

3
НОМЕР



2016

ISSN 2304-9081

Электронный журнал
On-line версия журнала на сайте
<http://www.elmag.uran.ru>

БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УрО РАН



УЧРЕДИТЕЛИ

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УрО РАН

© А.Г. Крючков, 2016

УДК: 633.112.1«321»:631.559:551.58

А.Г. Крючков

ПАРАМЕТРЫ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ И ИХ ЗНАЧИМОСТЬ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Оренбург, Россия

Цель. Изучить зависимости урожайности яровой твёрдой пшеницы от основных, подверженных сильной изменчивости погодных факторов и установить параметры их величин положительно и отрицательно действующих на растения этой культуры для понимания её биологических возможностей в плане противостояния отрицательно действующим факторам и придания большей стабильности формирующейся урожайности.

Материалы и методы. В исследовании использованы данные метеонаблюдений Оренбургского Гидрометеоцентра по г. Оренбургу, многолетние данные (1990-2013 гг.) об урожайности яровой твёрдой пшеницы на стационаре отдела земледелия института (Н.А. Максютков и др. 2015 [1]). Поиск связей урожайности с параметрами погодных факторов (среднесуточная t воздуха, сумма температур, запасы влаги в слое почвы 0 – 100 см к севу, осадки, сумма влаги, относительная влажность воздуха, количество дней с относительной влажностью воздуха менее 30%) выполнен на базе нелинейного корреляционно – регрессионного анализа на ПЭВМ по программе Statgrafiks.

Результаты. Установлены параметры величин погодных факторов, действующих на урожайность яровой твёрдой пшеницы на черноземе южном в центральной степной зоне Оренбургского Предуралья, выявлена степень их варьирования и получены уравнения, описывающие зависимости урожайности от изученных факторов при проявлении их за отдельные месяцы и периоды в течение вегетации.

Заключение. Установленные параметры погодных факторов и полученные уравнения связей урожайности с ними позволяют заблаговременно осуществлять мониторинг и принимать управленческие решения при планировании её величины и страховании посевов от вероятных рисков при возделывании этой культуры в степной зоне.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, урожайность, погодные факторы, параметры, зависимости, математические уравнения.

A.G. Kruchkov

THE PARAMETERS OF WEATHER FACTORS AND THEIR IMPORTANCE FOR YIELD FORMATION OF SPRING WHEAT IN THE STEPPE ZONE OF THE ORENBURG URAL REGION

Orenburg Scientific Research Institute of Agriculture, Orenburg, Russia

Objective. To study the dependence of productivity of spring durum wheat from the main subject to strong variability of weather factors and to establish the parameters of their values of positive and negative existing in plants of this culture for understanding its biological capacity to confront negative existing factors and provide more stable forming of the yield.

Materials and methods. The study used data from the meteorological weather service of the Orenburg city of Orenburg, long-term data (1990 to 2013) on the yield of spring wheat on the hospital of Department of agriculture of the Institute (N.A. Maksutov et al., 2015 [1]). The search yields links with parameters weather conditions (average daily air t , the sum of tempera-

tures, moisture reserves in the soil layer 0 – 100 cm for planting, precipitation, amount of moisture, relative humidity, number of days with relative humidity less than 30%) is made on the basis of nonlinear regression analysis on the PC program Statgrafiks.

Results. Set values of weather factors acting on the yield of spring durum wheat in the South Central Chernozem in the steppe zone of the Orenburg Ural region, revealed the extent of their variation and the equations describing the dependence of productivity on the studied factors in the manifestation of him for some months and periods during the growing season.

Conclusion. Set parameters of weather factors and the resulting equations using yields relations with them proactively to monitor and make management decisions when planning its size and insurance-sevov from probable risks in the cultivation of this crop in the steppe zone.

Keywords: spring durum wheat, yields, weather factors, parameters, dependencies, mathematical equations.

Введение

Проблема стабилизации и повышения урожайности яровой твёрдой пшеницы в степной зоне Оренбургской области на черноземе южном, имеющем здесь наибольшее распространение, была, есть и остается актуальной, несмотря на то, что уже в течение 100 лет научные учреждения области ведут экспериментальные работы с этой культурой по самым разнообразным направлениям, связанным с созданием и выявлением более приспособленных сортов, поиском лучших агроценозов, места в севообороте, технологических приемов возделывания, удобрения, средств защиты растения, стимуляторов роста, сроков уборки, приемов послеуборочной обработки, отбора высококачественных семян и их хранения.

Накопленный огромный экспериментальный материал остается непроанализированным в плане увязки результатов с влиянием погодных факторов на рост, развитие, прохождение растениями этапов жизненного цикла. Исследователи, как правило, ограничивались в своих публикациях приведением показателей погодных условий (температуры воздуха, осадков, гидротермического коэффициента, коэффициента влагообеспеченности, суммы температур, запасов влаги к севу) без установления их связей с конечным результатом [1-8].

Выполненный нами ряд разработок и обобщений [9-13] привел к пониманию необходимости применения методов математического моделирования для анализа результатов многолетних и краткосрочных полевых экспериментов с возделываемыми культурами в условиях крайне неустойчивого климата засушливой степной зоны.

Вместе с тем, для проведения такого моделирования следовало обобщить и определить параметры погодных факторов, действующих на изучаемой территории на протяжении месяцев и периодов вегетации растений за многолетние периоды.

Земледельцу важно знать особенности климата своей территории не в общих чертах, а с точки зрения их комфортности для возделываемой культуры, с тем, чтобы правильнее строить стратегию и тактику избираемой технологии этой культуры. Для этого он должен располагать необходимыми математическими уравнениями, позволяющими вести мониторинг вероятного повышения продуктивности или ущерба от складывающихся погодных условий.

Этими положениями определяется цель и задачи нашего исследования: установить параметры основных действующих погодных факторов, их варьирование; выявить зависимости урожайности яровой твёрдой пшеницы от этих погодных факторов, проявляющихся в отдельные месяцы и периоды ее роста и развития и описать эти связи математическими уравнениями.

Материалы и методы

Материалами служат представленные нам результаты многолетних исследований на стационаре по земледелию в п. Нежинка под г. Оренбургом (Нежинское опытное поле) на черноземе южном за период с 1990 по 2013 гг. Сведениями о погодных условиях послужили наблюдения Гидрометеоцентра г. Оренбурга. Данные об урожайности и запасах влаги в почве привлечены из материалов полевых исследований отдела земледелия [1]. Поиск зависимостей, параметров, факторов и уравнений связей проведены нами с использованием методов статистического, нелинейного корреляционно-регрессионного и графического анализов, применением методов математического моделирования с помощью программы Statgrafiks на ПЭВМ.

Результаты и обсуждение

Растения яровой твёрдой пшеницы в течение своей вегетации подвергаются воздействию различных погодных факторов. В степной зоне Оренбургского Предуралья период её вегетации укладывается в четыре месяца: май, июнь, июль, август.

Пользуясь общедоступными сведениями об основных погодных факторах Гидрометеоцентра области, мы пытались составить приближённую характеристику погодных условий, действующих на формирование урожайно-

сти яровой твёрдой пшеницы в отдельные месяцы и периоды ее вегетации, за длительный (1990-2013 гг.) период исследований. Это позволяет определить граничные значения действующих факторов, чтобы предостеречься от необоснованного планирования уровня урожайности этой культуры.

Среди факторов основное внимание уделили среднесуточной t воздуха, её сумме, осадкам, запасам влаги в почве, сумме поступившей влаги (запас влаги к севу + осадки), относительной влажности воздуха и количеству дней с относительной W воздуха менее 30%.

По силе связей со среднесуточной t воздуха наиболее тесная зависимость урожайности была обнаружена с её величиной за июль ($n_{yx}=0,923$, $K_g=85,23\%$), затем следовали связи за июнь ($n_{yx}=0,834$, $K_g=69,51\%$) и август ($n_{yx}=0,812$, $K_g=68,96\%$). Связь с ней за май оказалась недостоверной (табл. 1).

Среди 2^x месячных периодов наиболее тесно коррелировали с урожайностью среднемесячные температуры воздуха за июнь – июль ($n_{yx}=0,968$, $K_g=93,62\%$), июль - август ($n_{yx}=0,959$, $K_g=92,06\%$), тогда как за май – июнь ($n_{yx}=0,813$, $K_g=66,04\%$) связь была менее значимой.

Но что касается 3^x месячных периодов, то связь со среднесуточной t воздуха за май – июль оказалась более тесной ($n_{yx}=0,918$, $K_g=82,86\%$), чем за июнь – август ($n_{yx}=0,848$, $K_g=71,99\%$).

Анализ полученных уравнений позволяет считать, что среднесуточные t воздуха за май в пределах от $13,7$ до $18,5^0\text{C}$ еще не дают возможности судить о будущей урожайности. Это повышение свидетельствует лишь о тенденции к вероятному недобору урожайности.

Повышение среднесуточной t воздуха в июне с $15,7$ до $24,8^0\text{C}$ сопровождается снижением урожайности яровой твёрдой пшеницы с $19,65$ до $6,15$ ц с 1 га, в июле ее рост с $17,2$ до $26,3^0\text{C}$ снижает урожайность с $27,88$ до $3,54$ ц с 1 га и в августе с $17,1$ до 25^0C соответственно с $17,8$ до $4,68$ ц с 1 га (рис. 1).

Вместе с тем, нередко на территории периоды с более длительным действием повышенных температур воздуха на растения. Поэтому нами прослежены связи с их действием за 2^{yx} месячные и 3^x месячные периоды. Рост температур воздуха за май-июнь с $15,9$ до $21,5^0\text{C}$ способен снизить урожайность с $16,43$ до $0,91$ ц с 1 га, за июнь-июль с $17,9$ до 25^0C с $30,3$ до $3,41$ ц с 1 га и за июль-август с $17,4$ до $22,5^0\text{C}$ с $26,87$ до $8,6$ ц с 1 га.

Таблица 1. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от средне-суточной t воздуха за отдельные месяцы и периоды сезона (Нежинское опытное поле, 1990-2013 гг.)

