивация 23.07.2017	Культивация 20.08.2017	25.07.2017 31.10.2017
ПСВ, %	Срок отбора 25.07.2017 г.				89,2
	Срок отбора 31.10.2017 г.				59,2

Наблюдается эффект взаимодействия между обработкой и содержанием минерального азота, однако сила влияния и вклад этого фактора варьируют в зависимости от сроков. В первый (летний) срок отбора образцов почвы 25.07.2017 г. различия по содержанию нитратного азота на 89,2 % обусловлены спецификой обработки почвы, а на 10,8 % – случайными факторами. Однако во второй (осенний) срок отбора влияние об-

работок на содержание N-NO₃ уменьшилось до 59,2 %, соответственно выросло влияние случайных факторов, в том числе погодных условий, из которых существенным являлось высокое количество осадков с июля по сентябрь 2017 г.

Заключение. Обобщение материалов агрохимического обследования на содержание нитратного азота в почвах хозяйства ООО «СХП "Дары Малиновки"» Красноярского края в ок-

тябре 2016 г. свидетельствует, что наиболее активно процессы нитратонакопления протекают в паровых полях при проведении традиционной отвальной обработки с последующей культивацией. Освоение залежи и разделка дернины в поздние сроки обуславливают низкую обеспеченность нитратным азотом. Хорошо показал себя при поверхностной обработке пропашной предшественник (удобренный картофель), обеспечивший повышенное содержание нитратного азота. Безотвальная обработка по зерновому предшественнику резко снижает обеспеченность почв хозяйства нитратным азотом. Сравнение традиционной и поверхностных обработок по различным предшественникам безусловно подтверждает положительное воздействие вспашки на обеспечение почв нитратным азотом.

Результаты почвенной диагностики, проведенной в 2017 году, свидетельствуют о непосредственном влиянии погодных условий на обеспеченность нитратным азотом почв хозяйства. Установлено существенное снижение содержания нитратного азота при избыточном увлажнении осенних месяцев в 2017 году по сравнению с 2016 годом как по зерновому, так и по паровому предшественнику.

Литература

1. *Кайль А.В.* Влияние различных факторов на обеспеченность почв лесостепной зоны нитратным азотом // *Инновационные тенденции развития российской науки: сб. мат-лов X Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. году экологии и 65-летию Красноярского ГАУ (22–23 марта 2017 г.).* – Красноярск, 2017. – Ч. 1. – С. 35–38.
2. Влияние традиционной и минимальных систем обработки почвы на изменения почвенного плодородия / *П.П. Васюков, Г.В. Чуварлеева, Г.М. Лесовая* [и др.] // *Таврический вестник аграрной науки.* – 2016. – № 3(7). – С. 50–57.
3. *Холмов В.Г.* Минимальная обработка почвы при возделывании зерновых в лесостепи Западной Сибири // *Технологическая политика в современном земледелии: сб. мат-*

лов науч.-практ. конф. по общему земледелию (4 августа 2000 г.). – Барнаул, 2000. – С. 115–116.

4. *Носкова Е.В., Щукин С.В.* Влияние ресурсосберегающих агротехнологий на засоренность посевов ярового рапса // *Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: мат-лы 68-й Междунар. науч.-практ. конф. (26–27 апреля 2017 г.).* – Рязань: Изд-во Рязан. гос. агротехнол. ун-та, 2017. – Ч. 1. – С. 451–457.
5. *Гамзиков Г.П.* Азот в земледелии Западной Сибири. – М.: Наука, 1981. – 268 с.
6. *Прянишников Д.Н.* Азот в жизни растений и в земледелии СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1945. – 200 с.
7. Минимизация обработки почвы и минерализация соединений азота / *А.Н. Власенко, И.Н. Шарков, В.Е. Синещиков* [и др.] // *Почвоведение.* – 2001. – № 9. – С. 1111–1117.
8. *Кайль А.В.* Обеспеченность нитратным азотом в зависимости от технологии обработки почвы // *Почвенно-экологические процессы в естественных и антропогенно-преобразованных ландшафтах Сибири и Дальнего Востока: сб. мат-лов II Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (25–27 апреля 2018 г.).* – Красноярск, 2018. – С. 114–118.

Literatura

1. *Kajl' A.V.* Vlijanie razlichnyh faktorov na obespechennost' pochv lesostepnoj zony nitratnym azotom // *Innovacionnye tendencii razvitija rossijskoj nauki: sb. mat-lov X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, posvjashh. godu jekologii i 65-letiju Krasnojarskogo GAU (22–23 marta 2017 g.).* – Krasnojarsk, 2017. – Ch. 1. – S. 35–38.
2. Vlijanie tradicionnoj i minimal'nyh sistem obrabotki pochvy na izmenenija poch-vennogo plodorodija / *P.P. Vasjukov, G.V. Chuvarleeva, G.M. Lesovaja* [i dr.] // *Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki.* – 2016. – № 3(7). – S. 50–57.
3. *Holmov V.G.* Minimal'naja obrabotka pochvy pri vzdelyvanii zernovyh v lesostepi Zapadnoj

- Sibiri // Tehnologicheskaja poli-tika v sovremennom zemledelii: sb. mat-lov nauch.-prakt. konf. po obshhemu zemledeliju (4 avgusta 2000 g.). – Barnaul, 2000. – S. 115–116.
4. *Noskova E.V., Shhukin S.V.* Vlijanie resursoberegajushhih agrotehnologij na zasorennost' posevov jarovogo rapsa // Principy i tehnologii jekologizacii proizvodstva v sel'skom, lesnom i rybnom hozjajstve: mat-ly 68-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (26–27 aprelja 2017 g.). – Rjazan': Izd-vo Rjazan. gos. agrotehnol. un-ta, 2017. – Ch. 1. – S. 451–457.
 5. *Gamzikov G.P.* Azot v zemledelii Zapadnoj Sibiri. – M.: Nauka, 1981. – 268 s.
 6. *Prjanishnikov D.N.* Azot v zhizni rastenij i v zemledelii SSSR. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1945. – 200 s.
 7. Minimizacija obrabotki pochvy i mineralizacija soedinenij azota / *A.N. Vlasenko, I.N. Sharkov, V.E. Sineshhekov* [i dr.] // *Pochvovedenie*. – 2001. – № 9. – S. 1111–1117.
 8. *Kajl' A.V.* Obespechennost' nitratnym azotom v zavisimosti ot tehnologii obrabotki pochvy // *Pochvenno-jekologicheskie processy v estestvennyh i antropogenno-preobrazovannyh landshaftah Sibiri i Dal'nego Vostoka*: sb. mat-lov II Vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh (25–27 aprelja 2018 g.). – Krasnojarsk, 2018. – S. 114–118.

