

СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ МИНИМИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПО РАЗНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ

В.Е. Синещеков, доктор сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник

Г.И. Ткаченко, кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник

Сибирский НИИ земледелия и химизации
сельского хозяйства СФНЦА РАН
E-mail: sivi_01@mail.ru

Ключевые слова: минимизация, основная обработка, нитратный азот, пшеница, пар, предшественник, севооборот, урожай

Реферат. *Исследования проводились в многофакторном стационарном полевом опыте СибНИИЗиХ СФНЦА РАН на территории ОПХ «Элитное» Новосибирской области (центрально-лесостепная подзона) в 2002–2018 гг. Изучали продуктивность зерновых культур в четырехпольном зернопаровом севообороте по паровому и зерновым предшественникам при длительной минимизации основной обработки почвы на экстенсивном и интенсивном фонах. Наряду с этим показана сезонная динамика содержания нитратного азота в почве на экстенсивном фоне (без средств химизации) в четырех вариантах систем механической обработки чернозема выщелоченного под зерновые культуры по паровому и зерновым предшественникам. Установлено, что в условиях центральной лесостепи Приобья на чернозёмах выщелоченных перед посевом зерновых культур по различным приемам подготовки пара больше всего в метровом слое почвы нитратов обнаружено по черному пару со вспашкой (150 кг/га), меньше – по вариантам пара с почвозащитными обработками на разную глубину (132–141 кг/га). Перед посевом по раннему минимальному пару отмечалось меньшее содержание этого элемента в почве (124 кг/га). Перед посевом пшеницы второй культурой после пара содержание нитратного азота в метровом слое почвы по вспашке (79 кг/га) было несколько больше, чем в вариантах с почвозащитными обработками (61–64 кг/га). На заключительной пшенице отмечалось минимальное количество азота в почве (56–57 кг/га), которое не зависело от изучаемых систем обработки почвы. К концу вегетации зерновых культур количество нитратного азота резко снижалось в сравнении с весенними запасами. Перед уборкой зерновых культур по различным приемам подготовки пара содержание азота в верхнем метровом профиле составило 41–55 кг/га, по зерновым предшественникам еще меньше – 27–33 кг/га. Урожайность зерновых культур по изучаемым приемам подготовки пара на экстенсивном и интенсивном фонах составило 3,09–3,21 и 3,96–4,02 т/га соответственно и практически не зависела от приемов его подготовки. На повторных посевах урожайность пшеницы на экстенсивном фоне по вспашке (1,26–1,79 т/га) была существенно выше, чем по изучаемым вариантам минимизации основной обработки почвы (1,02–1,55 т/га). При оптимизации минерального питания растений и фитосанитарной ситуации посевов продуктивность пшеницы по зерновым предшественникам в полях севооборота увеличивалась в 2,0–2,9 раза без существенных различий по вариантам обработки почвы.*

CONCENTRATION OF NITRATE NITROGEN IN THE SOIL AND PRODUCTIVITY OF CROPS WHEN LONG-TERM MINIMIZING OF TILLAGE ACCORDING TO VARIOUS FORECROPS

Sineshchekov V.E., Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher
Tkachenko G.I., Candidate of Biology, Leading Researcher

**Siberian Research Institute of Agriculture and Agricultural Chemicalization, Siberian Federal
Scientific Center for Science and Research**

Key words: minimization, basic processing, nitrate nitrogen, wheat, steam, predecessor, crop rotation, crop.

