

# ВЛИЯНИЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

**ПИСЬМЕННАЯ Елена Вячеславовна,** Ставропольский государственный аграрный университет

**АЗАРОВА Маргарита Юрьевна,** Ставропольский государственный аграрный университет

**БЕЛЯЕВА Анна Анатольевна,** Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

*Исследования проводили в засушливой зоне Ставрополья с целью определения продуктивности озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева, на основе фенологических наблюдений и NDVI. Работа выполнялась на базе агропредприятия АО «АгроХлебопродукт» с 2018 по 2020 г. Предшественники – подсолнечник, нут; сорта мягкой озимой пшеницы – Зустрich (st.), Багира и Баграт. Отборы растительных образцов проводили по общепринятой методике. Данные спутникового картографирования растительного покрова получены на основе сервиса «ВЕГА-Science». Установлено, что рост, развитие и продуктивность озимой пшеницы зависели от складывающихся погодно-климатических условий. Исследования динамики среднегодовых показателей выявили, что осадки имели тенденцию к снижению (37,6–14,4 мм), а температура и вегетационный индекс NDVI – к росту (9,6–12,3 °С и 0,456–0,491 °С соответственно). Анализ показал отсутствие достоверного уровня значимости совместного применения этих факторов для прогнозирования продуктивности озимой пшеницы. Сроки посева культуры определялись внешними условиями и сдвигались на более поздний период. Наибольшее среднее линейное отклонение показателя выявлено в 2020 г. (6,4444). В среднем вариация всходов по различным сортам и предшественникам составляла 9 % (наименьшая по нуту – 7,5 %). Всходы зерновой культуры появлялись через 19–20 дней после посева. Коэффициент вариации показал высокую неоднородность фенологического показателя по всем fazам за исключением кущения (8,6–9,0 %). В среднем густота всходов растений составляла 379 шт./м<sup>2</sup>. Коэффициент вариации показателя однороден по всем сортам и предшественникам (3,65 %). Уменьшение густоты растений наблюдалось от фазы всходов до колошения и по всем предшественникам (наибольшая по сорту Зустрich – 7,3 и 10,2 % по подсолнечнику и нуту соответственно). С 2018 по 2020 г. урожайность озимой пшеницы при посеве по подсолнечнику составляла 3,01–4,50 т/га, по нуту – 3,26–4,68 т/га.*

**Введение.** В целях реализации Указа Президента Российской Федерации от 21.07.2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» и федеральной научно-технической программы по развитию сельского хозяйства на 2017–2025 годы, принятой правительством Российской Федерации, предусматривается внедрение современных технологий возделывания зерновых культур, в т.ч. технологии прямого посева (No-till), которые будут направлены на производство высококачественной сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в условиях изменяющегося климата [1, 2, 3, 11, 15].

Основной товарной культурой в Ставропольском крае является мягкая озимая пшеница, площадь которой составляет не менее 60 % посевной площади зерновых и зернобобовых культур. Урожайность культуры – 2,24–3,95 т/га [8]. Выявляется высокая зависимость продукционной способности культуры от складывающихся погодно-климатических условий [7, 10, 13].

В процессе развития озимая пшеница проходит генеративные фазы, которые определяют про-

дукционную способность культуры [14, 16, 19]. Особенностью развития ее становится получение хороших всходов и кустистости без образования стеблей и колосьев [9, 17].

Фенологические наблюдения призваны фиксировать основные фазы развития озимой пшеницы при проведении непрерывного контроля, что позволяет определить состояние посевов, оперативно принимать меры для снижения потерь от воздействия неблагоприятных факторов и прогнозировать продуктивность культуры [18]. Одним из актуальных направлений научных исследований является получение дополнительной информации о состоянии растений в различные фазы вегетации средствами дистанционного зонирования Земли, использующими характерные признаки растительности и ее состояния посредством спектральной отражательной способности [5, 12]. Применение растительной диагностики (на базе космических снимков и полевых опытов) позволяет контролировать фазы развития, фитосанитарное состояние, отступление от оптимальной агротехники (особенно в неблагоприятные годы), а также давать рекомендации по проведению оптимизации питания растений и дру-

21

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

6  
2021

гих мероприятий, что в целом обеспечит уровень планируемой урожайности [6].

Цели и задачи исследований – анализ влияния погодно-климатических условий на вегетационный индекс NDVI, фенологические показатели и продуктивность озимой пшеницы, возделываемой в системе No-till в засушливой зоне Ставропольского края.