п\п	Коррелируемые величины	Параметры величин ($M \pm G$)	$v\%$	η_{yx}	F	
					факт.	теор _{01,05}
1.	Среднесуточная t воздуха за май, $^{\circ}C(x)$	$\frac{10,9-18,5}{15,2 \pm 2,0}$	13,10	-	-	-
2.	Урожайность, ц с 1 га (y)	$\frac{5,07-25,52}{12,01 \pm 6,79}$	56,58	0,590	1,39	2,21
Функция не удовлетворяет критерию Фишера						
3.	Среднесуточная t воздуха за июнь, $^{\circ}C(x_1)$	$\frac{15,7-24,8}{20,4 \pm 2,4}$	11,70	-	-	-
4.	Урожайность, ц с 1 га (y_1)	$\frac{3,61-19,88}{12,18 \pm 4,12}$	33,79	0,834	3,13	3,05
$y_1 = 100,9262 - 67,961 \lg(x_1) \pm 2,32$ ц с 1 га, для 69,54% случаев						
5.	Среднесуточная t воздуха за июль, $^{\circ}C(x_2)$	$\frac{17,2-26,3}{22,1 \pm 2,17}$	9,82	-	-	-
6.	Урожайность, ц с 1 га (y_2)	$\frac{5,2-22,17}{12,29 \pm 6,18}$	50,26	0,923	6,12	3,11
$y_2 = 142,9856 - 9,318763x_2 + 0,1527325x_2^2 \pm 2,50$ ц с 1 га, для 85,23% случаев						
7.	Среднесуточная t воздуха за август, $^{\circ}C(x_3)$	$\frac{17,1-25,0}{20,4 \pm 2,14}$	10,48	-	-	-
8.	Урожайность, ц с 1 га (y_3)	$\frac{5,74-19,56}{11,94 \pm 4,43}$	37,10	0,812	2,80	2,18
$y_3 = 116,2861 - 79,836 \lg(x_3) \pm 2,65$ ц с 1 га, для 65,96% случаев						
9.	Среднесуточная t воздуха за май - июнь, $^{\circ}C(x_4)$	$\frac{14,2-21,5}{17,9 \pm 1,96}$	10,95	-	-	-
10.	Урожайность, ц с 1 га (y_4)	$\frac{2,25-23,14}{12,18 \pm 6,14}$	50,43	0,813	2,66	2,21
$y_4 = -125,0683 + 17,7604x_4 - 0,5572916x_4^2 \pm 3,76$ ц с 1 га, для 66,04% случаев						
11.	Среднесуточная t воздуха за июнь-июль, $^{\circ}C(x_5)$	$\frac{17,9-25,0}{21,3 \pm 1,80}$	8,46	-	-	-
12.	Урожайность, ц с 1 га (y_5)	$\frac{2,29 - 25,1}{12,35 \pm 6,42}$	52,0	0,968	15,41	3,05
$y_5 = 7441,01 * 10^{(-0,1335369x_5)} \pm 1,64$ ц с 1 га для 93,82% случаев						
13.	Среднесуточная t воздуха за июль - август, $^{\circ}C(x_6)$	$\frac{17,4-25,2}{21,4 \pm 2,08}$	9,76	-	-	-
14.	Урожайность, ц с 1 га (y_6)	$\frac{7,62-23,42}{12,45 \pm 4,96}$	39,81	0,959	11,39	3,11
$y_6 = 359,966 - 31,176x_6 + 0,6915575x_6^2 \pm 1,47$ ц с 1 га, для 92,06% случаев						
15.	Среднесуточная t воздуха за май - июль, $^{\circ}C(x_7)$	$\frac{16,7-23,1}{19,4 \pm 1,82}$	9,37	-	-	-
16.	Урожайность, ц с 1 га (y_7)	$\frac{5,07-25,52}{12,01 \pm 6,79}$	50,80	0,910	5,56	3,05
$y_7 = 193,5173 - 61,1863 * \lg(x_7) \pm 2,65$ ц с 1 га, для 82,86% случаев						
17.	Среднесуточная t воздуха за июль - август, $^{\circ}C(x_8)$	$\frac{17,9-25,1}{21,2 \pm 1,80}$	8,47	-	-	-
18.	Урожайность, ц с 1 га (y_8)	$\frac{3,17-25,1}{11,99 \pm 5,43}$	45,26	0,848	3,40	3,05
$y_8 = -42,61032 \pm 2,94$ ц с 1 га, для 71,99% случаев.						

В 3^х месячных периодах: за май-июль повышение среднесуточных t воздуха с 16,7 до 23,1⁰С сопровождается снижением урожайности с 21,25 до 1,4 ц с 1 га, а за июнь-август при ее возрастании с 17,9 до 25,1⁰С снижением урожайности с 21,6 до 3,17 ц с 1 га.

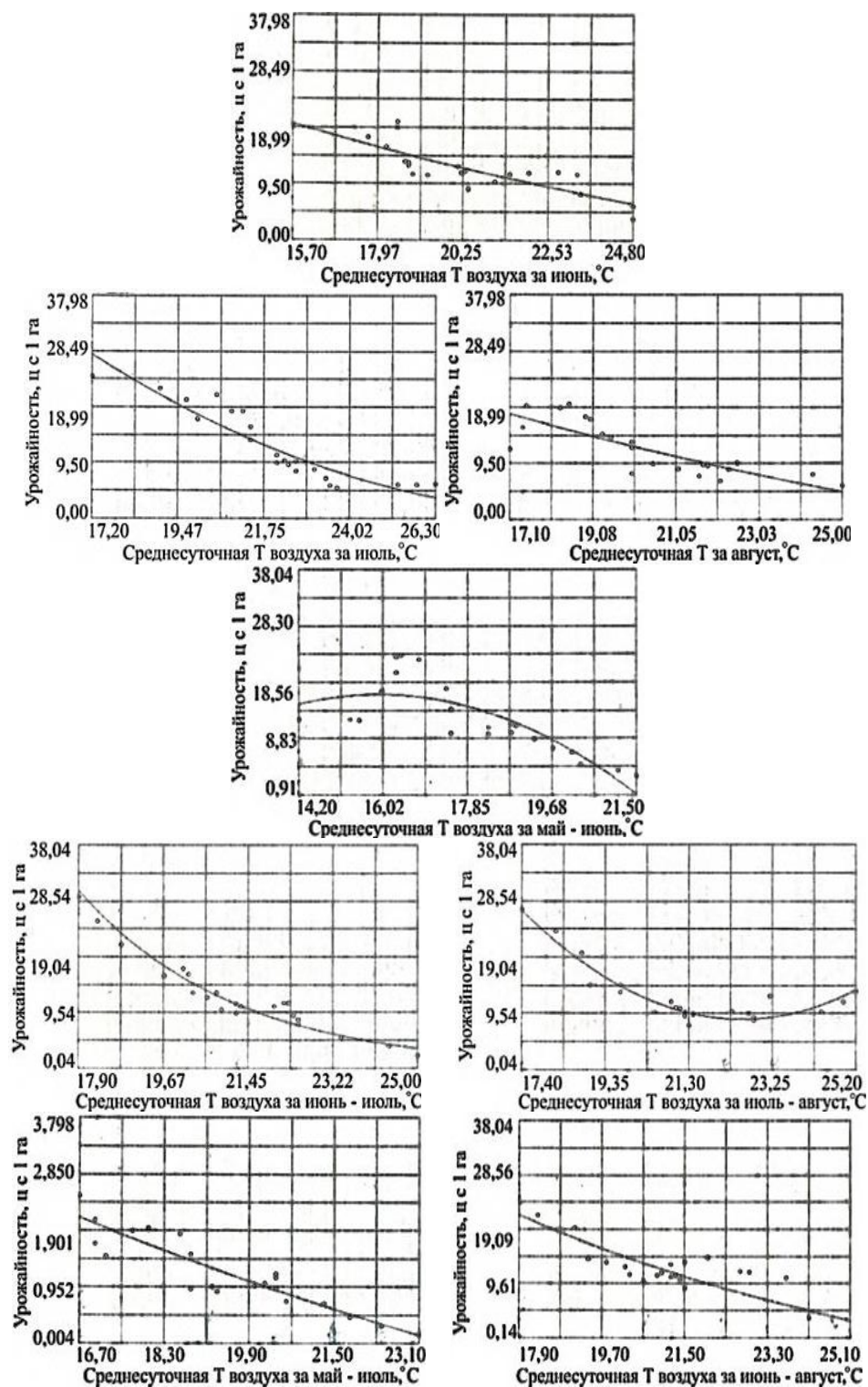


Рис. 1. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от среднесуточной t воздуха за отдельные месяцы и периоды (1990-2013 гг.).

Действие суммы температур воздуха наиболее напряженным оказалось в июле ($n_{yx}=0,913$, $K_g=83,35\%$), в июне связь была сильной, но менее выраженной ($n_{yx}=0,834$, $K_g=69,59\%$). При этом связь сумм температур за май и август оказалась в категории средних ($n_{yx}=0,639$ и $0,535$), но адекватных уравнений получено не было. Это вполне объяснимо тем, что в начале вегетации (май) действие сумм температур воздуха сглаживается из-за их относительно невысоких величин, наличием значительных количеств влаги в почве и способностью растений противостоять отрицательному воздействию относительно невысоких сумм температур, а в августе это явление связано с завершением органообразовательных процессов.

Увеличение сумм температур в 2^{yx} месячном периоде: май-июнь усиливало напряженность связей до 0,729 ед., но адекватного уравнения при этом получить не удалось. Тесные связи обнаружились в следующие периоды: июнь-июль ($n_{yx}=0,953$, $K_g=90,91\%$) и июль-август ($n_{yx}=0,975$, $K_g=95,07\%$).

При рассмотрении действия нарастающих сумм температур за 3^x месячные периоды на первое место вышел период май-июль ($n_{yx}=0,926$, $K_g=85,82\%$) и на второе – июнь-август ($n_{yx}=0,874$, $K_g=76,31\%$).

Основное напряжение создается в июле – в период колошения, цветения, оплодотворения и налива зерна.

Графический анализ полученных уравнений позволяет считать, что в июне по мере увеличения суммы температур воздуха с 471 до 744⁰С урожайность яровой пшеницы снижается с 19,65 до 6,15 ц с 1 га, а в июле при ее росте с 533,2 до 815,7⁰С урожайность падает с 28,0 до 4,8 ц с 1 га (табл. 2).

По 2^{yx} месячному периоду июнь-июль увеличение суммы температур с 1024,2 до 1559,3⁰С снижает урожайность с 27,3 до 4,38 ц с 1 га, а за июль – август при её повышении с 1082,2 до 1463,0⁰С – с 26,9 до 5,67 ц с 1 га.

Повышение суммы температур с 1534,4 до 2126,6⁰С в трехмесячном периоде: май-июль приводило к снижению урожайности с 22,7 до 2,7 ц с 1 га, а за период: июль-август её увеличение соответственно с 1643,2 до 2105,8⁰С с 22,7 до 8,49 ц с 1 га (рис. 2).

