

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРЕДШЕСТВЕННИКА НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

В. В. Заболотских, кандидат сельскохозяйственных наук
Я. П. Наздрачѐв, аспирант
С. А. Журик, магистр

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева», Шортанды, Казахстан
 E-mail: zabolotskih_vladimir@mail.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, обработка почвы, продуктивная влага, структурное состояние почвы, плотность почвы, предшественник, No-till

Реферат. Исследования проводили в 2010–2016 гг. на чернозѐме южном карбонатном Акмолинской области в двух пятипольных севооборотах. Схема опыта включала следующие варианты обработки почвы: глубокая плоскорезная ПГ-3–5 (на глубину 25–27 см), мелкая плоскорезная КПШ-9 (на 10–12 см), щелевание ЩР-4,5 (на 25–27 см) и вариант No-till. Максимальные запасы влаги в слое почвы 0–100 см за 7 лет наблюдались в вариантах с глубокой плоскорезной обработкой и щелеванием: соответственно по пару – 115,6 и 112,6, по гороху – 108,5 и 105,4 мм. Минимальное количество влаги (80,4 мм) было отмечено в варианте No-till в плодосменном севообороте. Плотность пахотного слоя почвы чернозѐма южного карбонатного перед посевом яровой пшеницы соответствовала оптимальным значениям. Так, в вариантах с механическими обработками плотность пахотного слоя колебалась от 1,23 до 1,26 г/см³, в варианте No-till составляла 1,31 г/см³. Содержание ценных агрегатов в вариантах с глубокими и мелкими механическими обработками было в пределах 70,9–75,6%, в то же время при отсутствии механической обработки почвы (No-till) данный показатель снижался до 64,5–61,5%. Урожайность яровой пшеницы, высеваемой по пару, изменялась в пределах 1,70–1,82 т/га и не зависела от варианта обработки почвы. В сравнении с паром возделывание пшеницы после гороха снизило сбор зерна, независимо от обработки почвы, на 0,12–0,27 т/га. В вариантах с механической обработкой почвы отсутствовали достоверные различия в урожайности между первой и второй культурами зернопарового севооборота. В системе No-till отмечено достоверное снижение урожайности пшеницы на 0,24 т/га.

THE IMPACT OF SOIL TILLAGE AND FORECROP ON AGRICULTURAL PHYSICAL PARAMETERS AND CROP YIELD OF SPRING WHEAT IN THE NORTHERN PART OF KAZAKHSTAN

Zabolotskih V.V., Candidate of Agriculture
 Nazdrachev Ia.P., PhD-student
 Zhurik S.A., MSc-student

A.I. Barayev research and production centre for grain farming
 Shortandy, Kazakhstan

Key words: spring wheat, soil tillage, fertile moisture, structural soil status, soil density, forecrop, No-till.

Abstract. The research was carried out on the carbonate black soil of Akmola region in two five-field crop rotations in 2010-2016. The scheme of the experiment included the following ways of soil tillage: deep flat-cutting DF-3-5 (at a depth of 25-27 cm), surface flat-cutting KPSSH-9 (at 10-12 cm),

para ploughing SHR-4.5 (at 25-27 cm) and No-till . The researchers observed the highest moisture reserves in the soil layer of 0-100 cm for 7 years in the variants with deep flat-cutting tillage and para ploughing: 115.6 and 112.6 on steam, 108.5 and 105.4 mm on pea. The lowest amount of moisture (80.4 mm) was observed in No-till treatment. The density of the arable soil layer of the southern carbonate black soil before spring wheat sowing corresponded to the appropriate values. When experiencing mechanical treatment, the density of arable layer varied from 1.23 to 1.26 g/cm³; in No-till variant it was 1.31 g/cm³. The concentration of valuables in the variants with deep and surface mechanical tillage varied within 70.9-75.6%, when No-till method was applied, the parameter reduced to 64.5 - 61.5%. The yields of spring wheat sown on steam varied within 1.70 - 1.82 t/ha and did not depend on the soil tillage., Regardless the soil treatment, cultivation of wheat after peas reduced grain harvest on 0.12 - 0.27 t/ha in comparison with steam variant. The authors didn't observe reliable differences in the crop yield between the first and second crops of grain-steamed crop rotation when applying mechanical soil tillage. In the No-till system there was a reliable decrease in wheat yield on 0.24 t/ha.

