

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ ВЛАГИ В ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ В НЕВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА И ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

В.И. Усенко, доктор сельскохозяйственных наук,
А.А. Гаркуша, кандидат сельскохозяйственных наук,
Т.А. Литвинцева, кандидат сельскохозяйственных наук,
А.А. Щербакова, научный сотрудник, **И.А. Кобзева**, научный сотрудник

*Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий,
656910, Барнаул, Научный городок, 35
E-mail: aniish@mail.ru*

Исследования проводили с целью изучения изменения запасов продуктивной влаги в выщелоченном малогумусном среднесуглинистом черноземе в невегетационный период яровой пшеницы в зависимости от предшественников и приемов основной обработки почвы. Работу выполняли в 2011–2021 гг. в лесостепи юга Западной Сибири на юго-восточном склоне крутизной 1...2° в севообороте пар – пшеница – овес – пшеница – горох – пшеница и бессменных посевах пшеницы на фонах с нулевой, мелкой (14...16 см) и глубокой (25...27 см) плоскорезными обработками. Запасы влаги в метровом слое почвы осенью определялись предшественниками (65,7 %) и их взаимодействием с обработками (30,9 %). Они снижались от пара (109,2 мм) к гороху (88,1 мм), овсу (82,4 мм) и бессменной пшенице (72,6 мм), а также от глубокой (91,4 мм) к мелкой (88,7 мм) и нулевой (84,0 мм) обработкам. Рано весной влагозапасы определялись в основном обработкой почвы (82,7 %) и меньше предшественником (10,7 %), снижаясь от глубокой (169,4 мм) к мелкой (145,8 мм) и нулевой (118,4 мм), а по предшественникам от пара (156,6 мм) к гороху (144,4 мм), овсу (140,0 мм) и бессменной пшенице (136,9 мм). Аккумуляция зимних осадков почвой снижалась от глубокой (77,9 мм) к мелкой (57,0 мм) и нулевой (34,4 мм) обработкам и увеличивалась от пара (47,5 мм) к гороху (56,3 мм), овсу (57,7 мм) и бессменной пшенице (64,3 мм). К всходам запасы влаги в почве сокращались в зависимости от способа обработки (87,6 %) и снижались от глубокой (120,1 мм) к мелкой (108,5 мм) и нулевой (100,5 мм). Потери влаги весной на необработанном фоне были минимальными (81,2...87,5 мм), на фонах с мелкой и глубокой обработками они повышались (92,8...117,8 и 101,0...135,2 мм), возрастая от бессменной пшеницы к овсу, гороху и пару.

CHANGES IN MOISTURE RESERVES IN LEACHED CHERNOZEM IN THE NON-VEGETATIVE PERIOD, DEPENDING ON THE PRECURSOR AND THE MAIN TREATMENT

Usenko V.I., Garkusha A.A., Litvintseva T.A., Shcherbakova A.A., Kobzeva I.A.

*Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies,
656910, Barnaul, Nauchnyi gorodok, 35
E-mail: aniish@mail.ru*

Studies to study the change in productive moisture reserves in leached low-humus medium loamy chernozem during the non-vegetative period of spring wheat, depending on the predecessors and methods of basic tillage, were carried out in 2011-2021 in the forest-steppe of southern Western Siberia on the southeastern slope of 1-2 o in the crop rotation of pairs – wheat – oats – wheat – peas - wheat and permanent wheat crops on backgrounds with zero, shallow (14...16 cm) and deep (25...27 cm) plane-cutting treatments. Moisture reserves in the meter layer of soil in autumn were determined by precursors (65.7%) and their interaction with treatments (30.9%). They decreased from steam (109.2 mm) to peas (88.1 mm), oats (82.4 mm) and permanent wheat (72.6 mm), and from deep (91.4 mm) to shallow (88.7 mm) and zero (84.0 mm) treatments. In early spring, moisture reserves were determined by treatments (81%), decreasing from deep (169.4 mm) to shallow (145.8 mm) and zero (118.4 mm), and from steam (156.6 mm) to peas (144.4 mm), oats (140.0 mm) and permanent wheat (136.9 mm). The accumulation of winter precipitation by the soil was determined by processing (81.0%), decreasing from deep (77.9 mm) to shallow (57.0 mm) and zero (34.4 mm), and increasing from steam (47.5 mm) to peas (56.3 mm), oats (57.7 mm) and permanent wheat (64.3 mm). By germination, moisture reserves in the soil decreased, depended on processing (87.6%), decreased from deep (120.1 mm) to shallow (108.5 mm) and zero (100.5 mm). Moisture losses in spring on an untreated background were minimal (81.2...87.5 mm), and on backgrounds with shallow and deep treatments were higher (92.8...117.8 and 101.0...135.2 mm), increasing from permanent wheat to oats, peas and steam.