Таблица 2. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от суммы температур воздуха за отдельные месяцы и периоды сезона

п/п	Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v%	η_{yx}	F	
					факт.	теор _{01,05}
1.	Сумма Т воздуха за май, °C(x)	<u>337,9-567,3</u> 468,9±58,8	12,55	-	-	-
2.	Урожайность, ц с 1 га (y)	<u>5,07-23,26</u> 12,15±6,22	51,22	0,639	1,53	2,21
Функция не удовлетворяет критерию Фишера						
3.	Сумма Т воздуха за июнь, °C(x ₁)	<u>471-744</u> 610,6±71,5	11,70	-	-	-
4.	Урожайность, ц с 1 га (y ₁)	<u>3,61-19,88</u> 12,18±4,12	33,79	0,834	3,13	3,05
$y_1=201,3775-29,5252lg(x_1) \pm 2,32$ ц с 1 га, для 69,59% случаев						
5.	Сумма Т воздуха за июль, °C(x ₂)	<u>533,2-815,3</u> 686,6±68,7	10,00	-	-	-
6.	Урожайность, ц с 1 га (y ₂)	<u>5,51-22,17</u> 12,35±6,09	49,30	0,913	5,43	3,11
$y_2=158,9277-0,35224x_2+2,00183E-03x_2^2 \pm 2,61$ ц с 1 га, для 83,35% случаев						
7.	Сумма Т воздуха за август, °C(x ₃)	<u>522-753,3</u> 613,2±67,0	10,92	-	-	-
8.	Урожайность, ц с 1 га (y ₃)	<u>4,14-21,93</u> 11,88±5,18	43,61	0,535	1,33	2,18
Функция не удовлетворяет критерию Фишера						
9.	Сумма Т воздуха за май - июнь, °C(x ₄)	<u>868,9-1311,3</u> 1096,7±112,1	10,31	-	-	-
10.	Урожайность, ц с 1 га (y ₄)	<u>4,67-22,91</u> 12,17±5,57	45,80	0,729	1,93	2,21
Функция не удовлетворяет критерию Фишера						
11.	Сумма Т воздуха за июнь-июль, °C(x ₅)	<u>1094,2-1559,3</u> 1296,2±114,8	8,85	-	-	-
12.	Урожайность, ц с 1 га (y ₅)	<u>4,27-24,98</u> 12,27±6,38	51,96	0,953	10,48	3,05
$y_5=5,94544E-02*10() \pm 1,97$ ц с 1 га для 90,91% случаев						
13.	Сумма Т воздуха за июль - август, °C(x ₆)	<u>1082,2-1438,3</u> 1288,7±99,3	7,71	-	-	-
14.	Урожайность, ц с 1 га (y ₆)	<u>4,69-23,40</u> 11,49±5,95	51,37	0,975	18,16	3,11
$y_6=319,2583-0,42874x_6+1,46549E-04x_6^2 \pm 1,40$ ц с 1 га, для 95,07% случаев						
15.	Сумма Т воздуха за май - июль, °C(x ₇)	<u>1534,4-2126,6</u> 1773,1±155,1	8,74	-	-	-
16.	Урожайность, ц с 1 га (y ₇)	<u>3,65-20,84</u> 12,35±6,18	50,07	0,926	6,38	3,11
$y_7=197,2167-0,1713535x_7+3,756522E-05x_7^2 \pm 2,45$ ц с 1 га, для 85,82% случаев						
17.	Сумма Т воздуха за июль - август, °C(x ₈)	<u>1643,2-2309,3</u> 1923,4±153,3	7,97	-	-	-
18.	Урожайность, ц с 1 га (y ₈)	<u>7,55-20,84</u> 12,20±4,36	35,78	0,874	3,82	3,11
$y_8=302,8176-0,2794673x_8+6,63406E-02x_8^2 \pm 2,23$ ц с 1 га, для 76,31% случаев.						

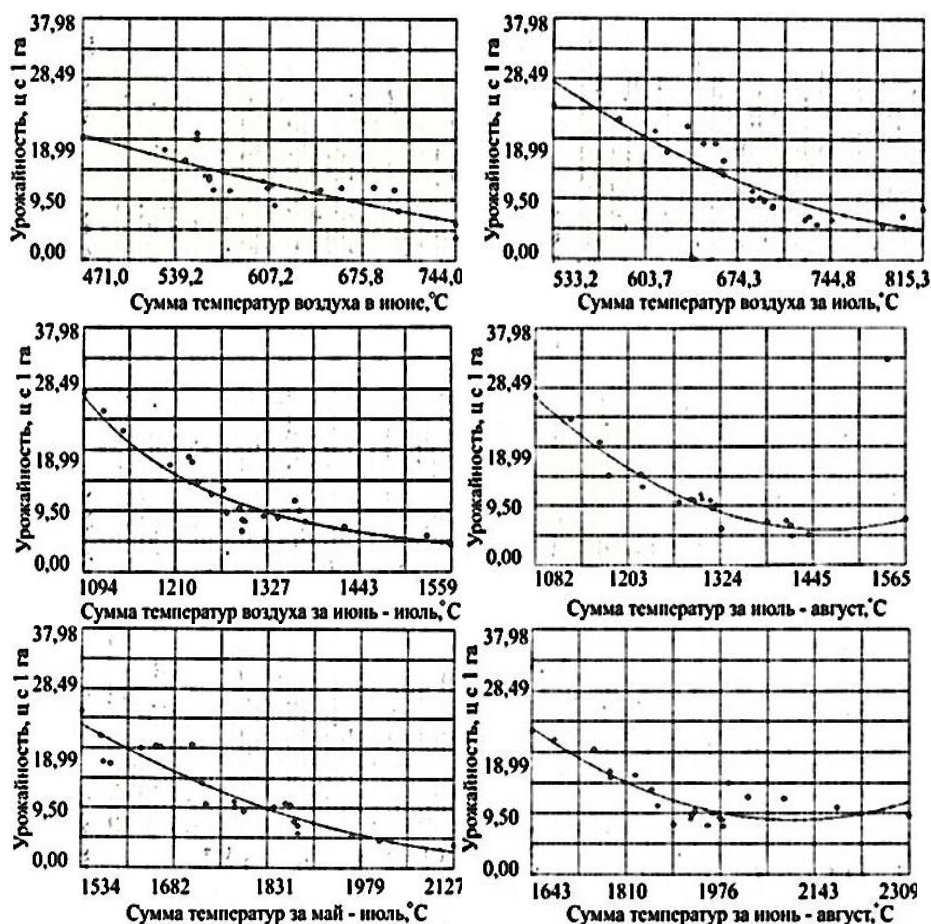


Рис. 2. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от суммы температур воздуха за отдельные месяцы и периоды (1990-2013 гг.).

Важнейшую роль в формировании урожайности яровой твёрдой пшеницы в засушливых регионах отводят суммарному количеству влаги (запас влаги в почве к севу в слое 0-100 см + выпадающие осадки) (табл. 3).

Согласно полученным уравнениям и связям степень зависимости урожайности яровой твёрдой пшеницы наиболее тесна с количеством суммарной поступившей влаги на конец июля ($n_{yx}=0,930$, $K_g=86,4\%$) и августа ($n_{yx}=0,925$, $K_g=85,55\%$). Слабее выглядит эта связь с суммарной влагой на конец мая ($n_{yx}=0,851$, $K_g=72,37\%$) и еще слабее на конец июня ($n_{yx}=0,770$, $K_g=60,76\%$).

Среди 2^х месячных периодов тесные связи урожайности с количеством суммарной влаги проявляются за июнь-июль ($n_{yx}=0,919$, $K_g=84,44\%$) и июль-август ($n_{yx}=0,928$, $K_g=86,1\%$), а за 3^х месячные периоды теснота связей нарастает: за май-июль ($n_{yx}=0,930$, $K_g=86,46\%$) и за июль-август ($n_{yx}=0,969$, $K_g=93,88\%$).

Таблица 3. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от количества суммарной влаги за периоды вегетации (1990-2013 гг.)

п/п	Коррелируемые величины	Параметры величин ($M \pm G$)	$v\%$	η_{yx}	F	
					факт.	теор _{01,05}
1.	Суммарная влага на конец мая, мм (x)	$\frac{117,2-257,9}{193,0 \pm 36,6}$	18,95	-	-	-
2.	Урожайность, ц с 1 га (y)	$\frac{4,47-19,2}{12,23 \pm 4,43}$	36,25	0,851	3,27	3,11
$y = -32,65954 + 0,37834x - 7,302045E-04x^2 \pm 2,45$ ц с 1 га, для 72,37% случаев.						
3.	Суммарное поступление влаги на конец июня, мм (x_1)	$\frac{118,2-394,2}{234,3 \pm 58,6}$	25,00	-	-	-
4.	Урожайность, ц с 1 га (y_1)	$\frac{4,68-21,2}{12,0 \pm 5,14}$	42,92	0,779	2,90	2,21
$y_1 = -24,77 + 0,2482x_1 - 3,6789E-04x_1^2 \pm 3,39$ ц с 1 га, для 60,76% случаев						
5.	Суммарное поступление влаги на конец июля, мм (x_2)	$\frac{129,2-471,3}{280,1 \pm 8,45}$	30,18	-	-	-
6.	Урожайность, ц с 1 га (y_2)	$\frac{4,53-22,80}{12,28 \pm 6,02}$	49,03	0,930	6,65	3,11
$y_2 = -13,24076 + 0,11595x_2 - 8,15418E-05x_2^2 \pm 2,34$ ц с 1 га, для 86,4% случаев						
7.	Суммарное поступление влаги на конец августа, мм (x_3)	$\frac{163,2-483,9}{310,3 \pm 83,8}$	27,03	-	-	-
8.	Урожайность, ц с 1 га (y_3)	$\frac{2,39-25,52}{12,11 \pm 6,42}$	55,03	0,925	6,59	3,05
$y_3 = 83,91795 \cdot \exp() \pm 2,50$ ц с 1 га, для 85,55% случаев						
9.	Суммарное поступление влаги за май – июнь, мм (x_4)	$\frac{118,2-394,9}{233,1 \pm 56,3}$	24,16	-	-	-
10.	Урожайность, ц с 1 га (y_4)	$\frac{4,68-21,21}{11,55 \pm 5,15}$	44,59	0,751	2,10	2,15
Функция не удовлетворяет критерию Фишера						
11.	Суммарная влага за июнь – июль, мм (x_5)	$\frac{128,2-399,9}{247,7 \pm 67,6}$	27,27	-	-	-
12.	Урожайность, ц с 1 га (y_5)	$\frac{6,21-22,89}{11,73 \pm 5,88}$	50,13	0,919	3,87	2,99
$y_5 = 1,894172 + 2,099457E-03x_5 + 1,416889E-04x_5^2 \pm 2,43$ ц с 1 га, для 84,44% случаев						
13.	Суммарная влага за июль – август, мм (x_6)	$\frac{146,8-378,6}{237,9 \pm 58,0}$	24,37	-	-	-
14.	Урожайность, ц с 1 га (y_6)	$\frac{3,74-26,79}{11,75 \pm 6,80}$	57,84	0,928	6,57	2,99
$y_6 = 7,110204 - 6,343566E-02x_6 + 3,300121E-04x_6^2 \pm 2,65$ ц с 1 га, для 86,1% случаев						
15.	Суммарная влага за май - июль, мм (x_7)	$\frac{129,2-471,9}{281,6 \pm 82,3}$	29,29	-	-	-
16.	Урожайность, ц с 1 га (y_7)	$\frac{4,53-21,21}{11,68 \pm 5,71}$	48,88	0,930	7,07	2,93
$y_7 = -6,485929 + 6,451172E-02x_7 \pm 2,15$ ц с 1 га, для 86,46% случаев						
17.	Суммарная влага за июль - август, мм (x_8)	$\frac{162,2-426,9}{276,4 \pm 68,7}$	24,86	-	-	-
18.	Урожайность, ц с 1 га (y_8)	$\frac{5,25-26,58}{11,8 \pm 6,17}$	52,09	0,969	14,91	2,99
$y_8 = 10,44711 - 7,223395E-02x_8 + 2,640278E-04x_8^2 \pm 1,60$ ц с 1 га, для 93,88% случаев						