Обработка почвы в системе земледелия рассматривается как мощный фактор воздействия на свойства почвы и почвенные режимы, одновременно решая задачи разуплотнения пахотного слоя и борьбы с сорняками [1, 2]. Повсеместное ориентирование современного производства на ресурсосбережение и экологизацию снижает роль обработки как регулятора почвенного плодородия [3, 4]. Частично функции обработки почвы выполняются благодаря правильному построению севооборотов, а также расширению набора культур в структуре полеводства – диверсификации [5].

Возможность минимизации обработки почвы или полный переход на No-till зависит от зоны возделывания, типа почвы, её гранулометрического и минералогического состава, а также склонности к переуплотнению. Известно, что для каждой культуры существует оптимальный диапазон плотности сложения почвы, за пределами которого резко снижается продуктивность [6]. Поэтому для рентабельного ведения хозяйства необходим рациональный выбор технологии обработки почвы под каждую культуру севооборота [7–9].

Цель исследований – изучить влияние технологии обработки почвы и предшественника на агрофизические показатели почвы и продуктивность яровой пшеницы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В условиях засушливой степи, на территории землепользования Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева (50°64'N; 71°02'E), в течение семи лет (2010–2016 гг.) проводилось изучение длительного применения различных технологий обработки почвы на продуктивность яровой пшеницы. Почва – чернозем южный карбонатный тяжелосуглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса 3,6, валового азота – 0,2 и валового фосфора – 0,1%. На полевом стационаре лаборатории точного земледелия изучалось влияние приемов обработки на динамику запасов в почве продуктивной влаги, её структурное состояние, плотность пахотного слоя, урожайность яровой пшеницы. Схема опыта включала следующие варианты обработки почвы: глубокая плоскорезная ПП-3–5 (на глубину 25–27 см), мелкая плоскорезная КПШ-9 (на 10–12 см), щелевание ЩР-4,5 (на 25–27 см) и вариант No-till, введенный в стационар с 2004 г. Исследования проводились в двух пятипольных севооборотах: зернопаровом (пар – пшеница – пшеница – рапс – пшеница) и плодосменном (горох – пшеница – пшеница – рапс – пшеница). В опытах высевалась яровая мягкая пшеница сорта Акмола 2, агротехника в опыте – общепринятая для зоны проведения исследований. Все наблюдения проводились согласно методике полевых и лабораторных

исследований [10]. Полученные данные были статистически обработаны с применением пакета программ SNEDECOR.

Регион исследований относится к зоне рискованного земледелия и отличается значительными колебаниями как количества атмосферных осадков, так и показателей температурного режима. Период исследований охватил всё разнообразие метеорологических

условий и их воздействий на урожайность изучаемой культуры. Характеристика основных метеорологических показателей периода исследований представлена в табл. 1.

Анализ гидротермических условий показывает, что за период исследований два года были острозасушливыми (2010 и 2012 гг.), три (2013–2015 гг.) – близки к среднегодовым значениям и два (2011 и 2016 гг.)

