

## РОЛЬ МЕТЕОФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

**Н. Е. Самофалова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;  
**О. А. Дубинина**, агроном отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;  
**А. П. Самофалов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;  
**Н. П. Иличкина**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322  
*ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru*

В районах недостаточного и неустойчивого увлажнения гидротермические условия являются главными природными факторами, определяющими уровень урожайности сельскохозяйственных культур. Цель наших исследований заключалась в выявлении роли основных метеофакторов в формировании урожайности озимой твердой пшеницы в разные периоды ее роста и развития. Исследования проведены в южной зоне Ростовской области в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2003–2014 гг. Объектом исследований послужили сорта и селекционные линии озимой твердой пшеницы конкурсного сортоиспытания, высеваемые по предшественнику черный пар в четырехкратной повторности на учетной площади делянок 25 м<sup>2</sup>. В статье представлены результаты анализа среднесуточной температуры, осадков, ГТК по периодам роста и развития озимой твердой пшеницы за годы исследований в сравнении со среднемноголетними, а также среднесортовой урожайности по опыту за каждый год. Установлено, что характерными особенностями исследуемых лет являются: повышение температурного режима, особенно в предпосевной и посевной периоды, в период зимовки и возобновлении весенней вегетации; неравномерность выпадения осадков, смещение их осенью с ноября на октябрь, зимой с февраля на январь, весной с апреля на март и снижение или отсутствие в период активной вегетации. Проведенный корреляционный анализ основных метеофакторов с урожайностью выявил определяющую роль температурного режима в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы. Менее значимой она оказалась по отношению к осадкам. Это указывает на то, что величина урожайности по культуре озимая твердая пшеница зависит не от общего количества осадков, а от характера их распределения, наличия влаги в почве, температурного режима. Исходя из анализа основных метеофакторов, взаимосвязи их с урожайностью, выделены положительные и отрицательные моменты в онтогенезе озимой твердой пшеницы, связанные с изменением климата и которые надо учитывать в селекции и технологии выращивания. Определены основные задачи по селекции озимой твердой пшеницы, направленные на повышение адаптивных свойств: засухоустойчивости; жаростойкости, особенно на начальных этапах роста и развития растений; зимостойкости; устойчивости к новым болезням и вредителям, появившимся с изменением климата (септориоз, пиренофороз, бактериоз и фузариоз колоса и зерна).

**Ключевые слова:** температура, осадки, гидротермический коэффициент, корреляция, урожайность, озимая твердая пшеница.



## THE METEOROLOGICAL FACTORS' PART IN WINTER DURUM WHEAT PRODUCTIVITY FORMATION

**N. E. Samofalova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;  
**O. A. Dubinina**, agronomist of the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;  
**A. P. Samofalov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;  
**N. P. Ilichkina**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322  
*Agricultural Research Center "Donskoy",  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru*

In the regions of insufficient and unstable moisture, hydrothermal conditions are the main natural factors that determine the level of crop productivity. The purpose of our study was to identify the role of the main meteorological factors in the formation of winter durum wheat productivity at different periods of its growth and development. The study was carried out in the southern part of the Rostov region in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2003–2014. The objects of the study were winter durum wheat varieties and breeding lines of competitive variety testing, sown in black fallow, in four replications, with a plot area of 25 m<sup>2</sup>. The current paper presents the analysis results of the average daily temperature, precipitation, hydrothermal index (HTI) by the periods of winter durum wheat growth and development through the years of study, average varietal productivity for each year. It has been established that the characteristic features of the studied years are a temperature rise, especially in the pre-sowing and sowing periods, during the wintering period and the resumption of spring vegetation, and irregular precipitation, their shift in the fall from November to October, in the winter from February to January, in the spring from April to March, and its decrease or absence during the active growing season. The conducted correlation analysis between main meteorological factors and productivity showed a decisive role of the temperature regime in winter durum wheat productivity formation. It turned out to be less significant in relation to precipitation. This indicates that winter durum wheat productivity does not depend on the total amount of precipitation, but on its distribution, moisture presence in soil, and temperature. According to the analysis of the main meteorological factors, their connection with productivity, there have been identified positive and negative points in the ontogenesis of winter durum wheat associated with climate change, which must be taken into account in breeding and growing technology. There have been determined the main objectives for

winter durum wheat breeding, aimed at improving such adaptive properties as drought resistance, heat resistance, especially at the initial stages of growth and development, winter tolerance, disease and pest resistance occurred due to climate change (septoriosis, pyrenophorosis, bacteriosis and fusarium of heads and kernels).