Анализ уравнений показал, что урожайность яровой твёрдой пшеницы повышается при увеличении количества суммарной влаги за июнь-июль со 128,2 до 399,9 мм от 4,49 до 25,4 ц с 1 га, за июль-август со 146,8 до 378,6 мм от 4,91 до 30,4 ц с 1 га, а в трехмесячных периодах: за май-июль со 129,2 до 471,9 мм от 1,85 до 23,96 ц с 1 га и за июнь-август со 162,2 до 426,9 мм от 5,68 до 27,7 ц с 1 га.

При возрастании суммы влаги на конец мая со 117,2 до 257,9 °С урожайность может возрасти с 1,65 до 16,34 ц с 1 га, на конец июня со 118,2 до 337,2 мм – с 0,14 до 17,1 ц с 1 га, на конец июля со 129,2 до 471,3 мм – с 0,37 до 23,3 ц с 1 га и на конец августа со 163,2 до 481,9 мм с 2,05 до 24,02 ц с 1 га (рис. 3).

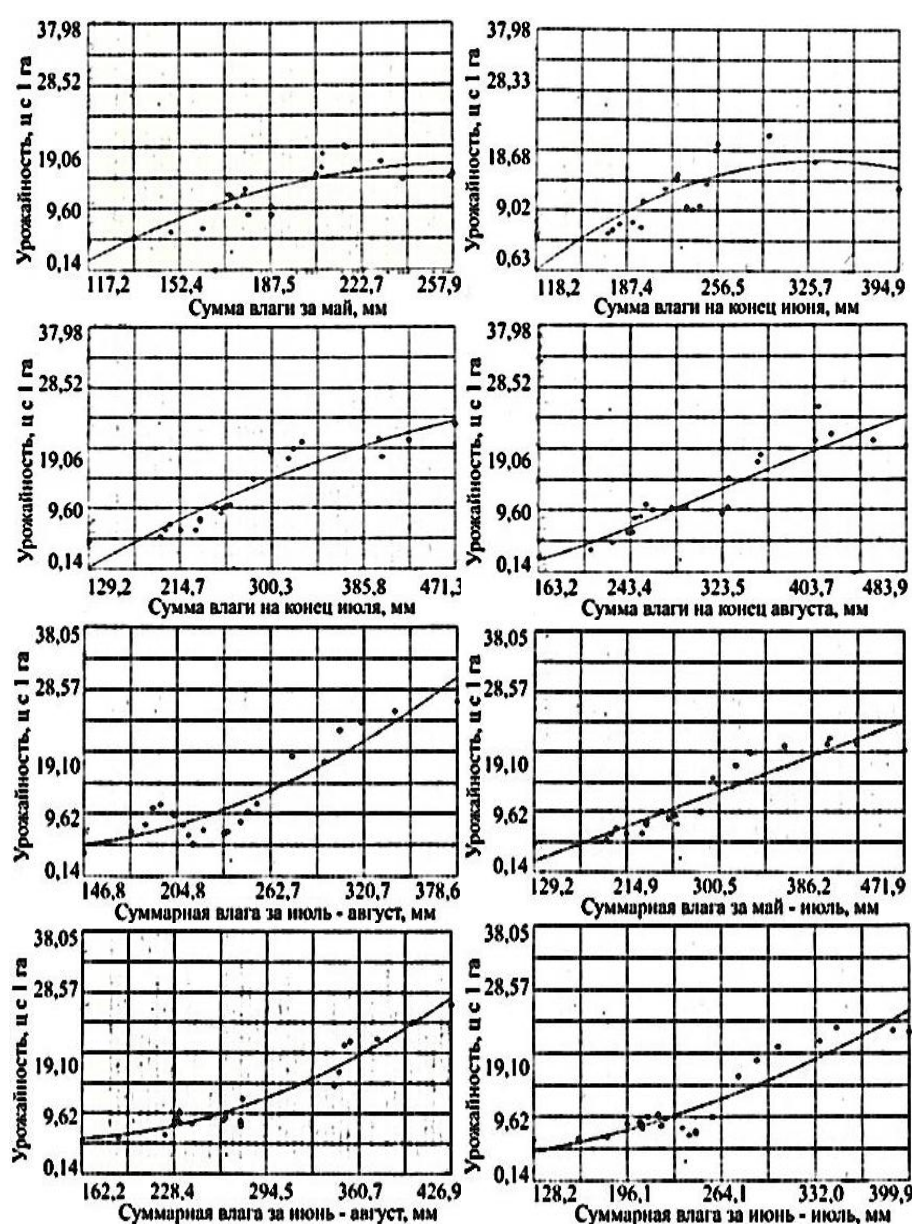


Рис. 3 Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от количества суммарной влаги (1990-2013 гг.).

Производственники придают важное значение осадкам. Но, как показывают результаты исследования, их действие в мае и августе не поддается закономерному описанию уравнениями, несмотря на проявление сильных связей ($n_{yx}=0,721$ и $0,728$), уравнения не отвечали критериям Фишера.

Решающее влияние на величину урожайности этой культуры оказывали осадки июля ($n_{yx}=0,932$, $K_g=86,83\%$) и июня ($n_{yx}=0,833$, $K_g=69,35\%$) (табл. 4).

В 2^х месячных периодах наиболее тесная связь была обнаружена с осадками за июль-август ($n_{yx}=0,941$, $K_g=88,55\%$). Осадки за остальные периоды: май-июнь, июнь-июль имели близкую степень зависимости ($n_{yx}=0,819$ и $0,812$; $K_g=67,95$ и $65,89\%$).

За 3^х-месячные периоды более важными были осадки за июнь-август ($n_{yx}=0,910$, $K_g=82,92\%$) в сравнении с осадками за май-июль ($n_{yx}=0,819$, $K_g=68,13\%$).

В соответствии с полученными уравнениями по мере увеличения количества осадков с 1 до 137 мм в июне, и с 5,3 до 133 мм в июле и августе урожайность яровой твёрдой пшеницы соответственно повышается с 5,76 до 23,36 ц с 1 га, с 8,0 до 31,37 ц с 1 га и с 10,08 до 22,64 ц с 1 га (рис. 4).

На фоне выпадавших осадков за 2^х месячные периоды: май-июнь от 1,4 до 221 мм, июнь-июль от 15 до 220 мм и за июль-август от 36 до 160 мм урожайность ее соответственно возрастала с 0,0 до 17,16 ц с 1 га, с 7,48 до 23,97 ц с 1 га и с 8,81 до 31,21 ц с 1 га.

В 3^х-месячных периодах: май-июль и июнь-август увеличение количества выпавших осадков соответственно с 13 до 298 мм и с 46 до 247 мм способствовало росту урожайности с 4,28 до 20,02 ц с 1 га и с 7,65 до 26,08 ц с 1 га, а при их количестве от 47 до 310 мм за май-август урожайность повышалась от 4,36 до 24,79 ц с 1 га

Серьезным препятствием в формировании урожайности яровой твёрдой пшеницы является низкая относительная влажность воздуха за месяцы ее вегетации. По полученным данным математического анализа урожайность яровой твёрдой пшеницы наиболее сильно зависит от среднесуточной относительной W воздуха, складывающейся в июне ($n_{yx}=0,964$, $K_g=92,92\%$), июле ($n_{yx}=0,957$, $K_g=91,57\%$), а также в 2 месячных периодах: июнь-июль ($n_{yx}=0,965$, $K_g=93,07\%$), июль-август ($n_{yx}=0,950$, $K_g=90,34\%$) и 3^х месячном периоде: июнь-август ($n_{yx}=0,944$, $K_g=89,19\%$).

