

ISSN 2304-9081

Учредители:
Уральское отделение РАН
Оренбургский научный центр УрО РАН

Бюллетень
Оренбургского научного центра
УрО РАН



2015 * № 3

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

© А.Г. Крючков, 2015

УДК: 631.436:631.445.41:633.112.1"321"(470.56)

А.Г. Крючков

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО ПОД ПОСЕВАМИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАСУШЛИВОЙ СТЕПИ

Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Оренбург, Россия

Цель. Выявить закономерности изменения температуры разноглубинных слоев почвы под посевами яровой твердой пшеницы по фазам ее роста и развития в полевых условиях засушливой степи.

Материалы и методы. Материалами служили экспериментальные данные на черноземе южном б. БПХ им. Куйбышева Оренбургского НИИСХ. Пробы отбирались через каждые 10 см на глубинах до 100 см. Температура почвы определялась в тех же скважинах. Корреляционный анализ выполнен по программе Statgrafiks на ЭВМ.

Результаты. Установлено, что температура почвы по мере углубления ее слоев снижается независимо от погодных условий сезона, но в засушливый год она последовательно нарастает от начала до конца вегетации, а в благоприятный год в первой половине вегетации нарастает, а во второй снижается. Получены уравнения, описывающие эти закономерности.

Заключение. Полученные результаты дают определенное представление об условиях формирования и жизни корневой системы яровой твердой пшеницы в засушливой степи по температурному режиму и свидетельствуют о необходимости развития исследований о других действующих факторах в этом направлении.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, температура, слои почвы, фазы, зависимости, уравнения.

A.G. Kryuchkov

TEMPERATURE MODE CHERNOZEM SOUTH SOWN HARD SPRING WHEAT IN ARID STEPPE

Orenburg Scientific Research Institute of Agriculture, Orenburg, Russia

Purpose. Identify patterns of temperature change mid-water layers of soil for sowing of spring durum wheat in phases of its growth and development in the field of arid steppes.

Materials and methods. The material is experimental data for Jun-nozeme south b. BPH them. Kuibyshev of Orenburg Scientific Research Institute of Agriculture. Samples were taken every 10 cm at a depths up to 100 cm. The soil temperature is determined in the same wells. Correlation analysis performed by the program Statgrafiks on the computer.

Results. It was found that the temperature of the soil with the deepening of its layers decreases, regardless of the weather conditions of the season, but in a dry year it is a sequence-enforcement increases from the beginning to the end of the growing season, and in a favorable year in the first half of vegetation increases and decreases in the second. The equations describing these patterns.

Conclusion. The results give some idea of the conditions of formation and life of the root system of spring wheat in arid steppe in terms of temperature, and shows the need for development of studies of other valid factors in this direction.

Key words: spring durum wheat, temperature, soil layers, the phase dependence bridge equations.

Введение

Для успешного управления жизненными процессами растений в полевых условиях необходимо иметь четкое представление о той природной внешней среде, в которой ведется их возделывание, потребностях растений и возможностях их удовлетворения. На это указывал в своих трудах еще К.А. Тимирязев (1937) [1].

В более поздние годы работы [2-5] в области моделирования в значительной степени расширили знания о процессах в жизни растений. Но эти работы затрагивали природные условия влагообеспеченных территорий страны и зарубежных стран. Работ по моделированию процессов жизни растений и условий для нее в засушливых регионах относительно мало, хотя они крайне важны, учитывая огромные засушливые степные территории России.

В соответствии со сложившимися представлениями растения используют из атмосферы лишь углекислый газ (CO_2), в основном с помощью фотосинтеза. Все же остальные необходимые элементы они получают из почвы через корневую систему с водой, содержащей их в своем растворе [6]. Автор указывает, что вода по мере испарения снижает температуру, что очень важно для растений в знойные солнечные дни.

Нас же интересовал вопрос об изменении температуры почвы на разных глубинах, поскольку в условиях степи Оренбургской области наблюдается быстрое иссушение верхних слоев почвы, порой не позволяющее развиваться вторичной корневой системе яровой пшеницы с соответствующими отрицательными последствиями для ее продуктивности. В то же время необходимо было получить экспериментальные данные, пригодные для использования при совершенствовании ранее созданных базовых моделей другими исследователями.