**Keywords:** temperature, precipitation, hydrothermal index (HTI), correlation, productivity, winter durum wheat.

**Введение.** Обеспечение устойчивого роста величины и качества урожая всех сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой твердой пшеницы, является одной из основных задач селекции. В результате селекционной деятельности повышения продуктивности удалось добиться за счет улучшения отдельных признаков и свойств, таких как продуктивная кустистость, устойчивость к болезням и полеганию, крупность зерна, озерненность колоса и т. д. (Родина, 2006; Щенникова и др., 2013).

В то же время при создании новых сортов приходится решать еще и проблему сочетания потенциальной урожайности с экологической приспособленностью (Беспелова, 2005).

В целях уменьшения экологической зависимости сортов особый приоритет должна получить целенаправленная селекция на адаптивность к конкретным и прежде всего экстремальным погодным условиям (Алабушев, 2012; Ионова и др., 2013).

Особенно это актуально в связи с глобальным потеплением климата. Изменение климатических условий в период вегетации сельскохозяйственных культур коснулось и Ростовской области, где среднегодовая температура воздуха носит стабильную тенденцию повышения, но при этом снижается количество осадков в весенне-летнюю вегетацию (Донцова и Филиппов, 2014).

Продуктивность сельскохозяйственных культур во многом определяется складывающимся гидротермическим режимом в период вегетации. На нее сильное влияние оказывают рост температур, уменьшение количества осадков, частая повторяемость и продолжительность засух, осадки в виде ливней и многое другое (Васько и Бакаев, 1988; Титаренко и Коробова, 2013).

Влияние погодных условий на урожайность достаточно полно освещено в литературе по многим сельскохозяйственным культурам, по озимой твердой пшенице таких сведений практически нет. Поэтому основной целью наших исследований было определение роли основных метеофакторов на формирование урожайности озимой твердой пшеницы в разные периоды ее роста и развития.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проведены в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2002–2014 с.х. гг. В качестве объекта исследований послужили сорта и линии конкурсного сортоиспытания.

Посев проводили сеялкой СН-16 по предшественнику черный пар. Учетная площадь делянки – 25 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная, норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Сев осуществляли в оптимальные сроки для южной зоны Ростовской области (с 25 по 30 сентября) в зависимости от наличия влаги в почве и температурного режима в этот период.

Для анализа метеофакторов использовали данные метеостанции «Зерноград». В расчет взяты среднесуточные температуры и количество осадков по месяцам, периодам роста и развития растений. Для оценки степени увлажнения и засухливости применяли гидротермический коэффициент (ГТК) по Г. Т. Селянинову (1928).

Урожайность рассчитывали как среднесортную по опыту (конкурсному сортоиспытанию) за каждый год.

Статистический анализ полученных данных проводили по Б. А. Доспехову (1979) с использованием программы Statistika 10.

**Результаты и их обсуждение.** Озимая твердая пшеница – новая культура для степных засушливых условий Ростовской области и сложная в биологическом отношении. Специфика условий данной зоны, продолжительный вегетационный период с учетом перезимовки культуры усугубляют эту сложность и влекут за собой сильную зависимость урожайности от погодных условий.

Основными метеорологическими факторами, определяющими урожайность зерновых колосовых, в том числе и озимой твердой пшеницы, являются температура воздуха и атмосферные осадки. Годы исследований характеризовались повышенным температурным режимом во все периоды роста и развития озимой твердой пшеницы в сравнении со среднемноголетней как по годам, так и в среднем за 12 лет (табл. 1).