Таблица 4. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от количества выпадающих осадков за месяцы и отдельные периоды сезона

п/п	Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v%	η_{yx}	F	
					факт.	теор _{01,05}
1.	Осадки за май, мм (x)	$\frac{1-84,0}{33,8 \pm 24,5}$	22,56	-	-	-
2.	Урожайность, ц с 1 га (y)	$\frac{1,85-19,24}{12,06 \pm 4,52}$	37,44	0,721	1,98	2,18
Функция не удовлетворяет критерию Фишера						
3.	Осадки за июнь, мм (x ₁)	$\frac{1-137,0}{41,0 \pm 29,3}$	71,33	-	-	-
4.	Урожайность, ц с 1 га (y ₁)	$\frac{7,43-22,74}{12,33 \pm 4,72}$	38,25	0,833	2,95	2,21
y ₁ =5,575786+0,192424x ₁ -4,568418E-04x ₁ ² ±2,74 ц с 1 га, для 69,35% случаев						
5.	Осадки за июль, мм (x ₂)	$\frac{1-13,30}{46,6 \pm 37,0}$	79,35	-	-	-
6.	Урожайность, ц с 1 га (y ₂)	$\frac{5,47-27,86}{12,50 \pm 6,36}$	50,89	0,932	6,87	3,11
y ₂ =8,013286-5,603984E-03x ₂ +1,362957E-03x ₂ ² ±2,43 ц с 1 га, для 86,83% случаев						
7.	Осадки за август, мм (x ₃)	$\frac{1-84,0}{26,0 \pm 21,0}$	80,53	-	-	-
8.	Урожайность, ц с 1 га (y ₃)	$\frac{5,25-20,78}{12,25 \pm 4,28}$	35,0	0,723	1,92	2,21
Функция не удовлетворяет критерию Фишера						
9.	Осадки за май - июнь, мм (x ₄)	$\frac{2,0-221,0}{74,8 \pm 45,8}$	61,27	-	-	-
10.	Урожайность, ц с 1 га (y ₄)	$\frac{0,0-18,9}{11,94 \pm 4,42}$	37,00	0,819	2,89	2,18
y ₄ =-3,9448+3,911 lg(x ₄)±2,60 ц с 1 га для 67,07% случаев						
11.	Осадки за июнь-июль, мм (x ₅)	$\frac{15,0-220,0}{84,1 \pm 57,1}$	67,95	-	-	-
12.	Урожайность, ц с 1 га (y ₅)	$\frac{5,23-26,28}{12,29 \pm 5,68}$	46,19	0,812	2,79	2,18
y ₅ =6,8705*1,00557 ^(x₅) ±3,396 ц с 1 га для 65,89% случаев						
13.	Осадки за июль - август, мм (x ₆)	$\frac{14,0-160,0}{69,0 \pm 39,0}$	56,62	-	-	-
14.	Урожайность, ц с 1 га (y ₆)	$\frac{6,44-31,58}{12,52 \pm 6,24}$	49,86	0,941	7,90	3,11
y ₆ =10,69096-0,1045833x ₆ +1,455555E-03x ₆ ² ±2,22 ц с 1 га, для 88,55% случаев						
15.	Осадки за май - июль, мм (x ₇)	$\frac{13,0-298,0}{117,4 \pm 73,6}$	62,70	-	-	-
16.	Урожайность, ц с 1 га (y ₇)	$\frac{0,37-21,64}{12,02 \pm 4,81}$	40,05	0,813	2,81	2,16
y ₇ =0,1271026+1,152657x ₇ ^(0,5) ±2,87 ц с 1 га, для 66,13% случаев						
17.	Осадки за июль - август, мм (x ₈)	$\frac{46-247,0}{110,0 \pm 55,9}$	50,84	-	-	-
18.	Урожайность, ц с 1 га (y ₈)	$\frac{6,8-26,54}{12,30 \pm 5,56}$	45,24	0,910	5,57	3,05
y ₈ =5,78516*1,006117 ^(x₈) ±2,36 ц с 1 га, для 82,92% случаев.						

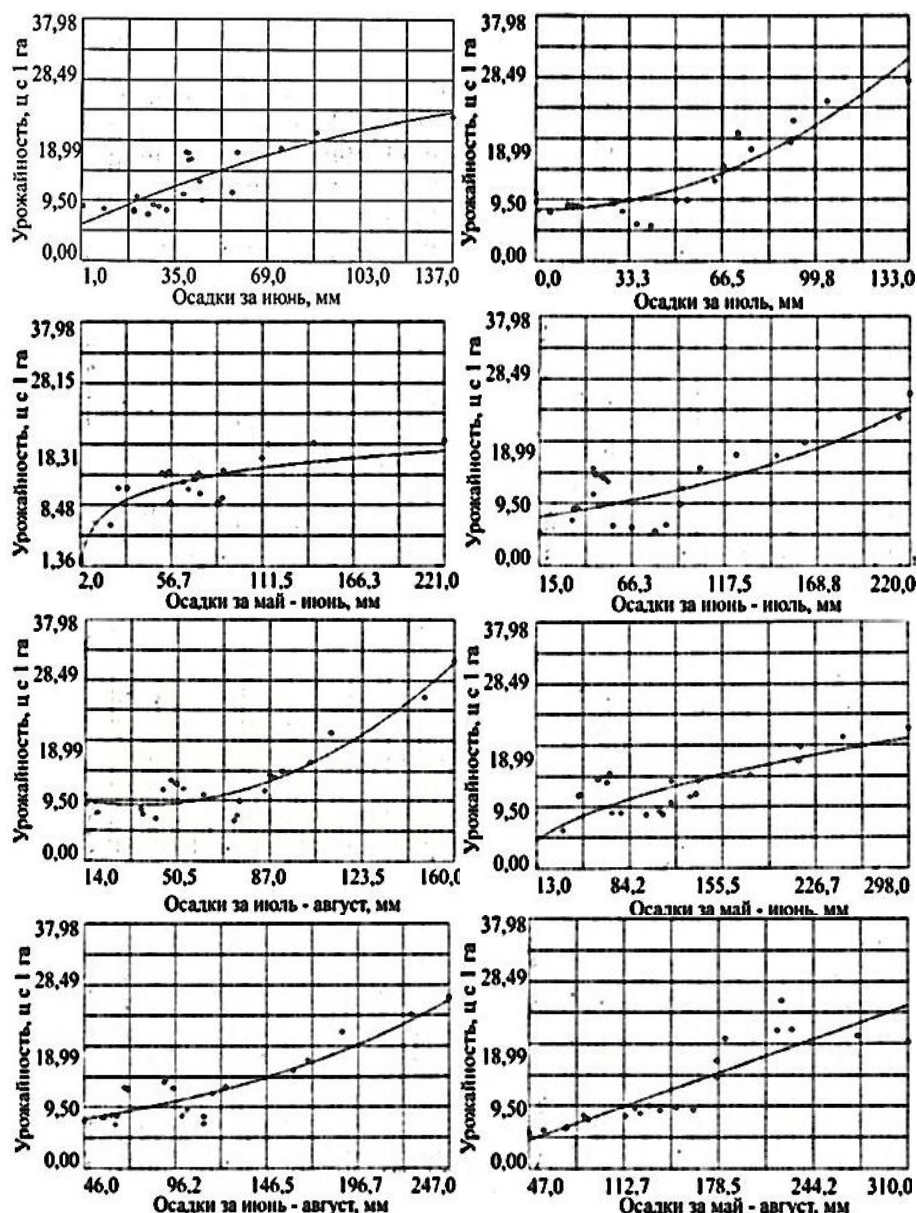


Рис. 4. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от количества выпадающих осадков. (1990-2013 гг.).

За период: май-июль степень связи начинает ослабевать ($n_{yx}=0,914$, $K_g=83,63\%$), за май-июнь она снижается ($n_{yx}=0,787$, $K_g=62\%$). Она понижена в августе ($n_{yx}=0,832$, $K_g=69,16\%$), а за май оказалась на уровне средней ($n_{yx}=0,636$) и недостоверной.

Графический анализ полученных уравнений позволяет считать, что при повышении среднесуточной W воздуха за июнь с 32 до 69% урожайность яровой твёрдой пшеницы может возрасти с 1,96 до 26,2 ц с 1 га, за июль от 38 до 77% с 2,51 до 23,82 ц с 1 га, за август от 43 до 75% с 3,2 до 21,54 ц с 1 га.

При более длительном воздействии в 2^х месячных периодах (табл. 5): май-июнь относительной W воздуха от 38 до 66% урожайность возрастает с 1,47 до 20,63 ц с 1 га, за июнь-июль с 41,2 до 72% от 4,29 до 29,12 ц с 1 га, а

Таблица 5. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от среднесуточной относительной влажности воздуха за отдельные месяцы и периоды ее вегетации (1990-2013 гг.)

п/п	Коррелируемые величины	Параметры величин ($M \pm G$)	$v\%$	η_{yx}	F	
					факт.	теор _{01,05}
1.	Среднесуточная $W_{\text{воздуха}}$ за май, % (x)	$\frac{39 - 67}{54 \pm 7,1}$	19,08	-	-	-
2.	Урожайность, ц с 1 га (y)	$\frac{1,15-19,18}{11,7 \pm 4,94}$	42,22	0,636	1,60	2,13
Функция не удовлетворяет критерию Фишера						
3.	Среднесуточная $W_{\text{воздуха}}$ за июнь, % (x_1)	$\frac{32 - 69}{55,1 \pm 9,1}$	16,46	-	-	-
4.	Урожайность, ц с 1 га (y_1)	$\frac{1,15-27,59}{11,8 \pm 6,5}$	55,16	0,964	13,52	2,93
$y_1 = 0,2093792 * 1,072502^{(x_1)} \pm 1,77$ ц с 1 га, для 92,92% случаев						
5.	Среднесуточная $W_{\text{воздуха}}$ за июль, % (x_2)	$\frac{38-77}{56,3 \pm 10,5}$	18,65	-	-	-
6.	Урожайность, ц с 1 га (y_2)	$\frac{1,55-22,7}{11,25 \pm 6,03}$	53,55	0,957	11,35	2,93
$y_2 = 213,3095 * \exp() \pm 1,79$ ц с 1 га, для 91,57% случаев						
7.	Среднесуточная $W_{\text{воздуха}}$ за август, % (x_3)	$\frac{49 - 75}{55,8 \pm 8,2}$	14,78	-	-	-
8.	Урожайность, ц с 1 га (y_3)	$\frac{2,47-22,5}{11,48 \pm 5,7}$	49,77	0,832	3,10	2,93
$y_3 = -120,8611 + 32,98452 \lg(x_3) \pm 3,24$ ц с 1 га, для 69,16% случаев.						
9.	Среднесуточная $W_{\text{воздуха}}$ за май - июнь, % (x_4)	$\frac{38 - 66}{54,3 \pm 6,8}$	12,46	-	-	-
10.	Урожайность, ц с 1 га (y_4)	$\frac{-0,12-25,52}{11,4 \pm 6,78}$	59,52	0,787	2,51	2,15
$y_4 = -31,484 + 0,7896926x_4 \pm 4,28$ ц с 1 га для 62% случаев						
11.	Среднесуточная $W_{\text{воздуха}}$ за июнь-июль, % (x_5)	$\frac{35-72}{55,9 \pm 8,71}$	15,60	-	-	-
12.	Урожайность, ц с 1 га (y_5)	$\frac{2,96-29,65}{11,83 \pm 7,06}$	59,63	0,965	13,17	2,99
$y_5 = 48,71899 - 2,156752x_5 + 2,617482E-02x_5^2 \pm 1,94$ ц с 1 га для 93,07% случаев						
13.	Среднесуточная $W_{\text{воздуха}}$ за июль - август, % (x_6)	$\frac{41 - 72}{56,5 \pm 8,2}$	14,58	-	-	-
14.	Урожайность, ц с 1 га (y_6)	$\frac{2,53-31,75}{11,83 \pm 7,20}$	60,88	0,950	9,90	2,93
$y_6 = 0,2994324 * 1,064442x_6 \pm 2,29$ ц с 1 га, для 90,34% случаев						
15.	Среднесуточная $W_{\text{воздуха}}$ за май - июль, % (x_7)	$\frac{38 - 68}{55,0 \pm 7,3}$	13,28	-	-	-
16.	Урожайность, ц с 1 га (y_7)	$\frac{-0,88-24,16}{11,59 \pm 6,55}$	56,54	0,914	5,58	2,99
$y_7 = -1,791704 - 0,363914x_7 + 1,083466E-02x_7^2 \pm 2,78$ ц с 1 га, для 83,63% случаев						
17.	Среднесуточная $W_{\text{воздуха}}$ за июнь - август, % (x_8)	$\frac{38 - 70}{56 \pm 7,6}$	13,57	-	-	-
18.	Урожайность, ц с 1 га (y_8)	$\frac{0,78-34,87}{11,54 \pm 8,2}$	70,98	0,944	8,44	2,99
$y_8 = 67,65574 - 3,044018x_8 + 0,0359132x_8^2 \pm 2,82$ ц с 1 га, для 89,19% случаев.						