**Методика исследований.** Работа выполнялась с 2018 по 2020 г. в стационарном многофакторном опыте на территории агропредприятия АО «АгроХлебПродукт». Почвенный покров территории представлен преимущественно темно-каштановыми карбонатными тяжелосуглинистыми почвами. Площадь учетной делянки – 500 м<sup>2</sup>.

Схема опыта предусматривала изучение следующих факторов: сорта озимой пшеницы – Зустрich (st.), Багира, Баграт; предшественники – подсолнечник и нут.

Предшественники и сорта озимой пшеницы возделывались по технологии No-till по следующей схеме: предпосевная обработка гербицидом Спрут Экстра, норма внесения составляла 2 л/га; сев озимой пшеницы – 210 кг/га; внесение амософоса ( $N_{12}P_{52}$ ) – 100 кг/га; ранневесенняя подкормка аммиачной селитрой ( $N_{35}$ ) – 100 кг/га; внесение листовой подкормки КАС ( $N_{32}$ ) – 100 кг/га; гербицидная обработка препаратом Балерина – 0,4 л/га; первая фунгицидная обработка препаратом Альтосупер – 0,5 л/га; вторая фунгицидная обработка препаратом Колосаль Про – 0,4 л/га; уборка.

Растительные образцы отбирались по фазам роста растений (кущение, трубкование, колошение) в 3-кратной повторности.

Данные спутникового картографирования растительного покрова получены на основе спектрорадиометра MODIS с пространственным разрешением 500 м (сервиса «ВЕГА-Science» ИКИ РАН –

<http://sci-vega.ru/>). Математическая обработка результатов выполняли методом дисперсионного анализа. Коэффициенты вариации рассчитаны согласно методике полевого дела Б.А. Доспехова [4].

**Результаты исследований.** Погодно-климатические условия в период исследования были контрастными. ГТК – 0,5–0,7. В 2018 г. среднегодовая температура воздуха составляла 9,6 °C, в 2019 г. – 10,1 °C и в 2020 г. – 12,3 °C. В 2018 г. среднегодовая сумма осадков составляла 35,7 мм, в 2019 г. – 37,6 мм и в 2020 г. – 14,4 мм. Исследования динамики погодно-климатических условий показали, что осадки снижались, а температура росла (табл. 1).

В зимне-весенний период 2018 г. динамика развития озимых культур показала аномально ранний их срок развития. Значения NDVI озимых культур увеличились в 1,8 раза. На фоне недостатка влаги отмечалось раннее развитие растений. В 2020 г. возобновление активного развития посевов началось на 10–12 дней раньше. Озимые культуры практически не прекращали вегетацию. Значение показателя в 2019 и 2020 г. за тот же периодросло – в 2,5 и 1,5 раза соответственно. Значение индекса NDVI по состоянию на конец марта показало, что вегетационный индекс (0,54) превышал показатель многолетней «нормы» (на 17,0 %). В середине весны 2020 г. на фоне недостатка почвенной влаги произошел захват растений, вызванный засухой.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) позволили установить достоверность влияния на вегетацию растений и в целом на урожайность озимой пшеницы факторов внешней среды (температуры и осадков) и NDVI при уровне значимости 95 % ( $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$ ). За исследуемый период между рассматриваемыми факторами статистическая значимость отсутствовала (табл. 2). Следовательно, уровень

Таблица 1

Динамика погодно-климатических условий и NDVI, 2018–2020 гг.

Показатель	Месяц												Среднегодовые
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
2018 г.													
T	-4,4	-3,6	1,4	9,1	16,3	20,7	24	22,9	17,1	10,1	3,2	-1,9	9,6
R	26	21	26	30	47	64	51	43	34	30	30	26	35,7
NDVI	0,47	0,44	0,46	0,60	0,83	0,57	0,24	0,22	0,21	0,34	0,58	0,51	0,456
2019 г.													
T	-3,9	-3,1	2,8	10,1	16,1	20,1	21,3	22,4	18,7	10,5	4,9	0,8	10,1
R	16	9	40	28	51	19	142	0	45	40	24	37	37,6
NDVI	0,33	0,41	0,39	0,63	0,81	0,55	0,25	0,32	0,28	0,41	0,61	0,56	0,463
2020 г.													
T	5,6	1,3	7,5	9,8	18,2	20,2	22,7	24,3	20,1	10,9	5,6	1,1	12,3
R	15,8	9,2	10,0	8,2	17,0	34,6	10	0	0	34	19	15	14,4
NDVI	0,50	0,51	0,54	0,69	0,73	0,59	0,24	0,23	0,22	0,21	0,71	0,72	0,491

Примечание: Т – температура, °C; R – осадки, мм; NDVI – вегетационный индекс.