Ключевые слова: продуктивная влага, запасы влаги, выщелоченный чернозем, предшественник, приемы основной обработки почвы

Key words: productive moisture, moisture reserves, leached chernozem, precursor, basic tillage techniques

Влагообеспеченность почвы в условиях Западной Сибири выступает одним из основных ограничивающих продуктивность сельскохозяйственных культур факторов. Поэтому формирование севооборотов и систем основной обработки почвы строится, в том числе с учетом их влияния на накопление и сохранение влаги в почве [1, 2, 3].

Вместе с тем, как показывают результаты многочисленных исследований, влагонакопительная роль предшественников может существенно изменяться в зависимости от условий года и применяемой обработ-

ки почвы [4, 5, 6]. В свою очередь сохранение влаги в почве в допосевной период зависит как от складывающихся погодных условий, так и от фона основной обработки и предшественника [7, 8, 9]. Особенно актуальны эти вопросы в условиях лесостепи юга Западной Сибири, где период от схода снега до всходов культур ярового сева характеризуется чаще всего сильными ветрами, сухостью атмосферного воздуха и резким нарастанием температур при преимущественном дефиците осадков, что создает реальные предпосылки для непроизводительных потерь почвенной влаги [10].

Цель исследований – изучить изменение запасов продуктивной влаги в выщелоченном черноземе в не-вегетационный период яровой пшеницы в зависимости от предшественников и приемов основной обработки почвы в лесостепи юга Западной Сибири.

Методика. Исследование проводили в 2011–2021 гг. на опытном поле Алтайского научно-исследовательского института сельского хозяйства Федерально-го Алтайского научного центра агробиотехнологий в стационарном полевом опыте, заложенном в 2000 г. по следующей схеме:

предшественник (фактор А) – пар, горох, овес, пшеница в севообороте, пшеница при бессменном возделывании;

прием основной обработки почвы (фактор В) – глубокая (25...27 см) плоскорезная (ГПО); мелкая (14...16 см) плоскорезная (МПО); без основной обработки почвы (БО).

Эксперимент реализован в севообороте пар – пшеница – овес – пшеница – горох – пшеница, развернутом во времени и в пространстве, и при бессменном возделывании пшеницы. Пар на фонах с обработками почвы готовили по типу чистого черного, а на фоне без основной обработки – по типу занятого (высевали рапс на маслосемена) с применением до посева или после уборки гербицидов сплошного действия.

Опытный участок расположен на юго-восточном склоне крутизной 1...2°. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный среднесуглинистый с содержанием в пахотном (0...20 см) слое гумуса – 3,8 %. Общая площадь делянок последнего порядка 2552 м², повторность – 3-кратная для полей севооборота и 2-кратная для бессменных посевов пшеницы.

Отбор почвенных образцов проводили поздно осенью перед уходом в зиму, рано весной после схода снега и в начале лета после появления всходов. Подробная методика проведения эксперимента и агротехника, применяемая в опыте, изложены ранее [10, 11].