за июль-август с 41 до 72% от 3,88 до 26,85 ц с 1 га.

Если же брать 3^хмесячные периоды, то при наращивании относительной W воздуха за май-июль с 38 до 68% урожайность повышается с 2,48 до 23,56 ц с 1 га, а за июнь-август с 42,4 до 70% - от 3,15 до 30,54 ц с 1 га.

Такова значимость сухости воздуха и его увлажнения в наших условиях (рис. 5).

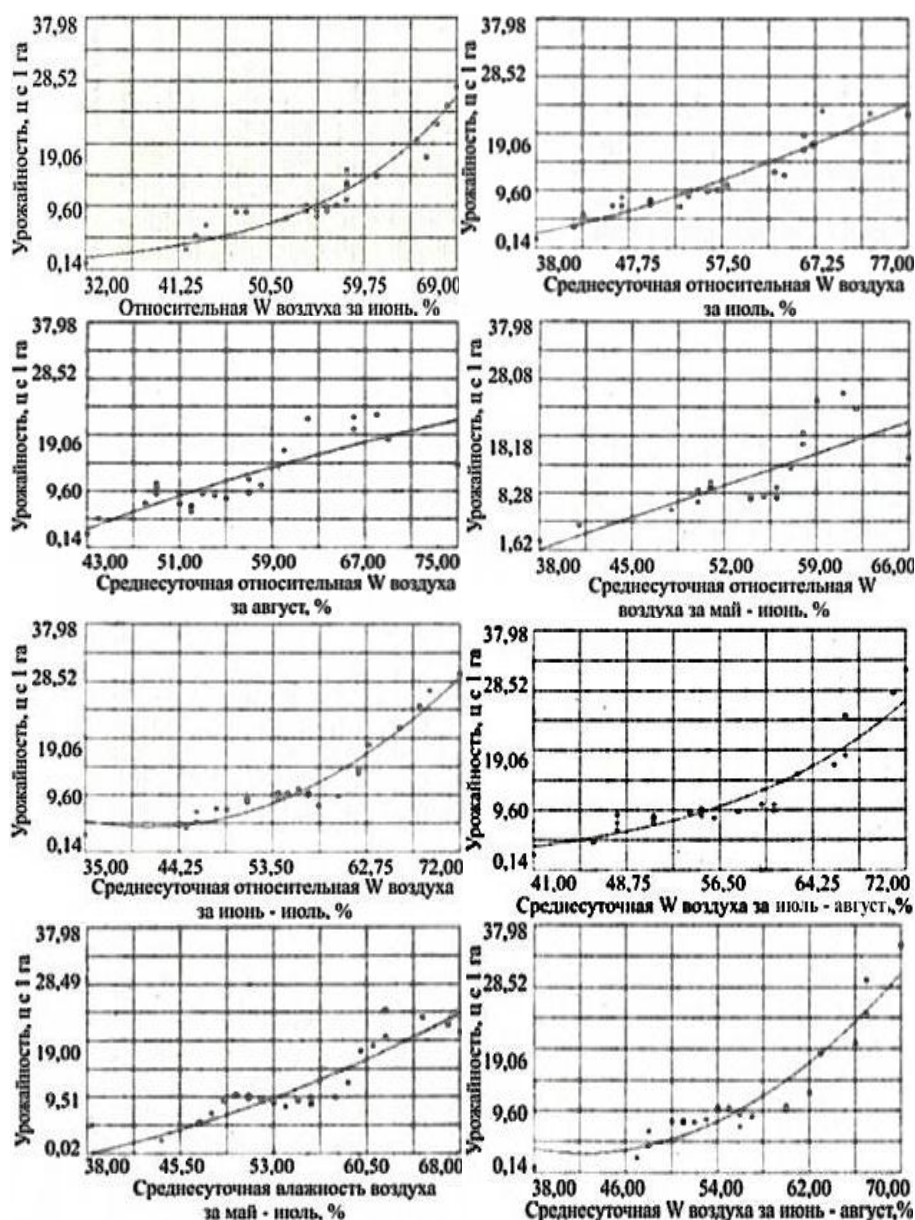


Рис. 5. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от среднесуточной влажности воздуха за отдельные месяцы и периоды сезона (1990-2013 гг.; Нежинское опытное поле).

Одним из важных факторов, отрицательно действующих на формирование урожайности яровой твёрдой пшеницы в степной зоне Оренбургского Предуралья на почвах чернозема южного, является количество дней с низкой

относительной влажностью воздуха (менее 30%), которое сопровождается суховейными явлениями.

Нами установлено, что напряженность связей количества дней с относительной W воздуха менее 30% с формирующейся урожайностью этой культуры наиболее высока за июнь ($n_{yx}=0,979$, $K_g=95,77\%$), в июле и в августе она ослабевает ($n_{yx}=0,834$, $K_g=69,47\%$; $n_{yx}=0,830$, $K_g=68,92\%$). Связи с этим показателем за май были на уровне средней ($n_{yx}=0,695$), но адекватным уравнением ее описать не удалось (табл. 6).

При действии количества дней с W воздуха менее 30% на протяжении 2^х месячных периодов: май-июнь ($n_{yx}=0,877$, $K_g=78,74\%$), июнь-июль ($n_{yx}=0,944$, $K_g=89,11\%$) и июль-август ($n_{yx}=0,954$, $K_g=90,98\%$) зависимость урожайности нарастала от начала к середине и завершению вегетации яровой твёрдой пшеницы.

Сопоставление действия этого фактора за 3^х месячные периоды на урожайность выявило сильные зависимости: май-июль ($n_{yx}=0,887$, $K_g=78,66\%$) и июль-август ($n_{yx}=0,842$, $K_g=70,83\%$).

Анализ полученных уравнений показал, что по мере увеличения количества дней с W воздуха менее 30% с 2 до 29 в июне может снижать урожайность с 30,45 до 4,49 ц с 1 га, в июле увеличение их числа от 1 до 27 сопровождается снижением урожайности с 16,61 до 5,35 ц с 1 га и в августе – с 1 до 27 дней также от 21,38 до 4,34 ц с 1 га.

Если на протяжении 2^х месячных периодов количество дней с W воздуха менее 30% увеличивается с 7 до 52 за май-июнь, с 4 до 54 за июнь-июль и с 3 до 52 за июль-август, то соответственно урожайность этой пшеницы может понизиться с 21,53 до 3,17 ц с 1 га, с 33,27 до 6,38 ц с 1 га и с 27,81 до 4,47 ц с 1 га.

Увеличение количества дней с W воздуха менее 30% за 3^х месячные периоды с 12 до 77 за май – июль и с 9 до 81 за июль – август сопровождается снижением урожайности с 22,32 до 4,30 ц с 1 га и с 17,22 до 4,40 ц с 1 га соответственно (рис. 6).

Таблица 6. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от количества дней с относительной W воздуха за отдельные месяцы и периоды сезона (1990-2013 гг.)

