

УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ СУХОСТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ

ПАНФИЛОВ Андрей Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

БАРБАШИН Вячеслав Валерьевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПАНФИЛОВА Екатерина Геннадьевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Приводится анализ воздействия вида обработки почвы на элементы водного баланса (запасы воды в снеге, сток, водопоглощение), эрозию, количество сохранившейся стерни, засоренность однолетними и многолетними сорными растениями, вынос питательных элементов со стоком и урожайность яровой пшеницы в зернопаропропашном севообороте. Показано формирование поверхностного стока и эрозии в зависимости от обработки почвы для условий многоводной весны с вероятностью превышения стока 10 %.

Введение. Почво- и водоохранное земледелие основывается прежде всего на системе применяемой основной обработки полей [2, 9, 11]. Агромелиоративные противоэрозионные мероприятия по характеру воздействия и назначению условно можно разделить на четыре основные группы:

1) приемы, направленные на улучшение водно-физических свойств почв и главным образом на повышение водопроницаемости: углубление пахотного слоя, щелевание, кротование, искусственное оструктурирование почвы и др.;

2) приемы, направленные на поверхностное водозадержание: контурная вспашка зяби и паров, создание искусственного микро рельефа (лункование, устройство микролиманов, прерывистое бороздование, вспашка с удлиненным отвалом и др.);

3) приемы, обеспечивающие противоэрозионную устойчивость почвы: поверхностная обработка, безотвальная и плоскорезная обработка, горизонтальное и вертикальное мульчирование и др. Горизонтальное мульчирование направлено также на защиту от капельно-дождевой эрозии;

4) приемы, направленные на регулирование снегоотложения и снеготаяния (снегопахом, кулисами из высокостебельных культур и др.).

Стокорегулирующая и противоэрозионная роль агротехнических приемов, по ис-

следованиям многих авторов, не однозначна. В их работах агромелиоративным приемам придается большое значение как наиболее эффективным и не требующим значительных денежных и материальных затрат. По данным А.И. Шабаева, на южных черноземах Поволжья в среднем за 11 лет плоскорезная обработка способствовала увеличению снегозапасов на 11мм, водопоглощения – на 9 мм. Разница в стоке была незначительной (2 мм), коэффициент стока был одинаков 0,12, смыв почвы снизился до 4,6 т/га (на отвальной вспашке – 5,8 т/га). Урожайность яровой пшеницы при применении отвальной вспашки составила 1,62 т/га, при плоскорезной – 1,51 т/га [11].

Цель исследования – установить влияние основной обработки почвы на элементы водного баланса, эрозию, вынос питательных элементов со стоком, количество стерни, засоренность посевов и урожайность яровой пшеницы на каштановых почвах сухостепного Заволжья.

Методика исследований. Исследования проводили в фермерском хозяйстве Приволжского муниципального образования Ровенского района Саратовской области по апробированным методикам [7, 8, 10]. Согласно методике Б.А. Доспехова, по однофакторной схеме с заложением четырех вариантов основной обработки почвы в 4-кратной повторности: 1 – отвальная, 25 см





(контроль); 2 – отвальная, 25 см с углублением до 35 см; 3 – безотвальная, 35 см; 4 – плоскорезная, 35 см [3]. Исследуемая почва – каштановая тяжелосуглинистая на суглинках с содержанием гумуса 2,5 %.

Мелиоративное влияние лесных полос (ЛП) на экологические факторы среды изучали в пунктах, отстоящих от лесополосы на расстоянии 1Н, 5Н, 10Н, 15Н, 25Н. За контроль брался пункт, находящийся на водоразделе вне влияния ЛП.

Снегоотложение учитывали по профилям на каждом водосборе через 20 м, а на стоковых площадках через 5 м снеговым плотномером ВС-43 и мерной рейкой. Промерзание почвы определяли по наличию кристаллов льда (плотность ледяной корки – 0,8 г/см³), испарение в ЛП и защищаемых ими зонах – по объему воды в чашках Петри. Весенний сток фиксировали через каждые 1–2 ч по напорам на водосливах треугольного сечения с углом выреза 45°. Эрозию определяли по мутности стока (методом фильтрования, сушки и взвешивания обеззоленных фильтров) [11].