Количество осадков в осенний период в 2011–2021 гг. варьировало от 47 до 139 мм, или от 67 до 198 % по отношению к климатической норме (табл. 1), в зимний – от 71 до 190 мм (63...170 %), в весенний – от 35 до 118 мм (52...176 %), в летний – от 114 до 240 мм (71...240 %), за год – от 317 до 549 мм (78...136 %). При этом только в переходные периоды (осень и весна) отмечена соответственно сильная ($r = -0,79$) и средняя ($r = -0,62$) отрицательная их связь со среднесуточными температурами, а в остальные периоды она была малозначимой.

Наиболее увлажненными были 2013, 2015 и 2017 сельскохозяйственные годы с суммой осадков 528...556 мм, больше всего осадков осенью выпало в 2015 и 2021 гг. (105...139 мм), зимой – в 2013 и 2020 гг. (190...191 мм), весной – в 2013, 2015 и 2018 гг. (92...118 мм), летом – в 2017 г. (240 мм). Самым засушливым был 2012 г., когда острый дефицит осадков проявлялся в осенне-зимний (71 % от нормы) и весенний (55 %) периоды, а также в июне (21 %).

Результаты и обсуждение. Поздно осенью перед уходом в зиму запасы продуктивной влаги в метровом слое выщелоченного чернозема в среднем по предшественникам и фонам основной обработки составляли 88,1 мм (табл. 2). Их варьирование в опыте определяло действие предшественников (доля вклада 65,7 %) и его В пределах конкретных предшественников влияние приемов обработки на запасы продуктивной влаги в почве перед уходом в зиму проявлялось по-разному. Так, в паровом поле замена глубокой обработки

Табл. 1. Условия влаго- и теплообеспеченности в годы проведения исследований

Год	Период года				Всего
	осень (IX-X)	зима (XI-III)	весна (IV-V)	лето (VI-VIII)	
Сумма атмосферных осадков, мм					
2011	47	152	68	108	375
2012	58	71	37	151	317
2013	80	190	92	187	549
2014	71	129	64	193	457
2015	139	150	94	145	528
2016	82	121	65	189	457
2017	90	167	59	240	556
2018	99	108	118	114	437
2019	59	104	46	132	341
2020	62	191	44	147	444
2021	105	147	35	138	425
Среднее	81	139	65	159	444
Климатическая норма	70	112	67	160	409
Среднесуточная температура воздуха, °С					
2011	8,1	-13,0	10,1	18,2	2,2
2012	9,2	-13,9	10,0	20,8	2,6
2013	8,5	-12,7	7,5	17,7	1,8
2014	6,9	-8,8	9,1	18,8	3,7
2015	5,2	-10,0	9,8	19,2	3,1
2016	7,6	-8,8	9,9	19,3	4,1
2017	6,2	-10,5	9,9	18,6	3,0
2018	6,5	-12,0	6,7	18,7	1,9
2019	8,6	-11,9	8,2	18,7	2,5
2020	9,0	-7,8	13,2	18,8	5,2
2021	7,6	-11,7	10,0	18,4	2,6
Средняя	7,6	-11,0	9,5	18,8	18,2
Климатическая норма	7,0	-11,3	7,9	3,0	2,3

Табл. 2. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в зависимости от предшественников и приемов основной обработки (2011–2021 гг.), мм

Предшественник (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)				НСР ₀₅ для факторов	Доля влияния факторов, %
	ГПО	МПО	БО	среднее		
Осенью перед уходом в зиму						
Пар	122,5	118,8	86,3	109,2	$A = 8,6$ $B = F_{05} < F_{05}^{05}$ $AB = 7,5^{05}$ частных различий = 15,0	$A = 65,7$ $B = 3,4$ $AB = 30,9$
Горох	84,3	88,5	91,5	88,1		
Овес	75,7	79,9	91,5	82,4		
Пшеница	83,3	67,7	66,8	72,6		
Среднее	91,4	88,7	84,0	88,1		
Весной после схода снега						
Пар	188,5	164,3	117,1	156,6	$A = 12,1$ $B = 10,5$ $AB = 10,5$ частных различий = 21,0	$A = 10,7$ $B = 82,7$ $AB = 6,6$
Горох	166,0	147,3	119,9	144,4		
Овес	160,5	138,7	120,9	140,0		
Пшеница	162,5	132,7	115,6	136,9		
Среднее	169,4	145,8	118,4	144,5		
Весной после появления всходов						
Пар	118,8	112,1	101,5	110,8	$A = 7,7$ $B = 6,7$ $AB = 6,7$ частных различий = 13,3	$A = 1,4$ $B = 87,6$ $AB = 11,0$
Горох	118,6	106,2	102,3	109,0		
Овес	115,8	110,3	99,1	108,4		
Пшеница	127,1	105,5	99,2	110,6		
Среднее	120,1	108,5	100,5	109,7		