\п	Коррелируемые величины	Параметры величин ($M \pm G$)	$v\%$	η_{yx}	F	
					факт.	теор _{01,05}
1.	Количество дней с $W < 30\%$ в мае (x)	$\frac{3 - 26}{15,2 \pm 7}$	45,69	-	-	-
2.	Урожайность, ц с 1 га (y)	$\frac{6,0-18,89}{11,76 \pm 4,26}$	36,25	0,695	1,76	2,15
Функция не удовлетворяет критерию Фишера						
3.	Количество дней с $W < 30\%$ в июне (x_1)	$\frac{2 - 29}{12,2 \pm 7,0}$	57,31	-	-	-
4.	Урожайность, ц с 1 га (y_1)	$\frac{4,26-24,87}{12,0 \pm 6,21}$	51,95	0,979	22,59	2,93
$y_1 = 1 \cdot (1,880069E-02 + 7,019422E-03x_1) \pm 1,30$ ц с 1 га, для 95,77% случаев						
5.	Количество дней с $W < 30\%$ в июле (x_2)	$\frac{1 - 27}{12,7 \pm 8,2}$	64,75	-	-	-
6.	Урожайность, ц с 1 га (y_2)	$\frac{5,12-19,68}{11,56 \pm 4,26}$	36,83	0,834	3,13	2,93
$y_2 = 17,04614 - 0,4328365x_2 \pm 2,41$ ц с 1 га, для 69,47% случаев						
7.	Количество дней с $W < 30\%$ в августе (x_3)	$\frac{1 - 27}{13,0 \pm 7,3}$	56,28	-	-	-
8.	Урожайность, ц с 1 га (y_3)	$\frac{2,42 - 22,87}{11,69 \pm 5,93}$	50,75	0,830	3,08	2,93
$y_3 = 22,73662 * 0,9405321^{(x_3)} \pm 3,38$ ц с 1 га, для 68,92% случаев.						
9.	Количество дней с $W < 30\%$ за май – июнь (x_4)	$\frac{7 - 52}{28 \pm 11,9}$	43,45	-	-	-
10.	Урожайность, ц с 1 га (y_4)	$\frac{1,04-21,83}{11,6 \pm 5,33}$	45,98	0,887	4,50	2,93
$y_4 = 32,17248 - 4,02108 * x_4^{(0,5)} \pm 2,51$ ц с 1 га для 78,74% случаев						
11.	Количество дней с $W < 30\%$ за июнь-июль (x_5)	$\frac{4 - 54}{24,6 \pm 14,6}$	59,25	-	-	-
12.	Урожайность, ц с 1 га (y_5)	$\frac{2,75-27,26}{11,83 \pm 7,03}$	59,46	0,944	8,79	2,93
$y_5 = 4,22956 + \pm 2,37$ ц с 1 га для 89,11% случаев						
13.	Количество дней с $W < 30\%$ за июль – август (x_6)	$\frac{3 - 52}{25,7 \pm 13,2}$	14,58	-	-	-
14.	Урожайность, ц с 1 га (y_6)	$\frac{1,71 - 23,29}{11,68 \pm 5,94}$	50,87	0,954	10,61	2,93
$y_6 = 36,81069 - 18,8624 \lg(x_6) \pm 1,82$ ц с 1 га, для 90,98% случаев						
15.	Количество дней с $W < 30\%$ за май - июль (x_7)	$\frac{12 - 77}{40,2 \pm 18,4}$	45,92	-	-	-
16.	Урожайность, ц с 1 га (y_7)	$\frac{3,63-23,11}{11,74 \pm 5,65}$	48,16	0,887	4,48	2,93
$y_7 = 46,42664 - 22,53022 \lg(x_7) \pm 2,67$ ц с 1 га, для 78,66% случаев						
17.	Количество дней с $W < 30\%$ за июль - август (x_8)	$\frac{9 - 81}{39 \pm 19}$	49,80	-	-	-
18.	Урожайность, ц с 1 га (y_8)	$\frac{4,16 - 20,15}{10,73 \pm 4,24}$	39,53	0,842	3,28	2,93
$y_8 = 20,42891 * 0,9812321^{(x_8)} \pm 2,34$ ц с 1 га, для 70,83% случаев						

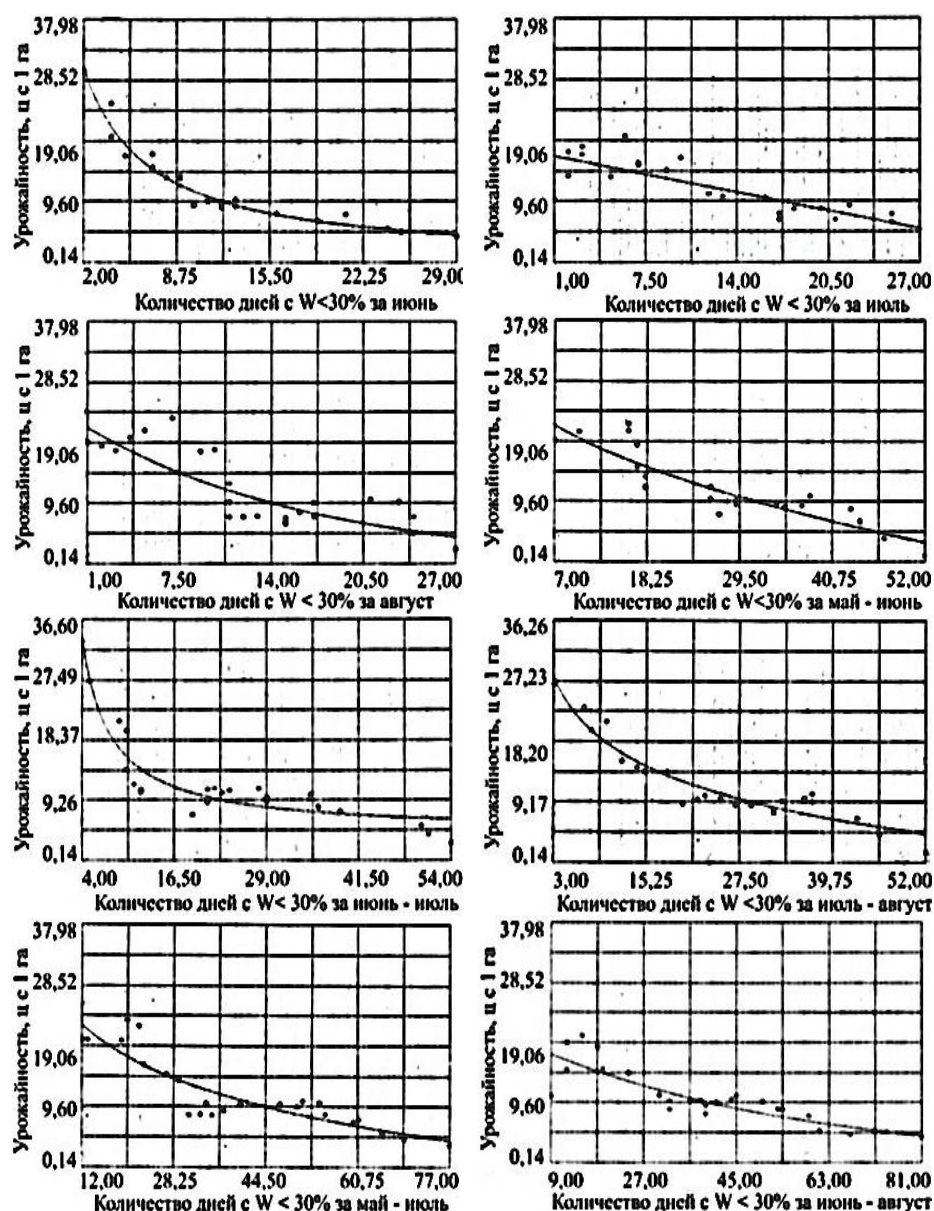


Рис. 6. Зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от количества дней с относительной влажностью воздуха менее 30% за отдельные месяцы и периоды сезона (1990-2013 гг.).

Закключение

Из представленных данных можно констатировать, что в 1990-2013 гг. в степной зоне Оренбургского Предуралья на территории черноземов южных наблюдается последовательное наращивание теплового режима воздуха, начиная с мая по июль включительно, ослабление его фиксируется в августе. Среднесуточная температура воздуха в мае изменяется от 10,9 до 18,5⁰С при средней величине 15,2⁰С, а сумма температур от 337,9 до 567,3⁰ при средней 468,9⁰С. В июне они повышаются соответственно до 15,7-24,8⁰С (ср. = 20,4⁰С)

и 471-744⁰С (ср. = 610,6⁰С), в июле идет дальнейшее их нарастание до 17,2-26,3⁰С (ср. = 22,1⁰С) и 533,2-815,3⁰С (ср. = 686,6⁰С), а в августе наблюдается некоторое ослабление режима – до 17,1-25⁰С (ср. = 20,4⁰С) и 522-753,3⁰С (ср. = 613,2⁰С).

Количество выпадающих осадков по месяцам колеблется от 1 до 84 мм (ср. = 33,8 мм) в мае, от 1 до 137 мм (ср. = 41 мм) в июне, от 1 до 133 мм (ср. = 46,6 мм) в июле и от 1 до 84 мм (ср. = 26,0 мм) в августе. С учетом запасов влаги к севу в метровом слое почвы от 116,2 до 189,1 мм (ср. = 163,6 мм) количества суммарной влаги (запасы + осадки) изменяется от 117,2 до 257,9 мм (ср. = 280,1 мм) на конец июля и от 163,2 до 483,9 мм (ср. = 310,3 мм) на конец августа.

При этом проявляется высокая сухость воздуха. В мае среднесуточная относительная влажность воздуха изменяется по годам от 39 до 67% (ср.=54%), в июне от 32 до 63% (ср.=55,1%), в июле от 38 до 77% (ср.=56,3%) и в августе от 49 до 75% (ср. = 55,8%). Кроме того, наблюдается сильная изменчивость количества дней с относительной влажностью воздуха менее 30%, сопровождающееся суховейными явлениями. Их количество изменяется в мае от 3 до 26 (ср.=15,2), в июне от 2 до 29 (ср.=12,2), в июле от 1 до 27 (ср. = 12,7) и в августе от 1 до 27 (ср.= 13).

С учетом параметров погодных факторов, складывающихся за период, равный одному солнечному циклу, связи урожайности яровой твёрдой пшеницы на черноземах южных в исследованной части степной зоны не удалось описать адекватными уравнениями с погодными факторами мая, кроме показателей суммарной влаги ($n_{yx}=0,851$), что вполне объяснимо достаточностью этого фактора для получения всходов и начала ее кущения, которое обычно невелико и не играет особой роли в формировании урожайности.

В июне (выход в трубку, закладка размеров колоса, формирование фотосинтезирующей поверхности, рост растений, накопление биомассы) по мере нарастания потребностей растений усиливается степень связи формируемой урожайности с величинами действующих погодных факторов. Резко возрастает зависимость от количества дней с относительной влажностью воздуха менее 30% ($n_{yx}=0,979$), среднесуточной относительной влажностью воздуха ($n_{yx}=0,929$), среднесуточной t воздуха, суммой температур воздуха и количеством осадков ($n_{yx}=0,834-0,833$). В июле теснота зависимостей уро-

жайности со всеми факторами достигает максимума ($n_{yx}=0,913-0,957$). В этом месяце идут процессы колошения, опыления, оплодотворения, начала налива зерна. Лишь количество дней с влажностью воздуха менее 30% действует менее выражено ($n_{yx}=0,834$), возможно потому, что этот фактор уже сыграл свою роль в июне.

В августе зависимости ослабевают, но остаются на уровне сильных ($n_{yx}=0,812-0,832$) со среднесуточной t воздуха, среднесуточной относительной влажностью воздуха и числом дней с влажностью менее 30%. Резко падают связи с суммой температур ($n_{yx}=0,535$) и осадками ($n_{yx}=0,723$). Налив зерна завершается, а осадки для созревающего зерна могут даже наносить вред качеству и отвлекать накопленные продукты фотосинтеза на формирование «подгонов». Главное же напряжение ($n_{yx}=0,925$) сохраняется с суммой влаги, что объяснимо потерей влаги из почвенных запасов и недоступностью ее в корневую систему, углубившуюся к этому времени в нижние слои. Верхние же слои почвы к этому времени бывают пересушены, а осадки быстро испаряются с поверхности почвы.