## 1. Основные агрометеорологические факторы в период вегетации озимой твердой пшеницы

### 1. Main agrometeorological factors during the winter durum wheat vegetation period

Годы	Среднесуточная температура воздуха, °С				Осадки, мм					
	сентябрь – ноябрь	декабрь – февраль	апрель – июнь	сентябрь – июнь	сентябрь	октябрь – ноябрь	декабрь – февраль	март – май	апрель – июнь	сентябрь – июнь
2002/2003	11,5	-5,3	18,6	7,6	59,5	178,7	124,5	41,9	52,8	433,9
2003/2004	11,9	-0,4	15,0	8,5	27,3	69,5	186,4	152,6	195,3	544,1
2004/2005	11,2	-0,5	16,9	8,7	9,1	86,0	201,9	164,8	161,0	556,6
2005/2006	11,5	-4,1	16,7	7,7	0,7	79,3	151,7	116,6	316,2	592,6
2006/2007	11,8	1,2	17,3	9,5	38,6	104,1	106,2	71,2	84,1	357,7
2007/2008	11,3	-3,0	16,3	8,1	34,7	66,1	78,1	174,3	131,2	383,7
2008/2009	11,3	-1,5	16,0	8,1	81,2	92,7	95,9	190,3	106,4	491,2
2009/2010	12,1	-2,0	17,6	8,6	132,9	65,2	187,4	209,8	158,3	601,8
2010/2011	12,5	-2,5	15,9	7,9	39,7	77,1	145,2	77,4	136,8	430,8
2011/2012	8,7	-3,7	19,6	7,4	39,7	131,9	119,9	190,2	158,3	500,1
2012/2013	12,8	-0,5	18,8	9,7	9,2	41,2	172,4	122,9	85,2	391,3
2013/2014	10,0	-2,3	16,9	7,9	62,4	106,0	115,1	137,5	163,3	488,9
Среднее за 12 лет	11,4	-2,0	17,1	8,3	44,6	91,4	140,4	137,4	145,7	481,0
± к среднемноголетней	+1,7	+0,8	+1,2	+0,8	+2,3	+2,2	-5,3	+6,4	-20,2	+3,2

Так, за вегетационный период (сентябрь – июнь) среднесуточная температура воздуха увеличилась на 0,8 °С; в период активной весенне-летней вегетации (апрель – июнь) – на 1,2 °С; в фазу «колошение – цветение» (май) – на 1,9 °С; «налив – созревание» (июнь) – на 1,5 °С в сравнении со среднемноголетними значениями. Максимальный рост температур отмечен в осенний период («посев – кущение»): в сентябре – на 1,9; октябре – на 1,8; ноябре – на 1,1 °С к норме, или на 11,6; 19,4 и 33,3% соответственно.

Существенные изменения произошли в температурном режиме за 12 анализируемых лет в зимний период. Среднесуточная температура выросла по отношению к среднемноголетней на 0,8 °С с варьированием по месяцам от 0,6 до 1,2 °С, что создало благоприятные условия для лучшей перезимовки озимой твердой пшеницы. Значимость изменений этого периода для формирования высокого потенциала урожайности подтверждается и результатами корреляционного анализа (рис. 1).

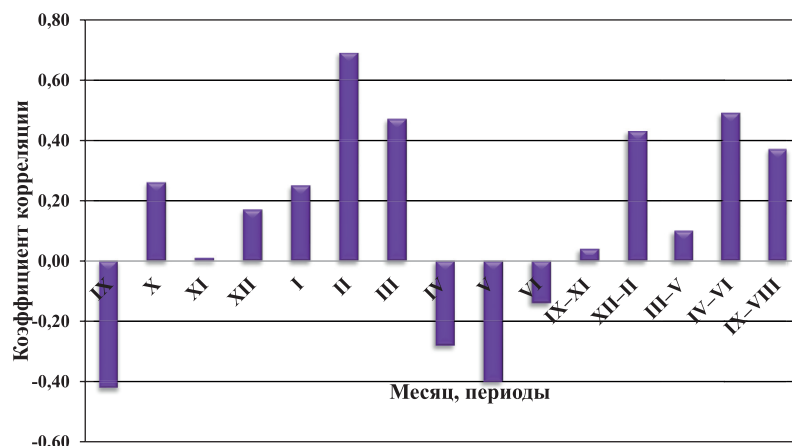


Рис. 1. Взаимосвязь между урожайностью и среднесуточной температурой по месяцам и периодам (2002–2014 гг.)