на мелкую практически не сказывалась на запасах влаги (122,5 и 118,8 мм, или 100 и 97 % соответственно), достоверное снижение которых (до 86,3 мм, или до 70 % от глубокой обработки) отмечено лишь на необработанном фоне после рапса (занятый пар). После гороха и, особенно, овса по мере минимизации обработки отмечали увеличение запасов влаги с 75,7...84,3 до 79,9...88,5 и 91,5 мм (со 100 до 105...106 и 109...121 %). При бесменном возделывании пшеницы переход от глубокой плоскорезной к мелкой и нулевой обработке приводил к уменьшению запасов влаги с 83,3 до 67,7 и 66,8 мм, или со 100 до 81 и 80 % соответственно.

Рано весной после схода снега варьирование запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы определялось в основном действием приемов основной обработки (82,7 %) и в значительно меньшей степени – предшественники (10,7 %) и взаимодействие факторов (6,6 %). По отношению к осеннему сроку определения влагозапасы возрастали в среднем по опыту на 56,4 мм (64 %), в том числе по предшественникам их прирост увеличивался от пара – на 47,4 мм (43 %) к гороху – на 56,3 мм (64 %), овсу – на 57,6 мм (70 %) и бесменной пшенице – на 64,3 мм (89 %), а по приемам обработки снижался от глубокой – на 78,0 мм (85 %) к мелкой – на 57,1 мм (64 %) и нулевой – на 34,4 мм (41 %). Коэффициент использования зимних осадков почвой после пара был равен 0,35, гороха – 0,41, овса – 0,46, бесменной пшеницы – 0,48, на фоне глубокой плоскорезной – 0,59, мелкой – 0,42, нулевой – 0,26.

Различия в эффективности усвоения зимних осадков почвой между обработками еще сильнее возрастали на фоне конкретных предшественников. Так, после пара перед уходом в зиму запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на фоне глубокой плоскорезной обработки составляли 122,5 мм, после мелкой – 118,8 мм, на фоне нулевой – 86,3 мм. Весной к периоду схода снега после пара запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы возросли на фоне глубокой обработки на 66,0 мм, мелкой – на 45,5 мм, на необработанном фоне – на 30,8 мм, или соответственно на 54, 38 и 36 %, по отношению к осени. То есть с уменьшением интенсивности основной обработки после пара эффективность усвоения зимних осадков почвой снижалась в 1,5 раза, а при отказе от обработки – в 2,1 раза. Коэффициент использования зимних осадков почвой после пара на фоне глубокой обработки был равен 0,49, мелкой – 0,35, на необработанном фоне – 0,22.

После гороха перед уходом в зиму запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы мало зависели от обработки, составляя 84,3...91,5 мм. Ко времени схода снега на фоне глубокой обработки они возросли на 81,7 мм, на фоне мелкой – на 58,8 мм, нулевой – на 28,4 мм, или соответственно на 97, 66 и 31 %. То есть, замена глубокой обработки на мелкую или нулевую после гороха приводила к снижению эффективности усвоения зимних осадков почвой в 1,4 и 2,9 раза. Коэффициент использования зимних осадков почвой после гороха на фоне глубокой обработки составил 0,60, мелкой – 0,42, нулевой – 0,22.