Урожайность определяли методом метровых площадок в тех же пунктах экологического профиля. Подсчитывали средний урожай зерна с 1 м² и на 1 га. Кроме того, определяли морфологические показатели роста и развития растений (высоту стебля, массу 1000 зерен и др.) [3]. Проводили дисперсионный и регрессионно-корреляционный анализы опытных данных [3].

ЛП на опытном водосборе представляют собой насаждения с главными породами вязом приземистым и ясенем ланцетным, кустарниками – смородиной золотистой, лохом узколистным. Кулисы состоят из 2 рядов смородины золотистой через 30–80 м: при крутизне склона 1–3° – 80 м, 3–5° – 30 м.

В течение 7 лет (2010–2016 гг.) исследовали влияние основной обработки почвы на элементы водного баланса, эрозию, водопотребление и урожайность сельскохозяйственных культур. Вспашку (отвальная обработка) проводили ПН-4-35 и тем же плугом с почвоуглубителем, безотвальную обработку – плугом ПЛ-5-35, плоскорезную – КПП-2-150 [6].

Результаты исследований. В 2010–2014 гг. изучаемой культурой была пшеница яровая сорта Фаворит, в 2015 г. – вика-овес

(сидераты), в 2015–2016 гг. – озимая пшеница. Удобрение яровой пшеницы (фон) – N₉₀ P₆₀ K₃₀. Фосфор и калий вносили осенью под зиму, азот – после схода снега с боронованием. Погодные условия в годы исследований изменялись от средневлажных до острозасушливых с закономерным снижением урожайности в зависимости от степени увлажнения вегетационного периода. В средневлажном 2011 г. урожайность яровой пшеницы составила 2,39–2,54 т/га, а в острозасушливом 2010 г. – 0,56–0,65 т/га, или в 3,7–4,5 раза больше (табл. 1).

Необходимо отметить, что по количеству запасов воды в снеге накануне снеготаяния наблюдались зимы: три малоснежные – 42–60 мм (2010–2011 гг., 2012–2013 гг. и 2013–2014 гг.), одна средне-снежная – 89 мм и одна многоснежная – 126 мм (2011–2012 гг.). Отмечено что в малоснежные зимы при обработке почвы с оставлением стерни накапливается снега на 23–28 мм больше, чем при отвальной, а в среднеснежные и многоснежные зимы соответственно на 13–20 мм. Из пяти лет исследований, судя по эффективным осадкам вегетационного периода возделывания яровой пшеницы, один год – острозасушливый (2010 г. – 27 мм), один год – среднесухой (2012 г. – 94 мм), два года – средние (2013 г. – 115 мм, 2014 г. – 105 мм), один год – средневлажный (2011 г. – 150 мм). За пять лет наблюдений только весной 2014 г. на зяби независимо от вида обработки почвы сформировался поверхностный сток. Образованию стока способствовали небольшая высота снега от 14 см при вспашке (отвальной обработке) до 22 см при плоскорезной обработке, с преимуществом на 8 см, или на 57,1 %.

Незначительная высота снега и низкие температуры воздуха (до –32 °С) способствовали промерзанию почвы на глубину до 80 см и формированию стока на всех видах обработки почвы от 16,9 до 33 мм (коэффициент стока от 0,30 до 0,53), см. табл. 1. Величина стока на контроле 22 мм оценивается 10%-й вероятностью превышения [1, 10].

Безотвальная и плоскорезная обработки почв при превышении стока над вспашкой с оборотом пласта на 7–13 мм снижают эрозию по сравнению с контролем в 3,9–5,6 раза.

Влияние обработки почвы на элементы водного баланса, эрозию, водопотребление и урожайность сельскохозяйственных культур на каштановых почвах сухостепного Заволжья (2010–2016 гг.)