Fig. 1. Correlation between productivity and average daily temperature in months and periods (2002–2014)

Коэффициент корреляции за зимний период составил  $r = 0,43 \pm 0,29$ , в том числе по месяцам: декабрь –  $r = 0,04 \pm 0,32$ ; январь –  $r = 0,25 \pm 0,31$ ; февраль –  $r = 0,68 \pm 0,23$ .

Следует отметить, что положительная взаимосвязь урожайности с среднесуточной температурой наблюдалась в октябре (всходы – кущение), в марте (возобновление весенней вегетации) –  $r = 0,47 \pm 0,28$ , в период активной вегетации (апрель – июнь) –  $r = 0,49 \pm 0,28$  и за весь вегетационный период (сентябрь – июнь) –  $r = 0,37 \pm 0,29$ .

Отрицательная корреляция отмечена между продуктивностью и температурным режимом в сентябре (предпосевный и посевной период) –  $r = -0,42 \pm 0,29$  и в апреле – мае (выход в трубку – цветение) –  $r = -0,40 \pm 0,29$ , которые можно считать критическими периодами в онтогенезе озимой твердой пшеницы по отношению к высокой температуре. Позже, в период налива и созревания зерна ( $r = 0,1 \pm 0,31$ ;  $r = 0,14 \pm 0,31$ ), температура слабо влияет на формирование продуктивности, так как одной из видовых особенностей *T. durum*, в том числе сортов и линий озимой твердой пшеницы ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», является высокая жаростойкость (зюевыносливость) в период налива и созревания зерна.

Сравнение режима увлажнения в годы исследований с 2002 по 2014 г., а также в среднем за 12 лет позволило выявить изменения в количестве осадков, характере их распределения по месяцам и сезонам в сравнении со среднемноголетними за то же время (табл. 1).

Так, за осенний период (посев – кущение) в среднем за 12 лет их выпало 136,0 мм (с варьированием по годам от 50,4 мм в 2012 г. до 238,2 мм в 2002 г.), из них: в сентябре – 44,6 мм; в октябре – 54 мм; ноябре – 37,4 мм, что составило к среднемноголетней норме 103,4; 105,7; 139,5 и 74,0% соответственно. В зимний

период распределение осадков носило следующий характер: в декабре – 40,7 мм (норма – 63,3 мм); январе – 61,0 мм (норма – 45,1 мм); феврале – 38,6 мм (норма – 37,3 мм); за зиму – 140,3 мм, что меньше нормы на 5,4 мм.

Весной количество осадков составило 137,4 мм, а именно: в марте – 57,1 мм; апреле – 31,4 мм; в мае – 48,8 мм, или 109,0; 154,3; 73,5 и 95,1% соответственно.

В период налива и созревания (июнь) осадков также было ниже среднемноголетних на 6,3 мм (8,8%). В период активной вегетации озимой твердой пшеницы (апрель – июнь) количество осадков составило 145,7 мм. Это на 20,2 мм ниже нормы. В то же время в целом за весь вегетационный период количество осадков по большинству лет сохранилось практически на уровне среднемноголетней нормы (481,0 и 477,8 мм).

Следовательно, характерной особенностью осадков в последние годы становится неравномерность их выпадения: смещение осенью с ноября на октябрь, зимой – с декабря на январь, весной – с апреля на март. Главным различием анализируемого периода исследований является недостаточная влагообеспеченность растений озимой твердой пшеницы в период активной весенне-летней вегетации в апреле – июне.