Действие погодных факторов в местном климате может складываться неоднозначно не только в течение отдельных месяцев, но и на протяжении 2^х и 3^х месячных периодов.

В 2^х месячном периоде: май-июнь среднесуточная t воздуха изменяется от 14,2 до 21,5⁰C (ср. = 17,9⁰), сумма его температур – от 868,9 до 1311,1⁰C (ср. = 1096,7⁰C), количество осадков – от 2 до 221 мм (ср. = 74,8 мм), сумма влаги колеблется от 118,2 до 394,2 мм (ср. = 234,3 мм), относительная влажность воздуха находится в пределах 38-66% (ср. = 54,3%) и число дней с влажностью воздуха менее 30% от 7 до 52 (ср. = 28).

В периоде июнь-июль среднесуточная температура воздуха находится в пределах от 17,9 до 25⁰C (ср. = 21,3⁰C), сумма температур от 1094,2 до 1559,3⁰C (ср. = 1296,2⁰C), осадков выпадает 15-220 мм (ср. = 84,1 мм), сумма влаги равна 128,2-387,2 мм (ср. = 250,1 мм), относительная влажность воздуха 35-72% (ср. = 55,9%), количество дней с влажностью менее 30% от 4 до 54 (ср. = 24,6). За июль-август среднесуточная t воздуха колеблется от 17,4 до 25,2⁰C (ср. = 21,3⁰C), сумма температур от 1082,2 до 1438,3⁰C (ср. = 1288,7⁰C), сумма осадков от 14 до 160 мм (ср. = 69 мм), сумма влаги от 146,8 до 378,6 (ср. = 237,9 мм), среднесуточная влажность воздуха от 41 до 72% (ср.

= 56,5%), число дней с влажностью воздуха менее 30% от 3 до 52 (ср. = 25,7).

За 3^х месячный период: май-июль среднесуточная t воздуха изменяется от 16,7 до 23,1⁰С (ср. = 19,4⁰С), сумма температур от 1534,4 до 2121,6⁰С (ср. = 1773,1⁰С), сумма влаги от 129,2 до 471,9 мм (ср. = 280,6 мм), осадков выпадает от 13 до 298 мм (ср. = 117,4 мм), среднесуточная относительная влажность воздуха колеблется от 38 до 68% (ср. = 55%) и количество дней с влажностью воздуха менее 30% от 12 до 77 (ср.=40,2 дня). В периоде июнь-август среднесуточная t воздуха составляет 17,9-25,1⁰С (ср. = 21,2⁰С), сумма температур воздуха 1643,2 – 2309,3⁰С (ср. = 1923,4⁰С), осадков выпадает 46-247 мм (ср. = 110 мм), суммарная влага составляет 162,2-426,9 мм (ср. = 276,4 мм), относительная влажность воздуха 38-70% (ср. = 56%) и количество дней с W воздуха менее 30% от 9 до 81 (ср. = 39 дней).

Напряженность связей со всеми факторами достигает наибольших величин за период июнь-июль ($n_{yx}=0,919-0,968$), кроме связи с осадками ($n_{yx}=0,812$) и за июль-август ($n_{yx}=0,928-0,975$) со всеми без исключения. Тесные ($n_{yx}=0,910-0,969$) и сильные ($n_{yx}=0,813-0,887$) связи со всеми изученными факторами проявляются и за 3^х месячные периоды.

Такова общая картина действия установленных параметров погодных факторов на формирование урожайности яровой твёрдой пшеницы на изученной территории в анализируемый период. Полученные уравнения могут быть использованы для временного мониторинга по месяцам сезона в плане ожидаемой урожайности и принятия хозяйственных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максютов Н.А., Жданов В.М., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., Зоров А.А., Жижин В.Н. Урожайность яровой твёрдой пшеницы в зависимости от погодных условий, предшественников и фона питания в степной зоне Южного Урала. Земледелие. 2015. 7: 14-16.
2. Тихонов В.Е., Кононов В.М. Природно-климатические ресурсы. В кн.: Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области. Оренбург: Оренбург. кн. изд-во, 1999: 19-30.
3. Хопренинов В.Д., Климентьев А.И., Максютов Н.А. Аникович В.Ф., Надточий М.М., Бискаев Н.К., Кремер Г.А., Тихонов В.Е., Кушнир С.Я. Биоклиматические ресурсы. Системы сухого земледелия Оренбургской области. Уфа, 1992: 5-12.
4. Максютов Н.А., Жданов В.М. Уроки засухи в Оренбуржье. Земледелие. 2010. 4: 3-4.
5. Максютов Н.А., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В. Засуха 2009-2010 годов в Оренбуржье. Наука и образование. Научно-практический журнал Западно-Казахстанского аграрного технического университета им. Жангир Хана. 2012. 3(28): 20-24.
6. Максютов Н.А., Жданов В.М., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В. Засуха в Оренбуржье и ее последствия. Земледелие. 2013. 8: 3-4.
7. Максютов Н.А., Жданов В.М., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В. Типы засухи в

- Оренбуржье и меры борьбы с ней. Вестник мясного скотоводства. 2013. 2 (80): 121-128.
8. Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. Биоклиматический потенциал культуры яровой пшеницы и его реализация в условиях Среднего Поволжья. Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. 2008. Спец. выпуск «Развитие научного наследия академика Николая Максимовича Тулайкова» (к 105-летию Самарского НИИСХ им. Н.М. Тулайкова): 63-68.
 9. Крючков А.Г. Основные принципы и методология агроэкологического районирования зерновых культур в степи Южного Урала. Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. 2006: 704.
 10. Бесалиев И.Н., Крючков А.Г. Моделирование продуктивности ячменя в условиях степи Южного Урала. Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. 2007: 529.
 11. Крючков А.Г. Параметры погодных условий и их вероятность в степи Оренбургского Зауралья. Междунар. сб. трудов «Инновационные процессы в сельскохозяйственном производстве: наука и практика». Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2008: 16-28.
 12. Крючков А.Г. Основы математического моделирования на сельскохозяйственном поле. Оренбург, 2012, 162 с.
 13. Крючков А.Г. Моделирование высокопродуктивных посевов в степном регионе Южного Урала. / Книга в 2 частях. Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2014. 520 с.

Поступила 18.04.2016

(Контактная информация: **Крючков Анатолий Георгиевич** - доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник, заведомо технологий зерновых культур ФГБНУ «Оренбургский НИИ сельского хозяйства»; адрес: 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1., тел. (3532) 71-04-88; e – mail: orniish@mail.ru)

LITERATURE

1. Maksjutov N.A., Zhdanov V.M., Skorohodov V.Ju., Mitrofanov D.V., Zorov A.A., Zhi-zhin V.N. Urozhajnost' jarovoj tvjordojs pshenicy v zavisimosti ot pogodnyh uslovij, predshestvennikov i fona pitanijs v stepnoj zone Juzhnogo Urala. Zemledelie. 2015. 7: 14-16.
2. Tihonov V.E., Kononov V.M. Prirodno-klimaticheskie resursy. V kn.: Sistema ustojchivogo vedenijs sel'skogo hozjajstva Orenburgskoj oblasti. Orenburg: Orenburg. kn. izdvo, 1999: 19-30.
3. Hopreninov V.D., Kliment'ev A.I., Maksjutov N.A. Anikovich V.F., Nadtochij M.M., Biskaev N.K., Kremer G.A., Tihonov V.E., Kushnir S.Ja. Bioklimaticheskie resursy. Sistemy suhogo zemledelija Orenburgskoj oblasti. Ufa, 1992: 5-12.
4. Maksjutov N.A., Zhdanov V.M. Uroki zasuhi v Orenburzh'e. Zemledelie. 2010. 4: 3-4.
5. Maksjutov N.A., Skorohodov V.Ju., Mitrofanov D.V. Zasuha 2009-2010 godov v Orenburzh'e. Nauka i obrazovanie / Nauchno-prakticheskij zhurnal Zapadno-Kazahstanskogo agrarnogo tehničeskogo universiteta im. Zhangir Hana. 2012. 3(28): 20-24.
6. Maksjutov N.A., Zhdanov V.M., Skorohodov V.Ju., Mitrofanov D.V. Zasuha v Orenburzh'e i ee posledstvija. Zemledelie. 2013. 8: 3-4.
7. Maksjutov N.A., Zhdanov V.M., Skorohodov V.Ju., Mitrofanov D.V. Tipy zasuhi v Orenburzh'e i mery bor'by s nej. Vestnik mjasnogo skotovodstva. 2013. 2 (80): 121-128.
8. V'jushkov A.A., Shevchenko S.N. Bioklimaticheskij potencial kul'tury jarovoj pshenicy i ego realizacija v uslovijah Srednego Povolzh'ja. Izvestijs Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj Akademii nauk. 2008. Spec. vypusk «Razvitie nauchnogo nasledijs akademika Nikolaja Maksimovicha Tulajkova» (k 105-letiju Samarskogo NIISH im. N.M. Tulajkova): 63-68.
9. Krjuchkov A.G. Osnovnye principy i metodologija agrojekologicheskogo rajonirovanija zernovyh kul'tur v stepi Juzhnogo Urala. Vestnik Rossijskoj Akademii sel'skoho-

- zjajstvennyh nauk. 2006: 704.
10. Besaliev I.N., Krjuchkov A.G. Modelirovanie produktivnosti jachmenja v uslovijah ste-pi Juzhnogo Urala. Vestnik Rossijskoj Akademii sel'skohozjajstvennyh nauk. 2007: 529.
 11. Krjuchkov A.G. Parametry pogodnyh uslovij i ih verojatnost' v stepi Orenburgskogo Zaural'ja. Mezhdunar. sb. trudov «Innovacionnye processy v sel'skohozjajstvennom proizvodstve: nauka i praktika». Orenburg: ООО «Agentstvo «Pressa», 2008: 16-28.
 12. Krjuchkov A.G. Osnovy matematicheskogo modelirovanija na sel'skohozjajstvennom pole. Orenburg, 2012, 162 s.
 13. Krjuchkov A.G. Modelirovanie vysokoproduktivnyh posevov v stepnom regione Juzhnogo Urala. / Kniga v 2 chastjah. Orenburg: ООО «Agentstvo «Pressa», 2014. 520 s.

Образец ссылки на статью:

Крючков А.Г. Параметры погодных факторов и их значимость для формирования урожайности яровой твёрдой пшеницы в степной зоне Оренбургского Предуралья. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2016. 3. 24с. [Электронный ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2016-3/Articles/KAG-2016-3.pdf>).