прогнозирования урожая зерновой культуры на основе взаимосвязи погодно-климатических показателей и вегетационного индекса NDVI низкий, так как последний отражает только сдвиг фазы вегетации на более ранний период.

В 2017 г. посев озимой пшеницы был осуществлен 18 августа, в 2018 г. – 21 августа, в 2019 г. – 25 августа. Площадь взошедших растений осенью 2017 г. и 2018 г., детектированная по спутниковым данным, соответствовала среднемноголетней норме. Наибольшее среднее линейное отклонение пришлось только на 2020 г. (6,4444) (табл. 3). Динамика полевой всхожести растений уменьшалась по всем предшественникам и сортам озимой пшеницы (наибольшая по сорту Зустрich – 75 %, предшественник – подсолнечник; наибольшая по сорту Зустрich – 74 %, предшественник – нут). В среднем вариация всходов различных сортов по подсолнечнику составляла 8–11 %, по нуту – 7–8 %.

В среднем всходы озимой пшеницы появлялись через 19–20 дней после посева. Анализ коэффициента вариации показал высокую неоднородность фенологического показателя развития растений по fazam всходы (0,6885–0,7241), выход в трубку (0,5526–0,5915) и колошение (2,4706–2,8000) по всем предшественникам за весь период наблюдений за исключением fazы кущения (0,0866–0,0909) (табл. 4).

В среднем густота всходов растений составляла 373–385 шт./м<sup>2</sup>. Коэффициент вариации показателя однороден по всем сортам и предшественникам – 3,6–3,7 % (табл. 5). По всем fazам от всходов до колошения и предшественникам отмечалось уменьшение густоты растений (наибольшая по сорту Зустрich – 7,3 %, предшественник – подсолнечник; наибольшая по сорту Зустрich – 10,2 %, предшественник – нут).

Таблица 2

**Результаты двухфакторного дисперсионного анализа погодно-климатических показателей и NDVI (среднее за 2018–2020 гг.)**

Источник вариации	SS	DF	MS	F <sub>факт</sub>	P-значение	F <sub>теор</sub>
Фактор А (R/T)	91,5354	1	91,5354	2,5991	0,2583	4,8443
Фактор В (NDVI)	472,4470	11	42,9497	1,0348	0,4784	2,8179
Погрешность	466,5998	11	42,4183			
Итого	1030,584	23				

Примечание: R/T – отношение осадков к температуре, NDVI – вегетационный индекс, SS – сумма квадратов отклонений, DF – число степеней свободы, MS – дисперсия, F<sub>факт</sub> – фактическое значение отношения Фишера, F<sub>теор</sub> – критическое значение отношения Фишера.

Таблица 3

**Показатели полевой всхожести различных сортов озимой пшеницы (среднее 2018–2020 гг.), %**

Сорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Предшественник – подсолнечник			
Зустрich (st.)	81	71	61
Багира	79	73	64
Баграт	84	81	77
Среднее	81	75	67
Показатели вариации			
Среднее линейное отклонение	1,7778	4,0000	6,4444
Дисперсия по генеральной совокупности	4,2222	18,6667	48,2222
Дисперсия по выборке	6,3333	28,0000	72,3333
Среднеквадратичное отклонение генеральное	2,0548	4,3205	6,9442
Среднеквадратичное отклонение по выборке	2,5166	5,2915	8,5049
Коэффициент вариации	0,1107	0,0800	0,0874
Предшественник – нут			
Зустрich (st.)	84	73	62
Багира	81	74	65
Баграт	89	85	79
Среднее	85	77	69
Показатели вариации			
Среднее линейное отклонение	2,8889	5,1111	6,8889
Дисперсия по генеральной совокупности	10,8889	29,5556	54,8889
Дисперсия по выборке	16,3333	44,3333	82,3333
Среднеквадратичное отклонение генеральное	3,2998	5,4365	7,4087
Среднеквадратичное отклонение по выборке	4,0415	6,6584	9,0738
Коэффициент вариации	0,0709	0,0776	0,0873