Abstract. In a multifactor stationary field experiment on the area of the Elitnoye Holding in the Novosibirsk region (central forest-steppe subzone) in 2002-2018 the seasonal dynamics of nitrate nitrogen in the fields of four full grain-steam crop rotation by steam and grain predecessors against an extensive background (without chemical means) in four versions of the main mechanical treatment of leached black soil was investigated. Along with this, the productivity of grain crops was studied with long-term minimization of the main tillage on extensive and intensive backgrounds. The authors found out that in the central forest-steppe of the Ob river region before sowing grain crops according to the various methods of steam preparation most of all in the meter layer of nitrate soil was found in black steam with plowing (150 kg / ha) and less in variants with soil-protective treatments (132-141 kg / ha). The lowest level of this element in the soil (124 kg / ha) in spring was noted by the early minimum steam. Before sowing the second wheat after steam, the nitrate nitrogen content in the meter soil layer for plowing (79 kg / ha) was slightly higher than in the options with soil treatment (61-64 kg / ha). In the final field of crop rotation, regardless of the studied soil cultivation systems, the minimum initial amount of nitrogen (56-57 kg / ha) was noted. By the end of the growing season of crops, the nitrate content in the soil was sharply reduced. Before harvesting wheat by steam, the nitrogen content in the upper meter profile was 41-55 kg / ha, for grain precursors even less - 27-33 kg / ha. The steam yield of grain crops on extensive and intensive backgrounds was 3.09-3.21 and 3.96-4.02 t / ha, respectively, and practically did not depend on the methods of its preparation. On repeated sowing the wheat yield in comparison with an extensive background in plowing (1.26-1.79 t / ha) was significantly higher than in the studied options for minimizing the main tillage (1.02-1.55 t / ha). When optimizing the mineral nutrition of plants and the phytosanitary situation of crops, wheat productivity by grain predecessors in crop rotation fields increased 2.0-2.9 times without significant differences in soil treatment options.

Минимизация механической обработки почвы среди многих ключевых проблем земледелия, почвоведения и агрохимии в течение последних десятилетий остаётся актуальной. Известно, что при снижении частоты и глубины воздействия на почву, совмещении технологических операций эффективно решаются вопросы защиты почв от эрозии, обогащения органическими компонентами растений, улучшения водного режима, а также сокращения производственных затрат. Очевидно, что выбор приёмов основной обработки сопряжён с учётом специфики региональных

почвенно-климатических условий, уровнем материально-технического обеспечения, что находит отражение в адаптивно-ландшафтных системах земледелия [1].

Несмотря на широкое признание производителями минимальных систем механической обработки в земледелии Западной Сибири, многие вопросы, в частности плодородия почвы, остаются малоизученными. Обращает на себя внимание противоречивость мнений по поводу различий в обеспеченности агрокультур минеральным азотом по разным вариантам

основной обработки почвы, в результате чего в литературе неоднократно разворачивались дискуссии [2–5].

В одном из старейших стационаров, заложенных в СибНИИСХозе на чернозёме выщелоченном тяжелосуглинистом южной лесостепи Омской области, отмечали, что ежегодная минимальная обработка приводит к перестройке почвенной биоты, что вызывает изменение режима азотистых соединений и, прежде всего, снижение азот-минерализующей способности почв [6, 7]. В исследованиях на серых лесных почвах Омского Прииртышья [8] выявлена зависимость различий в содержании нитратов при разных приёмах зяблевой обработки от гидротермических условий. В засушливые периоды увеличивалось содержание нитратов при безотвальной обработке, а во влажные – при вспашке. Автор объясняет это различиями создающихся агрофизических условий. Подтверждение сказанному находим и в исследованиях на серой лесной почве Прибайкалья, где под кукурузой в засушливые годы интенсивнее накапливался нитратный азот по поверхностной и безотвальной обработке, а в умеренные и влажные – по вспашке [9]. В зоне сухой степи Поволжья количество NO_3 в почве за 6 лет опыта под посевами зерновых в зерновом звене севооборота достоверно больше при вспашке, чем по энергосберегающим обработкам [10].