По Ю.П. Домрачеву с соавт. (1984) [7] нижнее значение можно задавать из априорных соображений, поскольку они малоизменчивы (с чем вряд ли можно согласиться), а за верхнюю границу следует брать (задавать) температуру поверхности почвы.

В связи с изложенным, были поставлены следующие задачи:

1. Экспериментально установить изменение температуры разных слоев почвы по мере их углубления на глубину максимального проникновения корневой системы яровой твердой пшеницы по фазам вегетации;
2. Выявить зависимость снижения температуры почвы по мере углуб-

ления ее слоев.

Материалы и методы исследований

Для решения поставленных задач использованы материалы экспериментов в полевых условиях на базе опытов с яровой твердой пшеницей при выращивании ее на черноземе южном в период 1988-1990 гг. (Нежинское опытное поле [8]). Для анализа использованы два контрастных по погодным условиям года: 1988 г. – засушливый, 1990 г. – благоприятный.

Сведения о погодных факторах взяты из наблюдений Оренбургского Гидрометеоцентра. Расчеты их величин сделаны с учетом продолжительности межфазных периодов яровой твердой пшеницы в собственном эксперименте.

Результаты и обсуждение

Анализ основных погодных факторов, действующих на изменение температурного режима в почве, где формируется и развивается корневая система яровой твердой пшеницы на черноземе южном центральной зоны Оренбургского Предуралья, показал, что он складывается неоднозначно в различные годы по основным периодам жизни растения. Особенности условий изученных периодов вегетации показаны в таблице 1.

Общая усредненная картина их действия состоит в следующем. Среднесуточная температура воздуха, сумма температур, минимальная температура воздуха и количество выпавших осадков нарастают от периода: посев – всходы до цветения, а затем понижаются к концу вегетации, запасы же воды в почве непрерывно снижаются от начала до конца вегетации.

Что касается нарастания максимальной температуры воздуха до наибольших величин, то оно может проявиться как в вегетативном (кущение), так и в репродуктивном (молочная спелость) периодах с некоторым снижением в период цветения и к концу вегетации.

Особенности засушливого (1988 г.) состояли в нарастании среднесуточной температуры воздуха от начала периода учета с 14,5 до 20,8°C в кущение и 26,2°C в цветение с небольшим снижением в периоды молочной (до 25,5°C) и восковой спелости (23°C), подобном же нарастании суммы температур соответственно со 145 до 275, 647 и падении до 319 и 230°C, максимальной температуры воздуха 26,2°C в кущение, 34°C в молочной и 34,9°C в восковой спелости при полном отсутствии осадков в эти фазы и снижении запасов влаги в почве (0-100 м) со 149,8 до 83,1 (кущение), 22,7 (цветение), 15,9 (молочная спелость) и 10,2 мм (восковая спелость).

Таблица 1. Температура воздуха, осадки и запасы продуктивной влаги в почве в контрастные годы под посевами яровой твердой пшеницы (Нежинское опытное поле, чернозем южный)

Фаза роста и развития	Год	Погодные условия периода					
		средне-суточная t воздуха, °С	максимальная t воздуха, °С	минимальная t воздуха, °С	сумма средних t воздуха, °С	Осадки, мм	запас влаги в почве, мм
Посев - всходы	засушливый (1988 г.)	14,5	26,4	6,9	145	22,9	149,8
	благоприятный (1990 г.)	12,2	23,8	-0,3	177	17,0	178,3
Средние		13,4	25,1	3,3	161	20,0	164,0
Кущение	засушливый	20,8	36,2	4,7	275	0	83,1
	благоприятный	20,6	38,8	5,8	267	40,0	101,0
Средние		20,7	37,5	5,2	271	20,0	92,0
Цветение	засушливый	26,2	30,7	9,6	647	22,9	22,7
	благоприятный	21,0	27,1	13,3	560	84,0	103,5
Средние		23,6	28,9	11,4	604	53,4	63,1
Молочная спелость	засушливый	25,5	34,0	16,6	319	0,3	15,9
	благоприятный	19,7	29,7	8,4	317	50,0	83,9
Средние		22,6	31,8	10,4	318	25,2	49,9
Восковая спелость	засушливый	23,0	34,9	11,2	230	0,0	10,2
	благоприятный	19,0	29,2	9,6	228	33,0	53,2
Средние		21,0	32,0	10,4	229	16,5	31,7