После овса запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед уходом в зиму на фоне глубокой плоскорезной обработки находились на уровне 75,7 мм, мелкой – 79,9 мм, на необработанном фоне – 91,5 мм, а к сходу снега весной они возросли, по отношению к осеннему сроку, соответственно на 84,8, 58,8 и 29,4 мм, или на 112, 74 и 32 %. Замена глубокой основной обработки на мелкую или отказ от обработки после овса приводили к снижению эффективности усвоения зимних осадков почвой в 1,4 и 2,9 раза соответственно. Коэффициент использования зимних осадков почвой после овса на фоне глубокой обработки составил 0,67, мелкой – 0,47, нулевой – 0,24.

При бессменном возделывании пшеницы перед уходом в зиму запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на фоне глубокой основной обработки составляли 83,3 мм, мелкой – 67,7, нулевой – 66,8 мм. В период схода снега весной на фоне глубокой обработки они возросли в метровом слое почвы соответственно на 79,2, 65,0 и 48,8 мм, или на 95, 96 и 73 %. Замена глубокой основной обработки на мелкую, или отказ от ее проведения при бессменном возделывании пшеницы приводил к снижению эффективности усвоения зимних осадков почвой в 1,2 и 1,6 раза. Коэффициент использования зимних осадков почвой при бессменном возделывании пшеницы на фоне глубокой обработки был равен 0,59, мелкой – 0,46, нулевой – 0,39.

Ко времени появления всходов пшеницы запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в среднем по опыту снизились, по отношению к периоду схода снега, на 34,8 мм, или 24 %, в том числе после пара – на 45,8 мм (29 %), гороха – на 35,4 мм (25 %), овса – на 31,6 мм (23 %), бессменной пшеницы – на 26,3 мм (19 %). С учетом текущих весенних осадков (в среднем за годы исследований 65,6 мм) потери влаги из почвы на испарение в среднем по опыту составили 100,4 мм (47 %), в том числе после пара – 111,4 мм (49 %), гороха – 101,0 мм (47 %), овса – 97,2 мм (47 %), бессменной пшеницы – 91,9 мм (45 %), или снижались по мере удаления предшественника от пара.

В зависимости от приема основной обработки сокращение запасов влаги в почве от схода снега к периоду всходов пшеницы в среднем по предшественникам на фоне глубокой обработки составляло 49,3 мм, или 29 %, на фоне мелкой – 37,2 мм (26 %), нулевой – 17,9 мм (15 %). С учетом весенних осадков потери влаги на испарение на фоне глубокой обработки достигали 114,9 мм, или 48 %, мелкой – 102,8 мм (48 %), нулевой – 83,5 мм (45 %).

В период всходов варьирование запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы определяло в основном действие приемов основной обработки (87,6 %) и в значительно меньшей степени – их взаимодействие с предшественником (11,0 %) при слабом влиянии предшественника (1,4 %).

По паровому предшественнику снижение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы на фоне глубокой плоскорезной обработки составило 69,7 мм, или 37 %, мелкой – 52,2 мм (32 %), нулевой – 15,6 мм (13 %), а с учетом весенних осадков потери влаги на испарение достигали соответственно 135,3 мм (53 %), 117,8 мм (51 %) и 81,2 мм (43 %). После гороха уменьшение запасов продуктивной влаги в почве на фоне глубокой плоскорезной обработки находилось на уровне 47,4 мм, или 29 %, мелкой – 41,1 мм (28 %), нулевой – 17,7 мм (15 %), с учетом выпавших весенних осадков ее потери были равны соответственно 113,0 мм (48 %), 106,7 мм (50 %), 83,3 мм (44 %). После овса снижение

запасов продуктивной влаги в почве на фоне глубокой обработки составило 44,7 мм, или 28 %, мелкой – 28,4 мм (20 %), нулевой – 21,9 мм (18 %), а ее потери с учетом выпавших весенних осадков достигали соответственно 110,2 мм (48 %), 94,0 мм (45 %), 87,5 мм (46 %). В целом потери влаги по всем предшественникам в севообороте уменьшались от глубокой к мелкой и нулевой обработкам.