Большой научный интерес представляют результаты длительных полевых исследований Т.С. Мальцева на Шадринском опытном поле. М.А. Глухих и А.А. Калганов [11] отмечают, что при разных приёмах основной обработки определяющую значимость в накоплении нитратов имеют условия влагообеспечения. Так, в засуху в метровом слое чернозёма обыкновенного тяжелосуглинистого солонцеватого в первом поле зернопарового севооборота на отвальной зяби содержалось 56 кг/га нитратного азота, плоскорезной мелкой – 75, во втором поле соответственно 48 и 61, в третьем – 46 и 79 кг/га. Даже на выщелоченном чернозёме степной зоны при

переувлажнении на отвальной зяби в слое 0–100 см обнаружено 34 кг/га нитратного азота, плоскорезной мелкой – 72, без основной обработки – 64 кг/га.

Имеются и результаты исследований на чернозёмах Западной Сибири, где приёмы основной обработки почвы не показали существенной разницы в количестве доступного формы азота по разным приёмам основной обработки [12–13]. Это косвенно подтверждается одинаковой урожайностью зерновых культур при изученных обработках почвы.

Цель наших исследований – изучение азотного режима почвы и продуктивности зерновых культур по разным предшественникам и фонам химизации в полевом севообороте при длительной минимизации основной обработки черноземов выщелоченных в лесостепи Приобья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в период 2002–2018 гг. в многофакторном стационарном полевом опыте СибНИИЗиХ Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН на территории ОПХ «Элитное» Новосибирской области (центральная лесостепная подзона), заложенном в 1981 г.

Почва в опыте – среднесплодный выщелоченный черноземом среднесуглинистого гранулометрического состава. Мощность гумусового горизонта – 39 см. Содержание гумуса в слое 0–20 см – 6,0%, общего азота – 0,34%, валового фосфора – 0,30%, подвижного фосфора (по Чирикову) и калия – 200 и 97 мг/кг почвы соответственно.

За период исследований прошло 8 полных ротаций зернопарового севооборота, из которых две ротации севооборот был пятипольный (пар – пшеница – пшеница – овес (ячмень) – пшеница), а с 1991 г. – четырехпольный (пар – озимая рожь – пшеница – пшеница). С 2007 г. севооборот имеет вид: пар – пшеница – пшеница – пшеница.

В период исследований в четырёхпольном зернопаровом севообороте выращивалась яровая пшеница сорта Новосибирская 29. Исследования проводили в следующих вариантах механической обработки почвы: 1) вспашка в пару на 25–27 см, а под вторую и третью культуры после пара на 20–22 см; 2) безотвальная обработка стойками СибИМЭ в пару на 25–27 см, под вторую и третью культуры после пара на 20–22 см; 3) минимальная обработка культиватором «Степняк» на глубину 10–12 см под все культуры; 4) «нулевая» обработка – без зяблевой обработки.

В поперечном направлении к основным обработкам методом расщепленных делянок накладывались варианты с разными химическими средствами интенсификации: 1) экстенсивный фон (без средств химизации); 2) интенсивный фон (фосфорсодержащие удобрения в пару в дозе P_{120} на ротацию севооборота, N_{60} под вторую и N_{90} под третью культуры после пара + гербициды + фунгициды + инсектициды). На этом фоне в посевах яровой пшеницы в фазу кущения против мятликовых сорняков применяли гербицид Пума-Супер (0,8 – 1 л/га), против двудольных в разные годы – Гранстар (20 г/га), Эланта-Премиум (0,8 л/га) или Супер-Диален (0,8 л/га). В паровом поле на интенсивном фоне с целью снижения засоренности одну механическую обработку заменяли химической прополкой гербицидом (Раундап).

Для климата территории Западной Сибири характерна резкая континентальность, что проявляется в больших амплитудах и быстрой смене температур между самым холодным и самым теплым месяцами. Средняя температура самого холодного месяца, января, -21°C , самого теплого, июля, $+17...+20^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температур составляет -46°C , максимум $+39^{\circ}\text{C}$ [1]. Сумма положительных температур выше 10°C за период вегетации 1770 – 1860 $^{\circ}\text{C}$. Безморозный период в среднем имеет продолжительность 110 – 115 дней. Территория региона относится к зоне неустойчивого увлажнения. Средняя годовая сумма осадков составляет 390–450

мм, в том числе за теплый период (май–сентябрь) – 60–70%. Максимум их приходится на июль–август, а минимум – на май–июнь, что нередко является причиной атмосферной и почвенной засухи.