Благоприятный год (1990) отличался заметно более низкой среднесуточной температурой воздуха в цветении (на 5,2°С), в молочную спелость (на 5,8°С) и восковой спелости (на 4°С) в сравнении с засушливым годом, на 87°С меньшей суммой температур в цветение, более низкой минимальной температурой воздуха в большинстве периодов и максимальной температурой на 3,6°С в цветение, на 4,3°С в молочной и на 5,7°С в восковой спелости на фоне большего количества осадков в кущение (на 40 мм), в цветении (на 61,1 мм), в молочной спелости (на 49,7 мм) и восковой спелости (на 33 мм) и высоких запасов влаги в почве на всех этапах на 28,5; 17,9; 80,8; 68,0 и 43,0 мм.

При сложившихся погодных условиях температурный режим почвы снижался по мере увеличения глубины ее слоев независимо от периода наблюдения. Но температуры каждого слоя нарастали от даты посева к молочной спелости и лишь в восковой спелости яровой твердой пшеницы обнаружилось их некоторое снижение (табл. 2).

Таблица 2. Динамика температуры почвы в разных ее слоях за основные периоды вегетации яровой твердой пшеницы на черноземе южном в центре Оренбургского Предуралья

Год	Условия сезона	Температура почвы, °С по слоям в см									
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Посев											
1988	засушливый	17,5	13,3	11,0	9,8	7,0	5,0	5,5	4,3	3,8	3,5
1990	благоприятный	18,2	14,0	12,2	11,6	11,4	10,0	9,4	9,8	9,8	8,2
Средние		17,8	13,6	11,6	10,7	9,2	7,5	7,4	7,0	6,8	5,8
Кущение											
1988	засушливый	23,0	20,5	20,5	19,5	18,5	18,5	14,0	14,0	12,5	12,5
1990	благоприятный	33,0	28,0	24,0	23,0	20,5	19,0	17,0	15,5	17,5	16,0
Средние		28,0	24,2	22,2	21,2	19,5	18,8	15,5	14,8	15,0	14,2
Цветение											
1988	засушливый	24,0	24,0	24,0	25,0	24,0	22,0	22,0	19,0	19,0	19,0
1990	благоприятный	22,4	20,8	20,8	20,6	20,0	18,2	18,2	18,4	17,2	16,6
Средние		23,2	22,4	22,4	22,8	22,0	20,1	20,1	18,7	18,1	17,8
Молочная спелость											
1988	засушливый	35,5	29,0	26,0	25,0	23,0	21,5	20,5	19,0	18,0	17,2
1990	благоприятный	26,4	24,0	23,4	23,6	22,6	21,4	21,4	21,0	20,2	19,6
Средние		30,9	26,5	24,7	24,3	22,8	21,4	20,9	20,0	19,1	18,4
Восковая спелость											
1988	засушливый	36,0	30,5	26,5	25,5	25,5	22,0	21,0	20,0	19,0	18,0
1990	благоприятный	23,0	21,1	20,0	19,6	19,0	18,4	18,0	17,6	17,4	17,0
Средние		28,5	25,8	23,2	22,6	22,2	20,2	19,5	18,8	18,2	17,5

Особенности атмосферных процессов в течение вегетации по годам отразились и на температурном режиме слоев почвы.

В засушливом году (с последовательным нарастанием среднесуточных температур, их суммы на фоне незначительного количества выпавших осадков и последовательного снижения запасов почвенной влаги) наблюдалось постепенное повышение температуры каждого слоя почвы до 40 см от начала до конца вегетации, а в более глубоких слоях до цветения с небольшими колебаниями достигнутой температуры в последующие фазы вегетации. При этом температуры слоев почвы до 50-60 см превышали среднесуточные температуры воздуха после цветения пшеницы на 1,0-13°С, достигая 25,5-36°С.