**Показатели фенологических наблюдений за растениями различных сортов озимой пшеницы, дней (среднее за 2018–2020 гг.)**

Сорт	Фаза			
	всходы	кущение	выход в трубку	колошение
<b>Предшественник – подсолнечник</b>				
Зустрich (st.)	23	174	27	7
Багира	20	121	25	5
Баграт	18	167	24	5
Среднее	20	154	25	6
<b>Показатели вариации</b>				
Среднее линейное отклонение	1,7777	22,0000	1,1111	0,8888
Дисперсия по генеральной совокупности	4,2222	552,6667	1,5556	0,8888
Дисперсия по выборке	6,3333	829,0000	2,3333	1,3333
Среднеквадратичное отклонение генеральное	2,0548	23,5089	1,2472	0,9428
Среднеквадратичное отклонение по выборке	2,5166	28,7924	1,5275	1,1547
Коэффициент вариации	0,6885	0,0909	0,5526	2,4706
<b>Предшественник – нут</b>				
Зустрich (st.)	21	165	25	6
Багира	19	161	24	5
Баграт	18	159	22	4
Среднее	19	162	24	5
<b>Показатели вариации</b>				
Среднее линейное отклонение	1,1111	2,2222	1,1111	0,6666
Дисперсия по генеральной совокупности	1,5555	6,2222	1,5555	0,6666
Дисперсия по выборке	2,3333	9,3333	2,3333	1,0000
Среднеквадратичное отклонение генеральное	1,2472	2,4944	1,2472	0,81645
Среднеквадратичное отклонение по выборке	1,5275	3,0550	1,5275	1,0000
Коэффициент вариации	0,7241	0,0866	0,5915	2,8000

Таблица 5

**Показатели густоты растений различных сортов озимой пшеницы, шт./м<sup>2</sup> (среднее за 2018–2020 гг.)**

Сорт	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение
<b>Предшественник – подсолнечник</b>				
Зустрich (st.)	355	337	333	329
Багира	360	341	336	334
Баграт	403	393	391	389
Среднее	373	357	353	362
<b>Показатели вариации</b>				
Среднее линейное отклонение	20,2222	24,0000	25,1111	21,7778
Дисперсия по генеральной совокупности	464,2222	650,6667	710,8889	614,2222
Дисперсия по выборке	696,3333	976,0000	1066,3330	921,3333
Среднеквадратичное отклонение генеральное	21,5458	25,5082	26,6625	24,7835
Среднеквадратичное отклонение по выборке	26,3881	31,241	32,6548	30,3535
Коэффициент вариации	0,0376	0,0392	0,0396	0,0387
<b>Предшественник – нут</b>				
Зустрich (st.)	422	382	380	379
Багира	367	355	352	350
Баграт	365	353	350	348
Среднее	385	363	361	359
<b>Показатели вариации</b>				
Среднее линейное отклонение	24,8889	12,4444	12,8889	13,3333
Дисперсия по генеральной совокупности	697,5556	174,8889	187,5556	200,6667
Дисперсия по выборке	1046,3330	262,3333	281,3333	301,0000
Среднеквадратичное отклонение генеральное	26,4113	13,2246	13,69519	14,1657
Среднеквадратичное отклонение по выборке	32,3471	16,1967	16,7729	17,3494
Коэффициент вариации	0,0364	0,0385	0,0388	0,0389

24

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

6

2021

По данным исследований, с 2018 по 2020 г. отмечалось уменьшение продуктивности всех сортов озимой пшеницы (3,01–4,68 т/га), вызванное, прежде всего, погодно-климатическими аномалиями (табл. 6). Урожайность озимой пшеницы при посе-

ве по подсолнечнику составляла 3,01–4,50 т/га, по нуту – 3,26–4,68 т/га. Коэффициент вариации показателя неоднородность по всем сортам и предшественникам – 128,1–199,3 % (см. табл. 6). По всем сорта произошло снижение показателя (наиболь-