Что касается влияния осадков на продуктивность озимой твердой пшеницы, то проведенный корреляционный анализ показал, что положительная связь между ними наблюдалась только в весенний период (март – май) за счет осадков марта ( $r = 0,39 \pm 0,29$ ).

Со всеми остальными периодами, сезонами года отмечена слабая положительная или отрицательная корреляция. Это указывает на то, что величина урожайности культуры озимой твердой пшеницы зависит не столько от общего количества осадков, а сколько от характера их распределения по периодам вегетации, наличия влаги в почве, температурного режима и т. д.

Исходя из анализа основных метеофакторов, корреляционного анализа их с урожайностью, характерными особенностями, произошедшими с ними за годы исследований (2002–2014) в сравнении со среднемноголетней нормой, можно выделить положительные и отрицательные моменты в онтогенезе озимой твердой пшеницы, связанные с изменением климата.

**Положительные.** Смещение осадков на октябрь (+15,3 мм к норме) и повышенный температурный режим (на 1,8 °С; в ноябре – на 1,1 °С к норме) позволяют сдвигать сроки сева озимой твердой пшеницы на поздние (конец сентября – I декада октября) и получать полноценные всходы и хорошо раскустившиеся посевы до ухода в зиму.

Потепление в зимний период обеспечивает не только благоприятные условия для перезимовки, повышения урожайности, но и продвижения культуры в более северные и восточные районы как Ростовской, так и Саратовской, Волгоградской, Воронежской, Белгородской областей.

Быстрое нарастание температур в марте (+1,3 °С к норме) с большим количеством осадков в этот период (57,1 мм; среднемноголетние – 37,0 мм) способствует раннему началу весенней вегетации, развитию вторичной корневой системы, дальнейшему кущению и способности переносить высокие температуры на протяжении всего остального периода вегетации.

**Отрицательные.** Вегетация озимой твердой пшеницы в силу своей продолжительности проходит в изменяющихся погодных условиях через несколько критических для роста периодов. Первый из них приходится на предпосевную и посевную периоды (август – сентябрь). Посев в это время сопровождается дефицитом влаги в почве, высокими температурами, вследствие чего возникают трудности в получении дружных и полных всходов. Особенно это касается высокостекловидных семян этой культуры, на набухание и прорастание которых влаги требуется на 15–20% больше, чем мягкой пшенице. Так, из 12 лет

исследований неблагоприятные по количеству осадков (0,7–27,3 мм; норма – 42,3 мм) для посева оказались 2003, 2004, 2005, 2006, 2013 гг.

Второй критический период выпадает на условия зимовки. В этот период посевы озимой твердой пшеницы как культуры менее зимостойкой, чем мягкая озимая, могут пострадать от вымерзания, выпирания, снежной плесени. В этом случае из-за гибели, повреждения, изреженности, ослабленности растений формируется низкопродуктивный стеблестой, снижается урожайность. Такими неблагоприятными по перезимовке были 2003, 2006, 2012 гг.

Третий «критический период» характерен для периода активной вегетации (апрель – май), а именно от выхода растений в трубку до цветения, экстремальные условия которого негативно сказываются на завязываемости, озерненности и выполненности зерна. В наших исследованиях с таким критическим периодом отмечены 2007, 2008, 2009 гг. Все это и определяет основные задачи в селекции озимой твердой пшеницы, направленные на повышение адаптивных свойств растений: засухоустойчивости и жаростойкости, особенно на начальных этапах роста и развития растений; зимостойкости; устойчивости к новым болезням и вредителям, появившимся с изменением климата (септориоз, пиренофороз, бактериоз и фузариоз колоса и зерна).

Наглядным отражением критических периодов в онтогенезе озимой твердой пшеницы являются гидротермические коэффициенты (ГТК). Результаты наших расчетов показали, что гидротермические коэффициенты двух основных периодов, таких как посев – конец осенней вегетации и период активной вегетации (апрель – июнь), неравнозначны по своим значениям (табл. 2).