В благоприятном году температурный режим почвенных слоев при посеве и в кущение оказался выше, чем в засушливый год, что можно объяснить влиянием более высоких максимальных температур воздуха (38,8°C в кущение). Но повышенные запасы влаги в почве к севу (178,3 мм, на 28,5 мм), выпадение 40 мм осадков в кущение при их отсутствии в засушливом году, 84 мм в цветение против 22,9 мм, а также снижение среднесуточных температур воздуха на 5,2°C охладил температурный фон почвы. В молочной спелости выпало 50 мм осадков при 0,3 мм в засушливом году, запасы влаги в метровом слое почвы составили 83,9 мм, тогда как в засушливом – 15,9 мм. Наконец, в восковой спелости в благоприятный год выпало 33 мм осадков при запасе влаги – 53,2 мм, а в засушливый осадков не было, запас влаги был на уровне 10,2 мм. Температурный режим атмосферы был ниже, начиная с цветения на 5,2; 5,8 и 4,0°C.

Все это вместе взятое способствовало более низкому температурному режиму почвенных слоев на протяжении репродуктивного периода яровой твердой пшеницы.

Анализ хода нарастания температур почвы в связи с порядковым номером фаз роста и развития яровой твердой пшеницы свидетельствует о сильных связях ($\eta_{yx}=0,887$) как в засушливый, так и в благоприятный ($\eta_{yx} = 0,820$) годы (табл. 3).

Таблица 3. Зависимость средней температуры почвы в метровом слое от номера фазы роста и развития яровой твердой пшеницы (Нежинское опытное поле, чернозем южный)

п/п	Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v, %	η_{yx}	F	
					факт.	теор. ⁰¹
Засушливый год						
1	Порядковый номер фазы (x)	<u>1-5</u> 2,96±1,41	47,77	-	-	-
2	Температура в метровом слое почвы, °C (y)	<u>4,4-28,8</u> 1,91±6,2	32,23	0,887	4,50	1,76
$y = -1,1122+11,9384x-1,416x^2 \pm 2,9^\circ\text{C}$, для 78,69% случаев						
Благоприятный год						
3	Порядковый номер фазы (x)	<u>1-5</u> 2,96±1,41	47,77	-	-	-
4	Температура в метровом слое почвы, °C (y ₁)	<u>9,4-25,7</u> 18,8±3,7	19,6	0,820	2,92	1,76
$y_1 = 5,8976+8,6402x-1,2018x^2 \pm 2,08^\circ\text{C}$, для 67,19% случаев						

В соответствии с полученными уравнениями в засушливый год температуры в среднем по метровому слою почвы нарастают с $9,4^{\circ}\text{C}$ при посеве до $24,0^{\circ}\text{C}$ в период молочной и начала восковой спелости (4,2 фазы), а в благоприятный по увлажнению они в период сева составляют $13,3^{\circ}\text{C}$ (I фаза), затем последовательно растут до $21,4^{\circ}\text{C}$ в фазе цветения и налива (3,6 фазы), после чего снижаются к полной спелости до $19,1^{\circ}\text{C}$ (рис. 1).

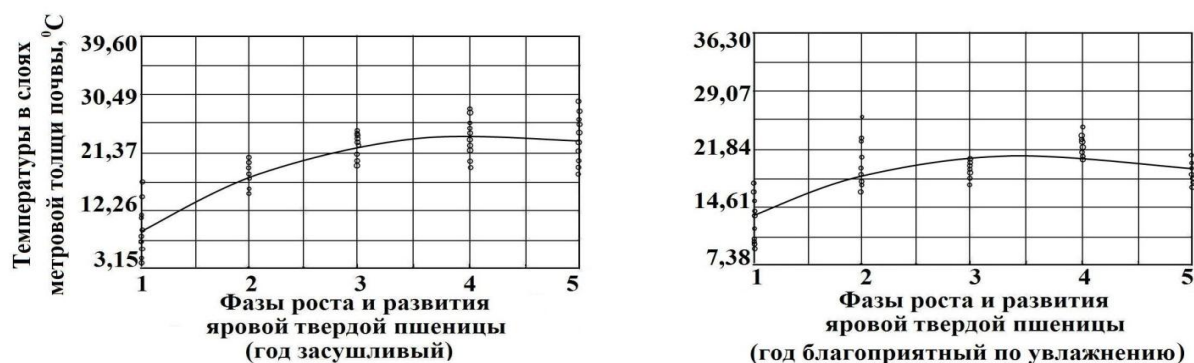


Рис. 1. Зависимость средней температуры метрового слоя почвы от порядкового номера фазы роста и развития яровой твердой пшеницы на черноземе южном Оренбургского Предуралья.