После бессменной пшеницы сокращение запасов продуктивной влаги в почве на фоне глубокой плоскорезной обработки составило 35,4 мм, или 22 %, мелкой – 27,2 мм (21 %), нулевой – 16,5 мм (14 %). С учетом весенних осадков потери влаги на фоне глубокой обработки составили 101,0 мм, или 43 %, мелкой – 92,8 мм (46 %), нулевой – 82,0 мм (46 %), то есть в абсолютном выражении они снижались от глубокой к мелкой и нулевой обработкам, а в относительном, напротив, увеличивались.

В период всходов пшеницы запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составляли после пара 110,8 мм, гороха – 109,0, овса – 108,4, бессменной пшеницы – 110,6 мм. То есть преимущества пара над другими предшественниками не выявлено.

Различия по запасам продуктивной влаги в почве к периоду всходов отмечены в зависимости от приемов основной обработки. Так, в метровом слое на фоне глубокой плоскорезной обработки они составляли 120,1 мм, на фоне мелкой – 108,5, нулевой – 100,5 мм. То есть уменьшение глубины или отказ от обработки приводили к снижению накопления влаги в метровом слое почвы на 11,6 и 19,6 мм, или 10 и 16 % соответственно.

Преимущество глубокой плоскорезной обработки над мелкой и нулевой по влиянию на запасы продуктивной влаги в почве по предшественникам усиливалось в направлении от пара к гороху, овсу и бессменной пшенице. Если после пара на фоне глубокой обработки запасы влаги в метровом слое ко времени появления всходов были выше, чем на фоне мелкой и нулевой, на 6,7 и 17,3 мм (6 и 15 %), то после гороха – на 12,4 и 16,3 мм (10 и 14 %), овса – на 5,5 и 16,7 мм (5 и 14 %), а под бессменной пшеницей – на 21,6 и 27,9 мм (17 и 22 %) соответственно.

В свою очередь, с уменьшением глубины основной обработки почвы возрастала роль предшественника в накоплении и сохранении влаги в почве. Так, на фоне глубокой плоскорезной обработки в метровом слое почвы к всходам пшеницы запасы влаги снижались от бессменной пшеницы (127,1 мм) к пару (118,8 мм), гороху (118,6 мм) и овсу (115,8 мм) на 6, 7 и 9 % соответственно, на фоне мелкой – от пара (112,1 мм) к овсу (110,3 мм), гороху (106,2 мм) и бессменной пшенице (105,5 мм) на 2, 5 и 6 %, на фоне нулевой – от гороха (102,3 мм) к пару (101,5 мм), бессменной пшенице (99,2 мм) и овсу (99,1 мм) на 1, 3 и 3 %.

Таким образом, в условиях лесостепи Алтайского Приобья на землях с уклоном 1...2° накопление продуктивной влаги в метровом слое выщелоченного чернозема осенью перед уходом в зиму определялось действием предшественников (65,7 %) и их взаимодействием с приемами основной обработки почвы (30,9 %). Ее запасы снижались по предшественникам в направлении от пара (109,2 мм) к гороху (88,1 мм), овсу (82,4 мм) и бессменной пшенице (72,6 мм), а по обработкам – от глубокой (91,4 мм) к мелкой (88,7 мм) и нулевой (84,0 мм).

Весной после схода снега запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы зависели преимущественно от приема обработки (82,7 %) и меньше – от предше-

стенника (10,7 %). По обработкам они снижались в направлении от глубокой (169,4 мм) к мелкой (145,8 мм) и нулевой (118,4 мм), а по предшественникам – от пара (156,6 мм) к гороху (144,4 мм), овсу (140,0 мм) и бессменной пшенице (136,9 мм).