Почвенные образцы отбирали в контрольном варианте (без средств химизации) и анализировали по методу Карпинского-Замятиной в 0,02 н. K_2SO_4 с помощью ионселективного электрода [14].

Экспериментальные данные подвергали статистической обработке с помощью пакета программ СНЕДЕКОР.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Длительными исследованиями в стационарном полевом опыте установлено (табл. 1), что в условиях центральной лесостепи Приобья на чернозёмах выщелоченных перед посевом зерновых культур по различным приемам подготовки пара больше всего в метровом слое почвы нитратов обнаружено в черном пару со вспашкой (150 кг/га). Несколько меньше минерального подвижного азота в вариантах с почвозащитными обработками на разную глубину (132–141 кг/га). Самое низкое количество нитратов перед посевом обнаружено в варианте без основной обработки (124 кг/га). Следует отметить, что эти различия обусловлены в основном содержанием нитратов в слое 40–100 см. По паровому предшественнику со вспашкой и безотвальной обработкой количество их заметно меньше в вариантах с минимальной и «нулевой» обработкой. При этом в изучаемых вариантах парового предшественника содержание нитратного азота в корнеобитаемом слое 0–40 см перед посевом зерновых культур варьировало в незначительных пределах (76–87 кг/га).

Перед посевом пшеницы второй культурой после пара содержание нитратного азота в метровом слое почвы по вспашке (79 кг/га) было также несколько больше, чем в вариантах с почвозащитными обработками (61–64 кг/га). На заключительной пшенице от-

Таблица 1

Запасы нитратного азота в почве перед посевом яровой пшеницы при разных уровнях минимизации основной обработки в полевом севообороте (2002 – 2018 гг.), кг/га
Stocks of nitrate nitrogen in the soil before sowing spring wheat at different levels of minimization of the main cultivation in the field crop rotation (2002 - 2018), kg / ha

Яровая пшеница	Слой почвы, см	Система основной обработки почвы			
		вспашка	безотвальная	минимальная	«нулевая»
Первая культура (перед посевом)	0–40	87,3	78,4	79,3	75,7
	40–100	63,0	62,7	52,2	48,3
	0–100	150,3	141,1	131,5	124,0
Вторая культура (перед посевом)	0–40	36,5	30,5	33,8	34,5
	40–100	42,2	30,6	29,8	27,9
	0–100	78,7	61,1	63,6	62,4
Третья культура (перед посевом)	0–40	31,5	33,7	34,1	32,4
	40–100	24,4	23,0	23,8	24,6
	0–100	55,9	56,7	57,3	57,2
Первая культура (перед уборкой)	0–40	27,5	25,2	22,3	22,0
	40–100	27,4	22,3	18,6	21,2
	0–100	54,9	47,5	40,9	43,2
Вторая культура (перед уборкой)	0–40	16,7	17,8	17,3	16,9
	40–100	15,9	13,8	14,3	13,8
	0–100	32,6	31,5	31,6	30,7
Третья культура (перед уборкой)	0–40	13,8	14,0	16,3	15,9
	40–100	13,0	12,8	13,2	12,4
	0–100	26,8	26,8	29,5	28,3

мечалось минимальное количество азота в почве (56–57 кг/га), которое не зависело от изучаемых систем обработки почвы. К концу вегетации зерновых культур содержание нитратов закономерно снижалось в сравнении с исходным. Перед уборкой зерновых культур по различным приемам подготовки пара содержание элемента в верхнем метровом профиле составило 41–55 кг/га, а по зерновым предшественникам еще меньше – 27–33 кг/га.