В среднем за период вегетации яровой твердой пшеницы, как показывает корреляционно-регрессионный анализ (табл. 4) при сильных связях ($\eta_{yx}=0,914; 0,950$) в засушливый год температура почвы по слоям по мере их углубления от 5 см (0-10 см) до 95 см (90-100 см) снижается с $26,7^{\circ}\text{C}$ до $14,7^{\circ}\text{C}$ (рис. 2), а в благоприятный по увлажнению с $24,2^{\circ}\text{C}$ до $16,2^{\circ}\text{C}$.

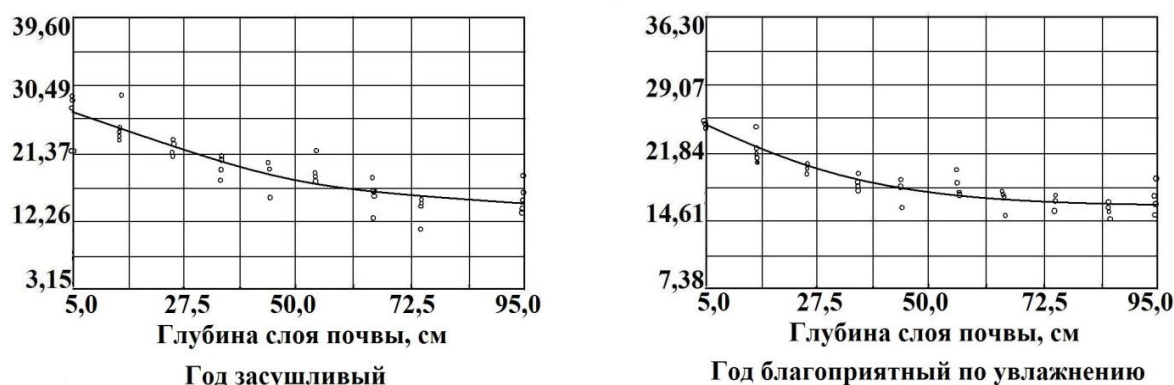


Рис. 2. Зависимость температуры почвы от глубины слоя почвы в различные по благоприятности годы.

Но для растениеводов этой оценки недостаточно, требуется более детальная послойная оценка температурного режима отдельных слоев почвы по мере их углубления как в каждой фазе роста и развития культуры, так и от

фазы к фазе.

Таблица 4. Зависимость температуры почвы от глубины ее слоев в метровой толще

п/п	Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v, %	η _{yx}	F	
					Факт.	теор. 01
Год засушливый						
1	Глубина слоя почвы, см (x)	<u>5-95</u> 49,1±28,6	58,21	-	-	-
2	Температура почвы, °C (y)	<u>11,4-29,0</u> 19,0±4,2	22,3	0,914	5,79	1,76
$y = 27,9625 - 0,25606x + 1,225E - 03x^2 \pm 1,76^\circ\text{C}$, для 83,46% случаев						
Год благоприятный по увлажнению						
3	Глубина слоя почвы, см (x ₁)	<u>5-95</u> 49,1±28,6	58,21	-	-	-
4	Температура почвы, °C (y ₁)	<u>14,6-25,1</u> 18,8±2,8	15,02	0,950	9,92	1,76
$y_1 = 25,2614 - 0,22178x_1 + 1,317E - 03x_1^2 \pm 0,89^\circ\text{C}$, для 90,33% случаев						

Результаты корреляционно-регрессионного анализа показали, что между глубиной каждого слоя почвы и его температурой во все учтенные фазы роста и развития яровой твердой пшеницы существует тесная зависимость (η_{yx} = 0,970-0,992). Полученные уравнения адекватно описывают связи в 94,25-98,44% случаев в пределах изученных параметров показателей (табл. 5).