## Урожайность различных сортов озимой пшеницы, т/га

Сорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Предшественник – подсолнечник			
Зустрich (st.)	4,38	4,08	2,94
Багира	4,43	3,77	2,78
Баграт	4,71	4,36	3,31
Среднее	4,50	4,07	3,01
Показатели вариации			
Среднее линейное отклонение	0,1356	0,2000	0,2000
Дисперсия по генеральной совокупности	0,02109	0,0581	0,0493
Дисперсия по выборке	0,03163	0,0871	0,0739
Среднеквадратичное отклонение генеральное	0,1452	0,2409	0,2219
Среднеквадратичное отклонение по выборке	0,1779	0,2951	0,2718
Коэффициент вариации	1,3314	1,4742	1,9934
Предшественник – нут			
Зустрich (st.)	4,59	4,35	3,28
Багира	4,51	4,01	2,96
Баграт	4,95	4,69	3,54
Среднее	4,68	4,35	3,26
Показатели вариации			
Среднее линейное отклонение	0,1778	0,2267	0,2000
Дисперсия по генеральной совокупности	0,0366	0,0771	0,0563
Дисперсия по выборке	0,0549	0,1156	0,0844
Среднеквадратичное отклонение генеральное	0,1914	0,2776	0,2372
Среднеквадратичное отклонение по выборке	0,2344	0,3400	0,2905
Коэффициент вариации	1,2811	1,3793	1,8405

шее по сорту Зустрich – 32,9 %, предшественник – подсолнечник; по сорту Багира – 34,4 %, предшественник – нут). Сорт Баграт показал наилучшие результаты.

**Заключение.** Таким образом, установлено, что рост, развитие и продуктивность озимой пшеницы, выращиваемой по потехнологии No-till, зависели от складывающихся погодно-климатических условий. Исследования динамики среднегодовых показателей отразили тот факт, что осадки имели тенденцию к снижению, а температура и вегетационный индекс NDVI – к росту.

Сроки посева культуры определялись внешними условиями и сдвигались на более поздний период. Наибольшее среднее линейное отклонение выявлено в 2020 г. (6,4444). Полевая всхожесть растений уменьшалась по всем предшественникам и сортам (наибольшая по сорту Зустрich – 74–75 % по всем предшественникам). В среднем вариация всходов по различным сортам и предшественникам составляла 9 % (наименьшая по нуту – 7,5 %). Коэффициент вариации всходов зерновой культуры показал высокую неоднородность фенологических показателей по всем fazam за исключением кущения (8,6–9,0 %). Коэффициент вариации густоты всходов растений – однородность по всем сортам и предшественникам (3,65 %). Уменьшение показателя наблюдалось от фазы всходов до колошения и по всем предшественникам.

Урожайность озимой пшеницы при посеве по подсолнечнику составляла 3,01–4,50 т/га, по нуту – 3,26–4,68 т/га. Сорт Баграт показал лучшие результаты.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние предшественников озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till, на динамику показателей почвенного плодородия и урожайность в условиях засушливой зоны Ставрополья / М.Ю.Азарова[и др.] // Земледелие. – 2020. – № 3. – С. 33–36.
2. Гуреев И.И. Методологические основы оптимизации ресурсов в производстве продукции земледелия // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 30–32.
3. Динамика показателей почвенного плодородия при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии No-Till в условиях Ставропольского края / А.Н. Есаулко [и др.] // Агрономический вестник. – 2018. – № 4. – С. 58–62.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
5. Использование NDVI для определения содержания азота в растениях озимой пшеницы в условиях Ставропольского края / И.Г. Сторчак [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 12(191). – С. 19–30.
6. Оценка состояния посевов озимой пшеницы и ярового ячменя по среднему значению NDVI, на основе космоснимков / Н.Е. Павловская [и др.] // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 6(87). – С. 25–32.
7. Повышение продуктивности и качества озимой пшеницы при применении комплексных минеральных удобрений / А.Ю. Лёвкина [и др.] // Научный журнал Российской НИИ проблем мелиорации. – 2019. – № 3(35). – С. 110–122.
8. Поляков Д.Г., Бакиров Ф.Г. Органическая мульча и No-Till в земледелие: обзор зарубежного опыта // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 3–7.