Таблица 1

**Метеорологические условия в период проведения исследований
Meteorological conditions in the period of experiment and research**

Сельскохозяйственный год (сентябрь–август)	Сумма атмосферных осадков за год, мм	Сумма атмосферных осадков за вегетационный период*, мм	Средняя температура воздуха за вегетационный период, °С	Сумма температур выше 0 °С	ГТК за вегетационный период (по Г. Т. Селянину)
2009/10	198,7	49,0	20,4	1861	0,3
2010/11	300,0	162,3	18,6	1697	1,0
2011/12	207,1	100,7	20,5	1875	0,5
2012/13	398,7	139,8	19,2	1813	0,8
2013/14	427,4	148,0	19,9	1797	0,8
2014/15	415,9	156,1	19,4	1762	0,9
2015/16	326,3	156,0	17,6	1600	1,0
Среднегодовое значение (1936–2016 гг.)	319,4	134,7	18,5	1691	0,8

* Вегетационный период – июнь, июль, август.

* Vegetation period includes June, July, August

оказались достаточно увлажненными. Такие значительные колебания погодных условий обусловили существенные изменения показателей почвенного плодородия и продуктивности яровой пшеницы в изучаемых вариантах обработки почвы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основным лимитирующим фактором в условиях засушливой степи является влагообеспеченность, поэтому все элементы технологий должны быть направлены на максимально возможное сохранение и рациональное использование почвенной влаги растениями. Результаты наблюдений за содержанием продуктивной влаги к посеву пшеницы показали, что независимо от условий года влагообеспеченность по паровому предшествен-

нику была достоверно выше, чем по гороху (табл. 2). Максимальные запасы влаги в слое почвы 0–100 см были сформированы под влиянием глубокой плоскорезной обработки и целивания. В среднем за семь лет содержание влаги в данных вариантах соответственно составляло: по чистому пару – 115,6 и 112,6, по гороху – 108,5 и 105,4 мм. Следует также отметить, что по варианту No-till разница между паровым предшественником и горохом была более 20 мм, тогда как в вариантах с механическими обработками она не превышала 7–9 мм. При этом особенно заметно различия проявились в острозасушливые 2010 и 2012 гг., когда недобор осадков достигал 38 и 35 % от среднегодовой нормы.

Влажность почвы во многом определяет состояние агрофизических показателей пахотного слоя и в совокупности с ними влияет на

Таблица 2

Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см перед посевом яровой пшеницы, мм
Moisture concentration in the soil layer 0–100 cm before sowing spring wheat, mm

Обработка почвы	Предшественник	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
ПГ-3–5 на 25–27 см	Пар	99,5	115,1	79,1	119,5	123,2	151,0	121,4	115,5
	Горох	99,1	113,5	69,7	116,7	121,4	139,0	100,1	108,5
КПШ-9 на 10–12 см	Пар	94,4	101,1	78,0	105,0	107,4	134,8	112,3	104,7
	Горох	86,2	89,3	65,3	104,6	100,4	130,7	93,4	95,7
ЩР-4,5 на 25–27 см	Пар	97,3	113,8	84,2	109,9	121,8	142,2	118,7	112,6
	Горох	95,8	111,4	68,6	110,1	114,7	138,3	99,2	105,4
No-till	Пар	97,2	115,7	104,1	105,3	100,9	120,0	116,0	108,5
	Горох	62,8	84,1	70,2	86,2	78,3	91,7	89,7	80,4
НСР ₀₅		по фактору «обработка почвы»							6,5
		по фактору «предшественник»							4,6
		для частных средних							9,2

урожайность возделываемых культур. Поэтому наблюдения за плотностью почвы при изучении приемов обработки почвы имеют особое значение. Общеизвестно, что плотность почвы является функцией структуры и микроструктуры, а также зависит от гранулометрического состава почвы, содержания в ней гумуса и приемов механической обработки.

Наблюдения за плотностью подтвердили ее зависимость от приема обработки почвы. Установлено, что снижение интенсивности механического воздействия на почву приводит к существенному уплотнению пахотного слоя, причем при полном отказе от обработки (вариант No-till) – вплоть до значений её равновесного состояния – 1,31 г/см³ (табл. 3). По результатам эксперимента не выявлено влияние изучаемых предшественников на состояние уплотнения пахотного слоя. Изменение данного показателя происходило под воздействием метеорологических условий отдельных лет с общей тенден-

цией для всех изучаемых вариантов. Наиболее рыхлым сложением (1,23–1,24 г/см³) независимо от условий года отличался вариант глубокой плоскорезной обработки. По-видимому, интенсивное воздействие орудия в горизонтальном и вертикальном направлениях способствовало равномерному разуплотнению всего обрабатываемого слоя.