Графический анализ показал, что в период сева при температуре верхнего слоя почвы (0-10 см), равной 17°C, температура слоев почвы понижается по мере углубления и в слое (80-90 см) на глубине 83 см она составляет 6,6°C.

В фазе кущения при 27°C в верхнем слое она на глубине (90-100 см) – 95 см снижается до 14,3°C. В фазе цветения при температуре верхнего слоя 23,3°C она в нижнем слое составляет 17,2°C. При наступлении молочной спелости зерна яровой твердой пшеницы и температуре верхнего слоя на уровне 31,7°C в нижнем слое она равна 19,1°C.

Наконец, в восковой спелости зерна при 30,7°C в верхнем слое она сохраняется на уровне 17,8°C в нижнем.

Ход процесса прогревания метрового слоя почвы в разные фазы по слоям представлен на рисунке 3.

Таблица 5. Зависимость температуры различных слоев почвы от глубины их расположения в метровом горизонте в контрастные годы (1988 и 1990 гг.) в разные фазы роста и развития яровой твердой пшеницы

п/п	Коррелируемые величины	Параметры величин (M±G)	v, %	η _{yx}	F	
					факт.	теор. ₀₁
Посев						
1	Глубина слоя почвы, см (x)	<u>5-95</u> 50±29,5	58,94	-	-	-
2	Температура в слое почвы, °С (y)	<u>6,2-16,5</u> 9,8±3,6	36,54	0,990	46,12	3,26
$y = 18,334 - 0,2837x + 1,7095E - 03x^2 \pm 0,53^\circ\text{C}$, для 98,06% случаев						
Кущение						
3	Температура в слое почвы, °С (y ₁)	<u>14,4-26,0</u> 19,4±4,3	21,98	0,992	57,3	3,26
$y_1 = 28,1769 - 0,2432x + 1,0189E - 03x^2 \pm 0,56^\circ\text{C}$, для 98,44% случаев						
Цветение						
4	Температура в слое почвы, °С (y ₂)	<u>17,3-23,2</u> 20,8±2,1	10,0	0,970	15,56	3,26
$y_2 = 23,50 - 3,0021E - 02x - 3,765E - 04x^2 \pm 0,53^\circ\text{C}$, для 94,25% случаев						
Молочная спелость						
5	Температура в слое почвы, °С (y ₃)	<u>18,5-30,3</u> 23,0±3,9	16,93	0,985	32,18	3,18
$y_3 = 38,6517 - 4,2995 \lg(x) \pm 0,69^\circ\text{C}$, для 97,06% случаев						
Восковая спелость						
6	Температура в слое почвы, °С (y ₄)	<u>17,4-29,5</u> 21,8±4,0	18,36	0,975	18,96	3,18
$y_4 = 37,8011 - 4,3833 \lg(x) \pm 0,92^\circ\text{C}$, для 95,0% случаев						

Расчеты могут быть приведены по формулам, указанным в таблице 5.

Вместе с тем, нам представлялось целесообразным рассмотреть зависимость изменения температуры слоев почвы (y) от двух факторов: порядкового номера наступившей фазы (x₁) и глубины исследуемого слоя почвы (x₂).

В условиях засушливого года температуру искомого слоя почвы в метровой толще можно рассчитать по следующей формуле с учетом номера наступившей фазы роста и развития яровой твердой пшеницы:

$y = 0,4618 + 14,4092x_1 - 0,1234x_2 - 1,5676x_1^2 - 2,0605x_1x_2 + 5,4566x_2^2 \pm 2,38^\circ\text{C}$, для 91,03% случаев (η_{мн.yx1x2} = 0,954) при x₁ = 1-5 фазы роста и развития, x₂ – 5-95 см глубины слоя почвы через 10 см

F_{факт.} = 89,41 > F_{теор.01} – 1,76, t°C = 4,5-32,5°C (рис. 4).