Предпосевная и посевная периоды (август – сентябрь) в среднем за 12 лет для озимой твердой пшеницы проходили в более жестких гидротермических условиях (ГТК августа – 0,48; сентября – 0,76; август – сентябрь – 0,61), чем весенне-летний период (ГТК апрель – июнь – 1,01).

## 2. Гидротермические коэффициенты по месяцам и периодам вегетации озимой твердой пшеницы 2. Hydrothermal indexes in months and periods of winter durum wheat vegetation

Годы исследований	Месяцы							Период					Средне-сортовая урожайность, т/га
	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII	пред-посевная, VIII–IX	посев – кущение, IX–X	колошение – созревание, V–VI	весенняя – летняя вегетация, IV–VI	вегетационный, IX–VI	
2002–2003	0,61	1,04	3,85	0,56	0,07	0,21	1,45	0,81	2,09	0,81	0,31	0,63	2,6
2003–2004	0,96	0,05	0,57	1,68	0,71	1,92	0,93	0,5	0,71	1,42	1,48	1,23	7,1
2004–2005	0,59	0,17	1,42	0,82	0,63	1,57	0,75	0,41	0,62	0,77	1,04	1,09	5,7
2005–2006	0,29	0,01	1,56	0,68	1,41	3,23	0,05	0,17	0,44	2,15	2,08	1,86	3,8
2006–2007	0,02	0,69	1,31	0,73	0,41	0,55	0,24	0,28	0,50	0,33	0,53	0,47	7,0
2007–2008	0,20	0,50	0,91	1,54	0,87	0,41	1,11	0,36	0,48	0,80	0,88	0,95	7,1
2008–2009	0,26	1,36	1,61	0,90	1,09	0,43	0,72	0,79	1,60	0,74	0,73	0,80	6,9
2009–2010	0,53	2,41	0,28	1,43	1,90	0,09	0,54	1,43	1,13	0,84	0,98	0,85	6,0
2010–2011	0,38	0,67	2,04	0,65	0,55	1,38	0,26	0,50	0,60	0,91	0,94	0,82	6,2
2011–2012	0,49	0,74	3,19	0,96	1,55	0,26	0,38	0,60	1,10	1,01	0,88	0,89	5,3
2012–2013	0,62	0,16	0,77	0,30	0,44	0,66	0,61	0,43	0,51	0,65	0,56	0,52	6,7
2013–2014	0,81	1,4	3,4	1,10	1,18	1,08	0,25	1,03	1,49	1,02	1,06	1,01	7,9
Среднее за 12 лет	0,48	0,76	2,10	0,93	0,98	1,05	0,54	0,54	0,94	0,95	1,01	0,92	6,02
Средне-многолетнее	0,59	0,86	1,32	1,33	1,00	1,16	0,81	1,31	1,03	1,12	1,14	1,16	–

Из 12 проанализированных лет на протяжении всей вегетации озимой твердой пшеницы практически каждый год в каком-либо из периодов наблюдались явления засухливости климата, кроме 2014 г. ( $ГТК > 1$ ). При этом в засушливые годы ГТК были четко выражены на протяжении всей или практически всей вегетации (2003, 2007, 2013 гг.). Остальные годы характеризовались по периодам чередованием высокой влагообеспеченности с разной степенью засухливости.

Для определения влияния ГТК на формирование продуктивности были рассчитаны коэффициенты корреляций между этими величинами, которые показали незначительную положительную связь по месяцам:

в августе –  $r = 0,22 \pm 0,31$ ; сентябре –  $r = 0,26 \pm 0,31$ ; октябре –  $r = 0,10 \pm 0,31$ ; в целом за период осенней вегетации –  $r = 0,26 \pm 0,31$  (рис. 2).

Положительная связь  $r = 0,28 \pm 0,31$  между ГТК и урожайностью отмечена и в апреле. С периодом активной вегетации (апрель – июнь) наблюдалась отрицательная средняя корреляция ( $r = -0,59 \pm 0,26$ ), в том числе по месяцам этого периода: май –  $r = -0,40 \pm 0,29$ ; июнь –  $r = -0,51 \pm 0,27$ . То есть изменения величины ГТК этого периода обуславливались количеством выпавших осадков. Поэтому судить о влиянии погодных факторов на урожайность озимой твердой пшеницы по этим двум показателям можно с равным успехом.