Плотность почвы в вариантах мелкой плоскорезной обработки и щелевания в среднем за 7 лет составила 1,26 г/см³, однако механизм формирования данного показателя между вариантами принципиально отличается. Так, в варианте мелкой обработки интенсивному рыхлению подвержен слой 0–10 см, а плотность почвы в подпахотных слоях резко увеличивается. При щелевании почвы происходят более объемные деформации и разуплотнение слоя до глубины 30 см в местах нарезки щелей, при этом плотность в межщелевых пространствах практически не меняется.

Таблица 3

Плотность пахотного слоя (0–30 см) перед посевом яровой пшеницы, г/см³
Density of arable soil layer (0–30 cm) before sowing spring wheat, g/cm³

Обработка почвы	Предшественник	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
ПГ-3-5, на 25–27 см	Пар	1,18	1,16	1,22	1,29	1,23	1,27	1,27	1,23
	Горох	1,21	1,20	1,27	1,27	1,23	1,30	1,20	1,24
КПШ-9, на 10–12 см	Пар	1,21	1,18	1,27	1,26	1,27	1,33	1,30	1,26
	Горох	1,24	1,23	1,28	1,30	1,23	1,33	1,21	1,26
ЩР-4,5, на 25–27 см	Пар	1,23	1,25	1,25	1,27	1,25	1,33	1,26	1,26
	Горох	1,24	1,25	1,27	1,28	1,24	1,31	1,21	1,26
No-till	Пар	1,28	1,31	1,31	1,33	1,27	1,33	1,32	1,31
	Горох	1,29	1,30	1,31	1,34	1,27	1,34	1,29	1,31
НСР ₀₅		по фактору «обработка почвы»							0,02
		по фактору «предшественник»							0,01
		для частных средних							0,03

Данные отличия подтверждаются содержанием продуктивной влаги перед посевом (см. табл. 2), где показатели увлажнения по фону шелевания были достоверно выше варианта с мелкой плоскорезной обработкой. Кроме этого, влияние на запас влаги оказывало состояние фона. Поверхность почвы после уборки гороха в вариантах No-till, лишенная стерневого покрова, не способствовала накоплению снега, в результате чего к посеву пшеницы дефицит влаги, израсходованной предшественником, не восстанавливался.

Полный отказ от обработки почвы в системе No-till сформировал плотность пахотного слоя на уровне 1,31 г/см³ независимо от предшественника. Также следует отметить более стабильные по годам исследования показатели плотности по данному варианту

в сравнении с различными механическими обработками почвы.

Одним из важных агрофизических показателей пахотного слоя, оказывающих влияние на плодородие почвы, является его структурное состояние, которое можно охарактеризовать количеством агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 10 мм. Механическая обработка почвы принимает непосредственное участие в формировании почвенной структуры посредством крошения, рыхления и перемешивания почвенных отдельностей, изменяя водный, воздушный и тепловой режимы.

Исследования показали, что систематическое применение механической обработки способствовало некоторому улучшению почвенной структуры. В среднем за 7 лет на-

Таблица 4

Содержание агрономически ценных агрегатов (0,25–10 мм) в слое 0–10 см перед посевом яровой пшеницы, %
Concentration of agricultural valuables (0.25–10 mm) in the layer 0–10 cm before sowing spring wheat, %