Обработка почвы	Элементы водного баланса, мм			Коэффициент стока	Смыв почвы, кг/га	Суммарное водопотребление, мм	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Степень увлажнения теплового периода
	запасы воды в снеге	сток	водопоглощение						
2010 г. Яровая пшеница. Осадки эффективные – 27 мм									
Отвальная, 25 см (К)	90	0	90	0	0	219	0,56	3905	Остро-засушливый
Отвальная, 25 см с углублением до 35 см	89	0	89	0	0	230	0,61	2775	
Безотвальная, 35 см	108	5,1	93	0,14	94	223	0,57	3910	
Плоскорезная, 35 см	110	11,9	98	0,11	56	244	0,65	3753	
					НСР05 = 0,11 т/га НСР05 = 69 м ³ /т				
2011 г. Яровая пшеница. Осадки эффективные – 150 мм									
Отвальная, 25 см (К)	60	0	60	0	0	329	2,48	1327	Средневлажный
Отвальная, 25 см с углублением до 35 см	61	0	61	0	0	329	2,54	1295	
Безотвальная, 35 см	81	9,1	72	0,11	21	324	2,30	1410	
Плоскорезная, 35 см	84	8,9	75	0,11	13	331	2,39	1385	
					НСР05 = 0,23 т/га НСР05 = 98 м ³ /т				
2012 г. Яровая пшеница. Осадки эффективные – 94 мм									
Отвальная, 25 см (К)	127	0	123	0	0	331	1,48	2240	Среднесухой
Отвальная, 25 см с углублением до 35 см	126	0	126	0	0	342	1,65	2072	
Безотвальная, 35 см	136	16,1	120	0,12	350	339	1,51	2240	
Плоскорезная, 35 см	139	14,8	124	0,10	310	343	1,59	2160	
					НСР05 = 0,15 т/га НСР05 = 84 м ³ /т				
2013 г. Яровая пшеница. Осадки эффективные – 115 мм									
Отвальная, 25 см (К)	51	0	51	0	0	226	1,50	1508	Средний
Отвальная, 25 см с углублением до 35 см	51	0	51	0	0	220	1,52	1449	
Безотвальная, 35 см	74	5,3	69	0,07	97	224	1,41	1590	
Плоскорезная, 35 см	77	4,7	72	0,06	78	230	1,48	1550	
					НСР05 = 0,19 т/га НСР05 = 171 м ³ /т				
2014 г. Яровая пшеница – 100 мм. Осадки эффективные – 105 мм									
Отвальная, 25 см (К)	42	22,3	20	0,53	2400	250	1,28	1795	Среднесухой
Отвальная, 25 см с углублением до 35 см	44	16,9	33	0,37	1750	271	1,37	1772	
Безотвальная, 35 см	71	33,0	38	0,46	612	270	1,40		
Плоскорезная, 35 см	72	21,9	50	0,30	455	280	1,45	1930	
							НСР05 = 0,1 т/га		



Обработка почвы	Элементы водного баланса, мм			Коэффициент стока	Смыв почвы, кг/га	Суммарное водопогребление, мм	Урожайность, т/га	Коэффициент водопогребления, м ³ /т	Степень увлажнения теплого периода
	запасы воды в снеге	сток	водопоглощение						
В среднем за 2010–2014 гг. – яровая пшеница									
Отвальная, 25 см (К)	74	4,5	70	0,06	480	271	1,46	1856	Влажный
Отвальная, 25 см с углублением до 35 см	74	3,2	71	0,04	350	278	1,54	1805	
Безотвальная, 35 см	94	15,7	78	0,17	235	277	1,44	1924	
Плоскорезная, 35 см	100	10,1	90	0,10	182	286	1,51	1894	
							НСР05 = 0,15 т/га		
2015 г. Вико-овсяная смесь (сидераты). Осадки эффективные (май – июнь) – 37 мм									
Отвальная, 25 см (К)	71	0	71	0	0	211	1,79	1173	Среднесухой
Отвальная, 25 см с углублением до 35 см	73	0	73	0	0	215	1,83	1175	
Безотвальная, 35 см	94	12,9	81	0,14	74	235	2,44	963	
Плоскорезная, 35 см	94	10,5	84	0,11	32	239	2,55	937	
							НСР05 = 0,12 т/га		
2015–2016 гг. Озимая пшеница. Осадки эффективные – 105 мм									
Отвальная, 25 см (К)	73	63,0	10	0,86	0	242	1,57	1540	Средний
Отвальная, 25 см с углублением до 35 см	72	63,0	9	0,88	0	259	1,84	1405	
Безотвальная, 35 см	89	62,2	27	0,70	0	253	1,67	1515	
Плоскорезная, 35 см	91	63,0	28	0,69	0	261	1,79	1458	
							НСР05 = 0,09 т/га		