Исследованиями установлено, что по паровому предшественнику при значительных исходных запасах нитратного азота урожайность зерновых культур на экстенсивном фоне (3,0–3,21 т/га) значительно больше, чем по зерновым предшественникам (1,02–1,79 т/га). При этом отмечалось снижение рассматриваемого показателя от черного пара со вспашкой (3,21 т/га) к вариантам с почвозащитными обработками (3,09–3,10 т/га).

На повторных посевах урожайность пшеницы на экстенсивном фоне по вспашке (1,26–1,79 т/га) была существенно выше, чем по из-

учаемым вариантам минимизации основной обработки почвы (1,02–1,55 т/га). Однако в целом она была небольшой, что обусловлено следующими причинами. Во-первых, по зерновым предшественникам на экстенсивном фоне отмечался резкий дефицит нитратного азота в почве, который усиливался к концу ротации, о чём выше было достаточно подробно изложено.

Наряду с дефицитом азотного питания в почве негативное воздействие на урожайность яровой пшеницы имели засоренность посевов, а также инфекционные болезни растений культуры. В частности, по нашим данным, засоренность второй культуры после пара за 2007-2018 гг. исследований по зяблевой вспашке составила перед уборкой 8,1%, т.е. не превышала допустимого порога вредоносности. В вариантах опыта с почвозащитными зяблевыми обработками засоренность посевов была существенно выше (11,8–16,2%). Засоренность же в заключительном поле на экстенсивном фоне была значительной и составила по вспаш-

ке 16,9%, по зяблевым почвозащитным обработкам – 21,3–28,9 и «нулевой» обработке – 31,3%.

Урожайность зерновых культур по паровому предшественнику на интенсивном фоне в сравнении с экстенсивным была выше на 28–30%. Это обусловлено сбалансированным азотно-фосфорным питанием за счет внесения фосфорных удобрений в дозе P_{120} в пару

на ротацию севооборота. Большое значение в повышении продуктивности имела борьба с вредными объектами, особенно с инфекционными болезнями пшеницы. В связи с указанными обстоятельствами урожайность зерна по паровому предшественнику на интенсивном фоне была наибольшей (3,96–4,02 т/га). При этом значимость приемов подготовки

Таблица 2

Урожайность яровой пшеницы в севообороте при разных системах основной обработки почвы и уровнях химизации (2001–2018 гг.), т/га
Yield of spring wheat in crop rotation under different systems of primary tillage and levels of chemicalization (2001–2018), t / ha

Система основной обработки почвы	Уровень химизации	Культура в севообороте			В среднем по севообороту
		по пару	2-я культура после пара	3-я культура после пара	
Вспашка	1	3,21	1,79	1,26	1,57
	2	3,98	3,60	3,10	2,67
Безотвальная	1	3,10	1,55	1,06	1,43
	2	4,02	3,55	2,97	2,64
Минимальная	1	3,10	1,51	1,09	1,43
	2	3,97	3,48	2,95	2,60
«Нулевая»	1	3,09	1,44	1,02	1,39
	2	3,96	3,40	2,96	2,58
НСР ₀₅	Обработка	0,19	0,15	0,13	
	Химизация	0,17	0,24	0,21	

Примечание. 1 – экстенсивная технология; 2 – интенсивная технология.

Note. 1 – technology, 2 – intensive technology.

пара в формировании продуктивности культуры сглаживалась (табл. 2).

На интенсивном фоне резко возрастала урожайность пшеницы по зерновым предшественникам. Так, сбор зерна второй культуры после пара по вспашке (3,60 т/га) в 2 раза выше, чем в контроле (1,79 т/га). По безотвальной (3,55 т/га), минимальной (3,48 т/га), «нулевой» (3,40 т/га) обработкам урожайность повышалась соответственно в 2,3; 2,3 и 2,4 раза. Аналогичная ситуация по урожайности зерна на этом фоне была и на заключительной пшенице.