Обработка почвы	Предшественник	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
ПГ-3–5 на 25–27 см	Пар	58,1	83,8	74,5	77,0	76,9	81,2	78,0	75,6
	Горох	45,3	79,1	72,4	71,7	76	75,9	77,8	71,2
КПШ-9 на 10–12 см	Пар	35,8	80,0	69,7	79,0	75,7	80,6	78,6	71,3
	Горох	37,3	82,7	77,9	78,4	76,7	79,4	79,3	73,1
ЩР-4,5 на 25–27 см	Пар	57,3	81,4	75,2	81,0	76,1	72,4	79,4	74,7
	Горох	48,3	80,4	69,0	68,3	72,9	80,3	76,8	70,9
No-till	Пар	38,1	68,0	69,6	56,9	74,0	71,0	74,2	64,5
	Горох	34,3	76,1	60,4	53,4	68,4	66,2	71,9	61,5
НСР ₀₅		по фактору «обработка почвы»							3,6
		по фактору «предшественник»							3,5
		для частных средних							5,1

блюдений количество ценных агрегатов в вариантах с обработками изменялось в пределах 70,9–75,6%, в то же время при отсутствии обработки данный показатель снижался до 64,5–61,5%, что в первую очередь связано с уплотнением почвы и увеличением содержания в ней глыбистой фракции более 10 мм (табл. 4). Тем не менее содержание агрономически ценных агрегатов по изучаемым технологиям обработки почвы находилось в пределах одной градации, которая относится к категории хорошей [11].

Особое значение в формировании почвенной структуры имеют гидротермические условия весеннего периода. Так, после малоснежной зимы и засушливого весенне-

го периода 2010 г., при низком содержании почвенной влаги к посеву, отмечалось ухудшение почвенной структуры независимо от технологии обработки почвы. Иссущение и усадка почвы способствовали формированию агрегатов глыбистой, а при разрушении глыб – пылевой фракции. При этом содержание в почве ценных агрегатов было снижено – 34,3–58,1%. Положительное влияние парового предшественника на содержание в почве ценных агрегатов отмечено по фону глубокой плоскорезной обработки, по остальным вариантам различия находились в пределах ошибки.

Обобщающим показателем качества технологий обработки почвы является

Таблица 5

Урожайность пшеницы в зависимости от технологии обработки почвы и предшественника (2010–2016 гг.)
Spring wheat yield in relation to the technology of soil tillage and forecrop (2010–2016)

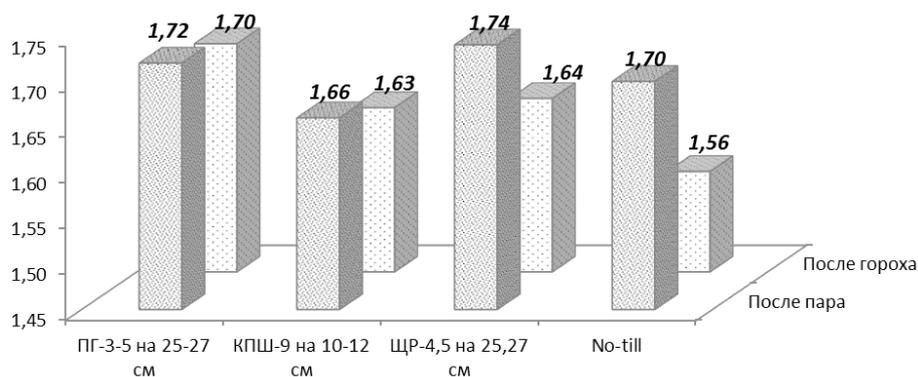
Обработка почвы	Предшественник	Урожайность, т/га			Последствие предшественника на второй культуре, ± к первой
		первой пшеницы	второй пшеницы	средняя	
ПГ-3-5 на 25–27 см	Пар	1,77	1,68	1,73	– 0,09
	Горох	1,64	1,76	1,70	0,12
КПШ-9 на 10–12 см	Пар	1,70	1,63	1,67	– 0,07
	Горох	1,58	1,68	1,63	0,10
ЩР-4,5 на 25–27 см	Пар	1,75	1,74	1,75	– 0,01
	Горох	1,67	1,67	1,67	0,0
No-till	Пар	1,82	1,58	1,70	– 0,24
	Горох	1,55	1,57	1,56	0,02
НСР ₀₅ для первой пшеницы		по фактору «обработка почвы»			0,14
		по фактору «предшественник»			0,10
НСР ₀₅ для второй пшеницы		по фактору «обработка почвы»			0,11
		по фактору «предшественник»			0,10