Углубление вспашки уменьшает эрозию почв по отношению к контролю в 2,2 раза. Оставление стерни на поле под зиму показало преимущество по показателю эрозии почвы: рыхление плоскорезом КППГ -2-150 практически приблизило значение смыва до допустимой величины, которая для почв с $(A+B) < 0,5$ м составляет 0,3 т/га [1, 10]. Если распределить равномерно эрозию почв за 5 лет исследований, то на один год приходится следующее: вспашка на 25 см (контроль) – 0,48 т/га; вспашка на 25 см с углублением до 35 см – 0,35 т/га; безотвальная на 35 см – 0,24 т/га; плоскорезная на

35 см – 0,18 т/га. Безотвальная технология показала значительное противоэрозионное преимущество по сравнению с отвальной (см. табл. 1, табл. 2).

Рыхление почвы плоскорезом снизило показатели стока и эрозии по сравнению с безотвальной обработкой в 2014 г. на 25,6–33,6 %, а в среднем в 2010–2014 гг. на 22,5–35,7 % (табл. 3). Данные учета сохранности стерни показали, что больше всего ее сохранилось на варианте без осенней обработки (до 85,5 %), затем – на плоскорезной обработке (до 84,8 %) по сравнению с безотвальной. Разница в снеготопках в среднем на этих вари-



Влияние основной обработки почвы на элементы водного баланса, эрозию, количество стерни, засоренность посевов и урожайность яровой пшеницы в сухостепном Заволжье (2010–2014 гг.)

Обработка почвы	Элементы водного баланса, мм				Эрозия, т/га	Количество стерни, шт./м ²	Засоренность, шт./м ²	Урожайность, т/га	Вынос NPK со стоком, кг/га
	запасы воды в снеге	осадки эффективные	сток	водопоглощение					
Отвальная, 25 см (К)	74/42	98/105	4/22	168/125	0,48/2,40	0	26,6 (24,1)	1,46	1,09
Отвальная, 25 см с углублением до 35 см	74/44	98/105	3/16	169/139	0,35/1,75	0	20,2 (19,0)	1,54	0,82
Безотвальная, 35 см	94/71	98/105	16/33	176/143	0,24/0,61	170	37,8 (35,1)	1,44	0,77
Плоскорезная, 35 см	110/72	98/105	10/22	198/155	0,18/0,46	230	31,1 (27,8)	1,51	0,74

Примечание: знаменатель – данные для 2014 г. с формированием стока и эрозии на всех видах обработки почвы (вероятность превышения стока 10 %); в скобках – данные по засоренности однолетними сорняками; НСР₀₅ = 0,15 т/га (урожайность).

антах оказалась незначительной – до 6 %, а по сравнению с отвальной обработкой – до 35 %. После зимнего периода и прохождения весеннего стока количество стоячей стерни снизилось при безотвальной обработке до 66,7 %, при плоскорезной – до 76,4 (табл. 3).

Регрессионно-корреляционный анализ позволил установить, что на 82 % взаимосвязь эрозии почв определяется количеством стерни и величиной поверхностного стока, формирующимся под влиянием глубины промерзания, ледяной корки, льдистости почв (см. рисунок).