В результате анализа и обобщения многолетних экспериментальных данных выявлено, что изучаемые приемы подготовки пара за счет химических средств интенсификации земледелия увеличивали сбор зерна на 28–30%. Урожайность пшеницы по зерновым

предшественникам на экстенсивном фоне по вспашке была существенно выше, чем по вариантам с минимизацией основной обработки почвы. На интенсивном фоне по зерновым предшественникам урожайность этой культуры увеличивалась в 2,0–2,9 раза в сравнении с фоном без средств химизации независимо от изучаемых систем механической обработки почвы.

ВЫВОДЫ

1. В длительных стационарных исследованиях (2002–2018 гг.) на чернозёме выщелоченном лесостепи Приобья в поле первой культуры лучшее азотное питание обеспечивал черный пар со вспашкой. Ресурсосберегающие технологии механической обработки в пару несколько снижали накопление нитратного

азота в почве. На повторных посевах отмечался острый дефицит азотного питания, который усиливался к заключительной пшенице севооборота.

2. Наиболее высокий общий уровень урожая пшеницы независимо от варианта обработки почвы как на экстенсивном (3,09–3,21 т/га), так и на интенсивном (3,96–4,02 т/га) фонах получен по пару. На повторных посевах урожайность пшеницы на экстенсивном фоне по

вспашке (1,26–1,79 т/га) была существенно выше, чем по вариантам минимизации (1,02–1,55 т/га). При оптимизации минерального питания растений и фитосанитарной ситуации посевов продуктивность пшеницы по зерновым предшественникам в полях севооборота увеличивалась в 2,0–2,9 раза без существенных различий по вариантам обработки почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области* / В.И. Кирюшин, А.Н. Власенко, В.К. Каличкин [и др.]. – Новосибирск, 2002. – 338 с.
2. *Кирюшин В.И.* Минимизация обработки почвы: итоги дискуссии // *Земледелие*. – 2007. – № 4. – С. 28 – 30.
3. *Каличкин В.К.* Минимальная обработка почвы в Сибири: проблемы и перспективы // *Земледелие*. – 2008. – № 5. – С. 24 – 26.
4. *Пыхтин И.Г.* Обработка почвы: действительность и мифы // *Земледелие*. – 2017. – № 1. – С. 33 – 38.
5. *Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В.* Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории Европейской части Российской Федерации // *Земледелие*. – 2017. – № 2. – С. 10 – 13.
6. *Гамзиков Г.П.* Азот в земледелии Западной Сибири. – М.: Наука, 1981. – 267 с.
7. *Холмов В.Г., Юшкевич А.В.* Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. – Омск: Изд.-во ФГОУ ОмГАУ, 2006. – 195 с.
8. *Ситников А.М.* Обработка и плодородие чернозёмных и серых лесных почв: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 1979. – 44 с.
9. *Дьяченко Е.Н.* Подвижный азот в серой лесной почве в зависимости от её основной обработки и применения удобрений в Прибайкалье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2009. – 17 с.
10. *Перспективные приёмы обработки почвы в сухостепной зоне Поволжья* / Ф.П. Четвериков, Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, И.С. Полетаев. – Саратов, 2017. – 200 с.
11. *Глухих М.А., Калганов А.А.* Терентий Семёнович Мальцев. Идеи и многолетние научные исследования. – Челябинск, 2018. – 254 с.
12. *Коротких Н.А., Власенко Н.Г., Костючик С.П.* Динамика содержания нитратного азота в почве под посевом пшеницы, возделываемой по No-Till в лесостепи Западной Сибири // *Агрохимия*. – 2016. – № 7. – С. 12 – 18.
13. *Власенко А.Н., Власенко Н.Г.* Влияние технологии No-Till на содержание питательных элементов в чернозёме выщелоченном лесостепи Западной Сибири // *Земледелие*. – 2016. – № 3. – С. 17–19.
14. *Чагина Е.Г., Берхин Ю.И., Головин В.А.* Определение нитратов в почве селективным электродом: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1980. – 10 с.