урожайность. Урожайность яровой пшеницы в период исследований сильно зависела от агрометеорологических условий, о чем свидетельствует высокий коэффициент вариации по годам – 55%. В среднем за 7 лет урожайность первой пшеницы по паровому предшественнику изменялась в пределах 1,70–1,82 т/га и существенно не отличалась между вариантами обработок (табл. 5).

На второй культуре прослеживались различия в последствии изучаемых технологий подготовки пара. Если в вариантах с механическими обработками снижение урожайности на второй культуре не превышало 0,1 т/га, то в варианте No-till недобор зерна составлял 0,24 т/га. Более низкая эффективность последствия химического пара была обусловлена, вероятно, отмеченным выше

ухудшением агрофизических показателей почвы, а также условий минерального питания.

Урожайность пшеницы после гороха в вариантах с плоскорезными обработками и No-till в сравнении с паровым предшественником была на 0,12–0,27 т/га ниже, а по фону щелевания различия между предшественниками были статистически незначительными. Следует также отметить, что в годы с достаточной влагообеспеченностью вегетационного периода положительное последствие гороха как предшественника проявлялось на второй год, хотя и на уровне тенденции. В среднем за 7 лет урожайность второй пшеницы после гороха была на 0,02–0,12 т/га выше, чем второй культуры после пара. Это можно объяснить низкой интенсивностью разложения растительных остатков гороха в условиях засушливой степи, в результа-



Влияние обработки почвы и предшественника на урожайность пшеницы
The impact of soil tillage and forecrop on spring wheat yield

те чего элементы питания высвобождаются только на второй год.

Особый интерес представляет анализ усредненной урожайности первой и второй пшеницы по изучаемым предшественникам (рисунок).

Результаты исследований показали, что в звене зернопарового севооборота урожайность пшеницы практически не зависела от приемов обработки, хотя на уровне тенденции преимущество имели глубокая плоскорезная обработка и щелевание (1,72–1,74 т/га).

В звене плодосменного севооборота сохранялась аналогичная тенденция, однако минимальная урожайность (1,56 т/га) была сформирована в варианте No-till и оказалась существенно ниже, чем при глубокой плоскорезной обработке. Анализ данных в разрезе предшественника показал достоверное снижение урожайности пшеницы после гороха в вариантах с применением щелевания и No-till, а варианты плоскорезных обработок существенных различий не имели.

ВЫВОДЫ

1. В условиях засушливой степи оптимальным вариантом, обеспечивающим нако-

пление почвенной влаги, являются глубокие зяблевые обработки почвы, как по пару, так и по непаровому предшественнику.

2. Минимизация обработки почвы приводит к уплотнению пахотного слоя, достигая максимальных значений в системе No-till. Тем не менее во всех изученных вариантах плотность почвы соответствовала оптимальным значениям.

3. В среднем за 7 лет количество ценных почвенных агрегатов находилось в пределах одной градации и не зависело от варианта обработки почвы.