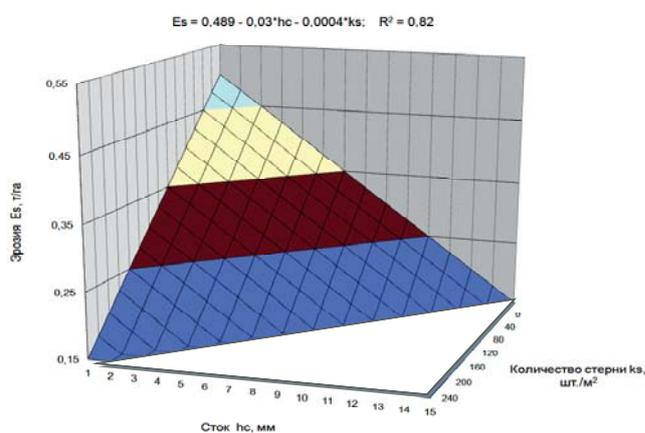
Исследования показали, что обработка почвы влияет на вынос питательных веществ с жидким стоком. При этом азота в период стока выносятся больше, чем фосфора и калия, что связано с повышенной подвижностью и лёгкостью вымывания в период стока. Калий и фосфор связываются почвенными коллоидами, их содержание в воде сравнительно низкое. Отмечается увеличение выноса питательных элементов (NPK) со стоком с повышением эрозии почв (мутности), см. табл. 2.

Способы основной и предпосевной обработки оказывают существенное влияние не только на почвенно-гидрологические показатели, но и на засоренность посевов. Эффективность обработки почвы в борьбе с сорняками зависит от глубины залегания и способности прорастания семян сорняков. При плоскорезной обработке почвы несколько затрудняется уничтожение сорняков, находящихся на разной глубине пахотного слоя, а при обычной отвальной вспашке семена сорных растений могут быть постепенно вынесены в верхние слои, где уничтожение их более доступно (вьюнок полевой, осот полевой, куриное просо, пастушья сумка, лебеда, овсюг) [2]. Наши исследования, проведенные на посевах яровой пшеницы, подтвердили тенденцию увеличения засоренности посевов при безотвально-плоскорезной обработке (см. табл. 2). Засоренность посевов в засушливые годы (2009, 2010 гг.) уменьшалась, а во влажные годы (2008 г.) возрастала при безотвальной обработке, плоскорезном рыхлении и без основной осенней обработ-



Динамика количества сохранившейся стерни, шт./м² (в среднем за 2010–2014 гг.)

Обработка почвы	Осенью после обработки			Весной после стока		
	стоячей	лежащей	всего	стоячей	лежащей	всего
Отвальная 25 см (К)	0	0	0	0	0	0
Безотвальная, 35 см	170	60	230	130	65	195
Плоскорезная, 35 см	90	80	170	60	82	142



Зависимость эрозии от стока и количества стерни, сохранившейся после обработки почвы

ки. На засоренность почвы влияла сумма осадков вегетационного периода, с увеличением которой пропорционально возрастало их количество (см. табл. 1).

Немаловажную роль в увеличении количества однолетних сорняков сыграло непрерывное применение одного и того же вида основной обработки. Поэтому необходимо чередовать отвальную и безотвальную обработки почвы [4, 5]. Изучение влияния основной обработки на величину стока и эрозии показало, что после многоводной осени обычно следует многоводное половодье, вызывающее значительный сток талых вод. Поэтому в эти годы необходимо применять глубокую отвальную вспашку с почвоуглублением пахотного слоя. Этот вид обработки обеспечивает резкое сокращение стока и смыва почвы. В сухую же осень после стерневых предшественников (озимые, яровые зерновые) для большего накопления влаги за счет зимних осадков необходимо проводить обработку почвы безотвальными орудиями с оставлением стерни.

Урожайность яровой пшеницы варьировала в зависимости от увлажнения вегетационного периода культуры. Острозасушливый 2010 г. показал самую высокую урожайность пшеницы на плоскорезной обработке – 0,65 т/га, самую низкую на контроле – 0,56 т/га, без существенных различий между вариантами опыта. Наибольшая урожайность пшеницы характерна для средних и влажных лет по вспашке с оборотом пласта и доуглублением пахотного слоя – 1,52 и 2,54 т/га соответственно.

Преимущество безотвальной технологии по сравнению с контролем характерно для среднесухих лет после малоснежных зим, когда происходит накопление влаги в почве за счет снега, задержанного стерней.