REFERENCES

1. Kirjushin V.I., Vlasenko A.N., Kalichkin V.K. *Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledelija Novosibirskoj oblasti* (Adaptive-landscape farming systems of the Novosibirsk region), Novosibirsk, 2002, 338 p.
2. Kirjushin V.I. Minimizacija obrabotki pochvy: itogi, *Zemledelie*, 2007, No. 4, pp. 28 – 30. (In Russ.)
3. Kalichkin V.K. Minimal'naja obrabotka pochvy v Sibiri: problemy i perspektivy, *Zemledelie*, 2008, No. 5, pp. 24 – 26. (In Russ.)
4. Pyhtin I.G. Obrabotka pochvy: dejstvitel'nost' i mify, *Zemledelie*, 2017, pp. 33 – 38. (In Russ.)

5. Cherkasov G.N., Pyhtin I.G., Gostev A.V. Areal primeneniya nulevyh i poverhnostnyh obrabotok pri vozdeleyvanii kolosovyh kul'tur na territorii Evropejskoj chasti Rossijskoj Federacii, *Zemledelie*, 2017, No. 2, pp. 10 – 13. (In Russ.)
6. Gamzikov G.P. *Azot v zemledelii Zapadnoj Sibiri* (Nitrogen in the agriculture of Western Siberia), Moscow: Nauka, 1981, 267 p.
7. Holmov V.G., Jushkevich A.V. *Intensifikacija i resursosberezhenie v zemledelii lesostepi Zapadnoj Sibiri* (Intensification and Resource Saving in Agriculture of the Forest-Steppe of Western Siberia), Omsk: Izd. FGOU OmGAU, 2006, 195 p.
8. Sitnikov A.M. *Obrabotka i plodorodie chernozjomnyh i seryh lesnyh pochv* (Processing and fertility of chernozem and gray forest soils), Extended abstract of candidate's thesis, Omsk, 1979, 44 p.
9. D'jachenko E.N. *Podvizhnyj azot v seroj lesnoj pochve v zavisimosti ot ejo osnovnoj obrabotki i primeneniya udobrenij v Pribajkal'e* (Mobile nitrogen in gray forest soil, depending on its main processing and fertilizer application in the Baikal region), Extended abstract of candidate's thesis, NGAU, 2009, 17 p.
10. Chetverikov F.P., Denisov E.P., Solodovnikov A.P., Poletaev I.S., *Perspektivnye prijomy obrabotki pochvy v suhostepnoj zone Povolzh'ja* (Promising methods of tillage in the dry-steppe zone of the Volga region), Saratov, 2017, 200 p.
11. Gluhih M.A., Kalganov A.A. *Terentij Semjonovich Mal'cev. Idei i mnogoletnie nauchnye issledovanija* (Terenty Semenovich Maltsev. Ideas and years of research), Cheljabinsk, 2018, 254 p.
12. Korotkih N.A., Vlasenko N.G., Kostjuchik S.P. Dinamika sodержaniya nitratnogo azota v pochve pod posevom pshenicy, vozdeleyvaemoj po No-Till v lesostepi Zapadnoj Sibiri, *Agrohimija*, 2016, No. 7, pp.12 – 18. (In Russ.)
13. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G. Vlijanie tehnologii No-Till na sodержanie pitatel'nyh jelementov v chernozjome vyshhelochennom lesostepi Zapadnoj Sibiri, *Zemledelie*, 2016, No. 3, pp. 17-19. (In Russ.)
14. Chagina E.G., Berhin Ju.I., Golovin V.A. *Opredelenie nitratov v pochve selektivnym jelektrodom* (Determination of nitrates in the soil by a selective electrode), Metod. rekomendacii, Novosibirsk, 1980, 10 p.