Аккумуляция зимних осадков выщелоченным черноземом снижалась в направлении от глубоких (77,9 мм) к мелким (57,0 мм) и нулевым (34,4 мм) обработкам и увеличивалась от пара (47,5 мм) к гороху (56,3 мм), овсу (57,7 мм) и бессменной пшенице (64,3 мм).

К периоду всходов пшеницы запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы существенно сокращались, в сравнении с периодом выхода почвы из-под снега, зависели исключительно от приемов обработок почвы (87,6 %) и снижались в направлении от глубокой (120,1 мм) к мелкой (108,5 мм) и нулевой (100,5 мм), оставаясь неизменными (108,4...110,8 мм) по предшественникам.

Абсолютные потери влаги вследствие испарения за весенний период с учетом текущих осадков зависели от приема основной обработки (65,1 %), предшественника (19,8 %) и их взаимодействия (15,1 %). На необработанном фоне они были наименьшими (81,2...87,5 мм), незначительно повышаясь от занятого пара к гороху и овсу, а после мелкой и глубокой плоскорезных обработок возрастали соответственно до 92,8...117,8 и 101,0...135,2 мм, увеличиваясь в направлении от бессменной пшеницы к овсу, гороху и чистому пару. Относительные потери влаги на фоне нулевой обработки возрастали в направлении от пара (43 %) к гороху (44 %), овсу и бессменной пшенице (46 %), а на фоне мелких и глубоких обработок, напротив, снижались соответственно с 51...53 % до 48...50, 45...48 и 43...46 %.

Литература.

1. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России / А. Л. Иванов, В. В. Кулинец, В. К. Дриггер и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 4. С. 8–16. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10401.
2. Кирюшин В. И. Состояние и проблемы развития адаптивно-ландшафтного земледелия // *Земледелие*. 2021. № 2. С. 3–7. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10201.
3. *Scenario projections of the changes in water availability to wheat crops in the steppe Crimea in the 21st century and some measures increasing the efficiency of its cultivation* / Ye. M. Gusev, L. Ya. Dzhogan, O. N. Nasonova // *Eurasian soil science*. 2021. Vol. 54. No. 5. P. 763–771. doi: 10.1134/S1064229321050100.
4. Кузыченко Ю.А. Системы обработки почвы в пропашном звене севооборота в зоне Центрального Предкавказья // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2020. Т. 15. № 2 (58). С. 25-28.
5. Юшкевич Л.В, Голованов Д.А. Водопроницаемость черноземных почв южной лесостепи Западной Сибири // *Земледелие*. 2017. № 5. С. 30–32.
6. Кирюшин В. И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // *Почвоведение*. 2019. № 9. С. 1130–1139.
7. Глазунов Г. П., Афонченко Н. В., Двойных В. В. Оценка влияния морфометрических показателей рельефа на плодородие черноземных почв // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 7. С. 10–18. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10702.
8. Хакимов Р. А., Никифорова С. А., Хакимова Н. В. Формирование урожайности озимой пшеницы по занятому пару в зависимости от уровня минерального питания // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 2. С. 33–40. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10205.
9. Шакиров Р.С., Бикмухаметов З.М., Хисамиев Ф.Ф. Адаптивные влагоресурсосберегающие приемы повышения продуктивности яровой пшеницы и воспроизводства плодородия серой лесной почвы Предкавказья Татарстана // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2018. Т. 13. № 1 (48). С. 83–90.
10. Усенко В. И., Усенко С. В. Водный режим выщелоченного чернозема в зависимости от предшественника и приема основной обработки // *Земледелие*. 2018. № 2. С. 14–18.
11. Усенко В.И., Усенко С.В. Эффективность применения минеральных удобрений под яровую пшеницу в зависимости от предшественника, обработки почвы и средств защиты растений в лесостепи Алтайского Приобья // *Земледелие*. 2016. № 8. С. 4–8.

Поступила в редакцию 22.07.2021

После доработки 25.08.2021

Принята к публикации 20.09.2021