Зимние оттепели 2015–2016 гг. способствовали образованию ледяной корки на посевах озимой пшеницы с коэффициентом стока весной 2016 г. 0,69–0,88. Весенний сток с озимых (62–63 мм) оценивался вероятностью превышения 10 %. Ледяная корка препятствовала смыву почвы. Оптимальное накопление влаги в почве после среднеснежной зимы 2015–2016 гг. отмечали на вспашке с углублением и при плоскорезной обработке с существенной разницей в урожайности по отношению к контролю.

Заключение. Основная обработка почвы – залог будущего урожая сельскохозяйственных культур. Безотвальная технология возделывания имеет ряд преимуществ перед оборотом пласта благодаря стерне: повышает запасы воды в снеге на 20–36 мм (27,0–48,6 %); увеличивает при небольшом



превышении стока водопоглощение на 8,0–30,0 мм (4,8–17,8 %); уменьшает эрозию почв до допустимой величины – 0,3 т/га для каштановых почв с $(A+B) < 0,5$ м; определяет совместно со стоком (на 82 %) взаимосвязь с эрозией почв; при увеличении засоренности посевов на 46,3–84,7 % неоднозначно влияет на урожайность яровой пшеницы с повышением в среднесухие годы с предшествующей малоснежной зимой на 5,8–13,3 %.

Оптимальная урожайность яровой пшеницы формируется в средневлажные вегетационные периоды выращивания культуры с предшествующими среднеснежными зимами. Существенного преимущества в урожайности при применении безотвальной технологии по сравнению с отвальной не отмечали, однако она способствовала сохранению почвы в результате эрозии.

На каштановых тяжелосуглинистых почвах с $(A+B) < 0,5$ м следует применять плоскорезную обработку на глубину 35 см.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агролесомелиорация / под ред. А.Л. Иванова, К.Н. Кулика. – Волгоград, 2006. – 746 с.
2. Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. – М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
4. Денисов Е.П., Денисов К.Е. Моделирование мелиоративных приемов повышения плодородия почвы. – Саратов, 2004. – 180 с.
5. Иванов П.К. Плоскорезная система обработки почвы на Юго-Востоке. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1976. – 81 с.

6. Ленский А.В., Яскорский Г.В. Справочник тракториста-машиниста. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 366 с.

7. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов / ВАСХНИЛ, ВНИАЛМИ. – М., 1985. – 112 с.

8. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 88 с.

9. Проездов П.Н., Маштаков Д.А. Лесомелиорация в первой четверти XXI века: исторические вехи, концепция, теория, эксперимент, практика, стратегия развития // Вестник Саратовского государственного университета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 8. – С. 24–29.

10. Проездов П.Н., Маштаков Д.А. Агролесомелиорация. – Саратов, 2016. – 472 с.

11. Шабаетов А.И. Адаптивно-экологические системы земледелия в агроландшафтах Поволжья. – Саратов, 2003. – 320 с.

Панфилов Андрей Владимирович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Организация производства и управление бизнесом в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Барбашин Вячеслав Валерьевич, канд. пед. наук, доцент кафедры «Физическая культура», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Панфилова Екатерина Геннадьевна, специалист, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 23-73-94;

e-mail: uyo2Sur1@yandex.ru.

Ключевые слова: земледелие; обработка почвы; снег; сток; эрозия; стерня; засоренность; питательные элементы; урожайность; яровая пшеница.

THE YIELD OF SPRING WHEAT DEPENDING ON CORE PROCESSING ON CHESTNUT SOILS IN STEPPE TRANS-VOLGA REGION

Panfilov Andrei Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Organization of Production and Business Management in Agriculture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Barbashin Vyacheslav Valeryevich, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the chair "Physical Culture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Panfilova Ekaterina Gennadievna, Specialist, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: agriculture; tillage; snow; runoff; erosion; stubble; weediness; nutrients; yield; spring wheat.

The article provides analysis of the impact of treatment on soil elements of water balance (water storage in snow, runoff, absorption), erosion, number of remaining stubble, weed infestation of annual and perennial weeds, removal of nutrients from runoff and the yield of spring wheat in crop rotation. The formation of surface runoff and erosion, depending on soil treatment for conditions of wet spring (probability of exceedance flow is 10%) is given.