9. Пятыгин С.С. Стress у растений: физиологический подход // Журнал общей биологии. – 2008. – Т. 69. – № 4. – С. 294–298.
10. Соловьев А.П., Лёвкина А.Ю. Влияние способов обработки почвы и агрохимикатов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Саратовском Заволжье // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 3. – С. 29–35.
11. Соловьев А.П., Шагиев Б.З., Лёвкина А.Ю. Динамика водно-физических свойств почвы в пашевом звене при возделывании озимой пшеницы // Кормопроизводство. – 2019. – № 11. – С. 17–21.
12. Сторчак И.Г., Шестакова Е.О., Ерошенко Ф.В. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и NDVI посевов озимой пшеницы // Новости науки в АПК. – 2018. – № 2–2(11). – С. 396–399.
13. Сторчак И.Г., Шестакова Е.О., Ерошенко Ф.В. Связь урожайности посевов озимой пшеницы с NDVI для отдельных полей // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 6(173). – С. 64–68.
14. Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе. – Казань: Фэн, 2001. – 448 с.
15. Эффективность применения технологии No-Till в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края / А.Н. Есаулко [и др.] // Земледелие. – 2019. – № 7. – С. 28–31.
16. Fiorini A., Maris S.C., Abalos D., Amaducci S., Tabaglio V. Combining no-till with rye (*Secale cereale* L.) cover crop mitigates nitrous oxide emissions without decreasing yield // Soil & tillage research, 2020, Vol. 196: 104442.
17. Julien Y, Sobrino J.A. Introducing the time series change visualization and interpretation
- (TSCVI) method for the interpretation of global NDVI changes // International journal of applied earth observation and geoinformation, 2021, Vol. 96: 102268.
18. Milas A.S., Vincent R.K. Monitoring Landsat vegetation indices for different crop treatments and soil chemistry // International journal of remote sensing, 2017, Vol. 38: 141–160.
19. Sarker J.R., Singh B.P., Cowie A.L., Badgery W., Dalal R.C. Agricultural management practices impacted carbon and nutrient concentrations in soil aggregates, with minimal influence on aggregate stability and total carbon and nutrient stocks in contrasting soils // Soil and Tillage Research, 2018, Vol. 178: 209–223.

**Письменная Елена Вячеславовна**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Землеустройство и кадастр», Ставропольский государственный аграрный университет. Россия.

**Азарова Маргарита Юрьевна**, аспирант кафедры «Землеустройство и кадастр», Ставропольский государственный аграрный университет. Россия.

355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.  
Тел.: 89187773797.

**Беляева Анна Анатольевна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Растениеводство, селекция, генетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Ключевые слова:** озимая пшеница (*Triticumaestivum* L.); фенологические показатели; продуктивность; технология No-till; вегетационный индекс NDVI.

## THE INFLUENCE OF WEATHER AND CLIMATIC CONDITIONS ON THE PHENOLOGICAL INDICATORS AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT CULTIVATED BY DIRECT SEEDING TECHNOLOGY IN THE ARID ZONE OF THE STAVROPOL TERRITORY

**Pismennaya Elena Vyacheslavovna**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Land Management and Cadastre”, Stavropol State Agrarian University. Russia.

**Azarova Margarita Yurevna**, Post-graduate student of the chair “Land Management and Cadastre”, Stavropol State Agrarian University. Russia.

**Belyaeva Anna Anatolevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair “Crop Production, Selection and Genetics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Keywords:** winter wheat (*Triticumaestivum* L.); phenological indicators; productivity; No-till technology; vegetation index NDVI.

The studies were conducted in the arid zone of Stavropol region to determine the productivity of winter wheat cultivated by direct seeding technology, based on phenological observations and NDVI. The work was carried out on the basis of the agro-enterprise JSC “Agrohleboprodukt” for 2018–2020. The predecessors are sunflower, chickpeas, winter wheat varieties (Zustrich (St.), Bagheera and Bagrat). Plant samples were selected according to the generally accepted method. Satellite mapping data of vegetation cover is obtained on the basis of the service “VEGA-Science”. It was found that the growth, develop-

ment and productivity of winter wheat depended on the prevailing weather and climatic conditions. Studies of the dynamics of the average annual indicators showed that precipitation tended to decrease (37.6–14.4 mm), and the temperature and vegetation index NDVI-to increase (9.6–12.3 °C and 0.456–0.491, respectively). The analysis showed the absence of a reliable level of significance of the combined application of these factors for predicting the productivity of winter wheat. The terms of sowing the crop were determined by external conditions and shifted to a later period. The largest average linear deviation of the indicator was revealed in 2020 (6.4444). On average, the variation of seedlings for different varieties and predecessors was 9 % (the lowest for chickpeas – 7.5 %). Seedlings of grain crops appeared 19–20 days after sowing. The coefficient of variation showed a high heterogeneity of the phenological index for all phases, except for tillering (8.6–9.0 %). The average density of plant seedlings was 379 pcs./m<sup>2</sup>. The coefficient of variation of the indicator is uniform for all varieties and precursors (3.65 %). A decrease in plant density was observed from the germination phase to earing and for all the predecessors (the largest for the Zustrich variety – 7.3 % and 10.2 % for sunflower and chickpeas, respectively). From 2018 to 2020, the yield of winter wheat when sowing for sunflower was 301–450 t/ha, for chickpeas – 326–468 t/ha.