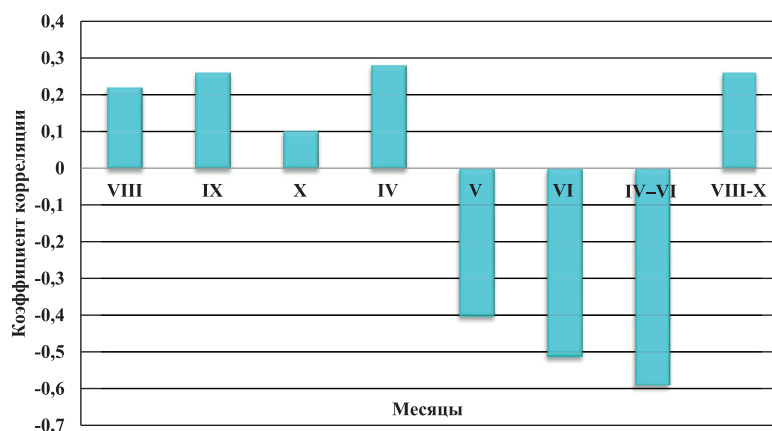


Рис. 2. Взаимосвязь урожайности озимой твердой пшеницы с гидротермическим коэффициентом (2002–2014 гг.)

Fig. 2. Correlation between winter durum wheat productivity and hydrothermal index (2002–2014)

Повышенные значения ГТК у озимой твердой пшеницы не всегда означали получение высокой урожайности. Для этой культуры скорее наоборот: в сухие годы (благоприятные по перезимовке) урожайность при  $ГТК = 0,8$  и ниже была выше, чем во влажные. То есть порой наблюдалось отсутствие прямой положительной связи между урожайностью и ГТК. По всей видимости, на продуктивность культуры, кроме основных метеофакторов, оказывают влияние и другие, такие как агротехника, поражение болезнями и вредителями, полегание, суховеи, пыльные бури, ливневые дожди и т. д.

Выводы. Таким образом, анализ основных метеофакторов показал, что в формировании урожайности озимой твердой пшеницы определяющую роль играет температурный режим во все фазы роста и развития растений. Взаимосвязь между продуктивностью и среднесуточной температурой была положительной в зимний период (перезимовка) –  $r = 0,43 \pm 0,29$ , в том числе в феврале –  $r = 0,68 \pm 0,23$ ; в марте (возобновление весенней вегетации) –  $r = 0,47 \pm 0,28$ ; в апреле – июне (активной весенне-летней вегетации) –  $r = 0,49 \pm 0,28$  и за весь вегетационный период (сентябрь – июнь) –  $r = 0,37 \pm 0,29$ .

Отрицательная связь отмечена в сентябре (предпосевной и посевной периоды) –  $r = -0,42 \pm 0,29$  и в апреле – мае (выход в трубку – цветение) –  $r = -0,40 \pm 0,29$ , которые являются критическими в онтогенезе озимой твердой пшеницы по отношению к высокой температуре.

С осадками как по месяцам, так и по периодам роста такой связи не наблюдалось. Положительной она была только в весенний период, в остальные связи была даже отрицательной. Это указывает на то, что величина урожайности у озимой твердой пшеницы зависит не от общего количества осадков, но и от характера их распределения, наличия влаги в почве, температурного режима, способности растений экономно расходовать влагу в период активной вегетации, особенно в налив и созревание зерна. Это положение подтверждается и значениями гидротермических коэффициентов, когда в засушливые годы ( $ГТК < 0,8$ ) урожайность по культуре была выше, чем во влажные.

Максимальная урожайность (7,9 т/га) за годы исследований получена в 2014 г., когда гидротермический коэффициент в течение вегетационного периода был несколько выше единицы.

#### Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В. Состояние и пути эффективной отрасли растениеводства. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2012. 384 с.
2. Беспалова Л. А. Эколого-генетические особенности формирования адаптивного потенциала сортов озимой пшеницы нового поколения // Экологическая генетика культурных растений: мат. школы молодых ученых. Краснодар: Изд-во РАСХН, ВНИИ РИСА, 2005. С. 35–38.
3. Васьюк И. А., Бакаев Н. М. Зависимость урожая яровой пшеницы от климатических факторов // Земледелие. 1988. С. 37–38.
4. Донцова А. А., Филиппов Е. Г. Создание новых сортов ячменя, адаптированных к усилению аридности климата // Зерновое хозяйство России. 2014. № 6(36). С. 43–49.

5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов). 4-е изд., переработ. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
6. Ионова Е. В., Газе В. Л., Некрасов Е. И. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур // Зерновое хозяйство России. 2013. № 3(27). С. 19–22.
7. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров, 2006. 488 с.
8. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата: труды по сельхоз. метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 169–178.
9. Титаренко А. В., Коробова Н. А. Экологическое сортоиспытание гороха в условиях приазовской зоны Ростовской области // Аграрная наука. 2013. № 8. С. 14–15.
10. Щенникова И. Н., Кокина Л. П., Кунилова А. В. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции многорядного ячменя в Волго-Вятском регионе // Доклады РАСХН. 2013. № 2. С. 8–11.

#### References

1. Alabushev A. V. Sostoyanie i puti effektivnoy otrasli rastenievodstva [The state and ways of an effective crop production industry]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2012. 384 s.
2. Bepalova L. A. Ekologo-geneticheskie osobennosti formirovaniya adaptivnogo potentsiala sortov ozimoy pshenicy novogo pokoleniya [Ecological and genetic features of the formation of the adaptive potential of new generation winter wheat varieties] // Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rasteniy: mat. shkoly molodykh uchenykh. Krasnodar: Izd-vo RASKHN, VNII Risa, 2005. S. 35–38.
3. Vas'ko I. A., Bakaev N. M. Zavisimost' urozhaya yarovoy pshenicy ot klimaticheskikh faktorov [The dependence of spring wheat yields on climatic factors] // Zemledelie. 1988. S. 37–38.
4. Doncova A. A., Filippov E. G. Sozdanie novykh sortov yachmenya adaptirovannykh k usileniyu aridnosti klimata [The development of new barley varieties adapted to an increasing climate aridity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 6(36). S. 43–49.
5. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of results)]. 4-e izd., pererabot. i dop. M.: Kolos, 1979. 416 s.
6. Ionova E. V., Gaze V. L., Nekrasov E. I. Perspektivy ispol'zovaniya adaptivnogo rajonirovaniya i adaptivnoj selekcii sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Prospects for the use of adaptive zoning and adaptive crop breeding] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2013. № 3(27). S. 19–22.
7. Rodina N. A. Selekcija yachmenya na Severo-Vostoke Nechernozem'ya [Barley breeding in the Northeast of Nechernozemie]. Kirov, 2006. 488 s.
8. Selyaninov G. T. O sel'skohozyajstvennoj ocenke klimata [About agricultural climate assessment]: trudy po sel'hoz. meteorologii. 1928. Vyp. 20. S. 169–178.
9. Titarenko A. V., Korobova N. A. Ekologicheskoe sortoispytanie goroha v usloviyakh priazovskoj zony Rostovskoj oblasti [Ecological variety testing of peas in the Pre-Azov zone of the Rostov region] // Agrarnaya nauka. 2013. № 8. S. 14–15.
10. Shchennikova I. N., Kokina L. P., Kunilova A. V. Istochniki hozyajstvenno-cennykh priznakov dlya selekcii mnogoryadnogo yachmenya v Volgo-Vyat'skom regione [Sources of economically valuable traits for multi-row barley breeding in the Volga-Vyatka region] // Doklady RASKHN. 2013. № 2. S. 8–11.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.