4. Урожайность яровой пшеницы, высеваемой по пару, не зависела от варианта обработки почвы и составляла 1,70–1,82 т/га. В сравнении с паром возделывание пшеницы после гороха снизило урожайность зерна во всех вариантах обработки почвы на 0,12–0,27 т/га. В зернопаровом севообороте при использовании механических обработок различий в урожайности между первой и второй культурами не наблюдалось. В варианте с No-till отмечено снижение урожайности второй пшеницы на 0,24 т/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Влияние систем минимальной обработки, удобрений и защиты растений на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой глееватой почвы* / Б. А. Смирнов, П. А. Котьяк, Е. В. Чебыкина, А. М. Труфанов // Изв. ТСХА. – 2013. – Вып. 1. – С. 85–96.
2. *Белкин А. А., Беседин Н. В.* Влияние обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства почвы и урожайность зерновых культур // Вестн. Курск. ГСХА. – 2010. – Вып. 5, т. 5. – С. 54–57.
3. *Колкова И. А.* Влияние обработки почвы на плодородие и агрофизические свойства [Электрон. ресурс] // Молодой ученый. – 2017. – № 29. – С. 39–42. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/163/45167/> (дата обращения: 22.03.2019).
4. *Lal R., Stewart B. A.* Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems. – London: CRC Press, 2013. – 97 p.
5. *Гулаев В. М., Зудилин С. Н., Гулаева Н. В.* Влияние основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия почвы на посевах сои // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 5 (3). – С. 1090–1092.
6. *Bogomolova Yu. A., Sakov A. P., Ivenin A. V.* Effect of Soil Tillage Systems and Fertilizers on Agrophysical Properties of Soil and the Yield of Spring Wheat in the Volga-Vyatka Region // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2018. – Vol. 66, N 5. – P. 90–97.
7. *Подсевалов М. И., Хайртдинова Н. А.* Влияние обработки почвы и удобрений на агрофизические показатели чернозема выщелоченного и урожайность зернобобовых культур при биологизации севооборотов // Нива Поволжья. – 2012. – № 3 (24). – С. 1822.

8. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Скипин Л.Н. Влияние минимизации обработки на плодородие тёмно-серой лесной почвы в Северном Зауралье // Изв. Оренбург. ГАУ. – 2015. – № 6 (56). – С. 43–47.
9. Dynamics of Agrophysical Properties and Humus Content in Chernozem under the Moldboard, Chisel and Surface Systems of Basic Soil Tillage / A. V. Maltsev, V. P. Kalinichenko, S. A. Shatokhin, A. V. Udalov // Russian agricultural sciences, – 2013. – Vol. 39, N 1. – P. 66–70.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

REFERENCES

1. Smirnov B. A., Kotyak P. A., Chebykina E. V., Trufanov A. M. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2013, Vol. 1, pp. 85–96. (In Russ.)
2. Belkin A. A., Besedin N. V. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2010, pp. 54–57. (In Russ.)
3. Kolkova I. A. *Molodoi uchenyi*, 2017, No. 29, pp. 39–42. (In Russ.)
4. Lal R., Stewart B. A., *Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems*, London: CRC Press, 2013.
5. Gulaev V. M., Zudilin S. N., Gulaeva N. V. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2014, pp. 1090–1092. (In Russ.)
6. Bogomolova Yu. A., Sakov A. P., Ivenin A. V. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2018, No. 5 (66), pp. 90–97. (In Russ.)
7. Podsevalov M. I., Khairtdinova N. A. *Niva Povolzh'ya*, 2012, No. 3 (24), pp. 1822. (In Russ.)
8. Perfil'ev N. V., V'yushina, O. A., Skipin L. N. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, pp. 43–47. (In Russ.)
9. Maltsev A. V., Kalinichenko V. P., Shatokhin S. A., Udalov A. V. Dynamics of Agrophysical Properties and Humus Content in Chernozem under the Moldboard, Chisel and Surface Systems of Basic Soil Tillage, *Russian agricultural sciences*, 2013, No. 1 (39), pp. 66–70. (In Russ.)
10. Dospikhov, B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov isledovaniy)* (Technique of field experience (with bases of statistical processing of results of researches)), 5-e izd., dop. i pererab. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
11. Vadyunina A. F., Korchagina Z. A. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoistv pochv* (Methods for studying the physical properties of soil), Moscow: Agropromizdat, 1986, 416 p.