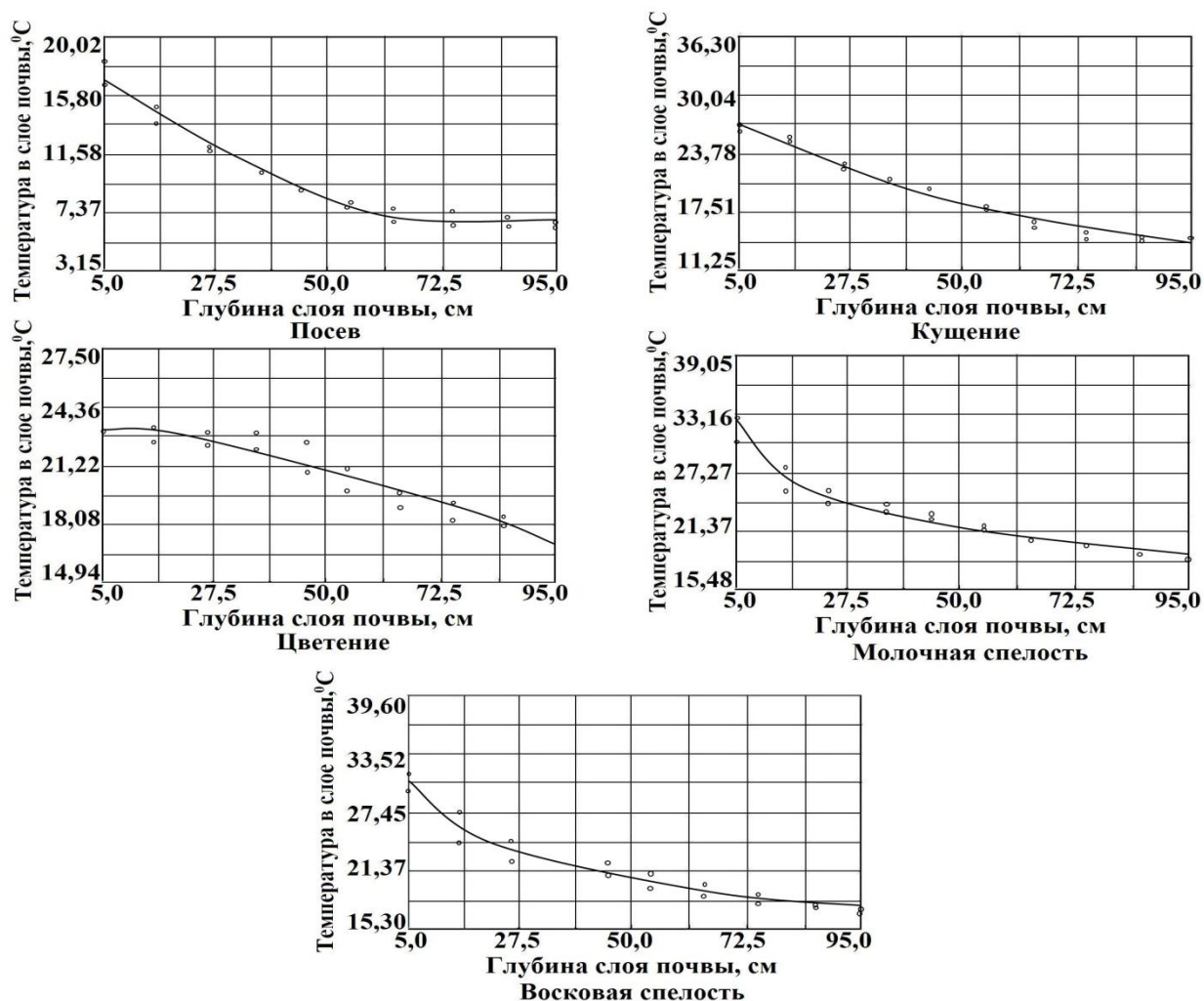


Рис. 3. Зависимость температуры разных слоев почвы под посевами яровой твердой пшеницы от глубины слоя (б. БПХ им. Куйбышева, Нежинское опытное поле, 1988, 1990 гг.).

При благоприятных условиях увлажнения за вегетацию яровой твердой пшеницы для этих расчетов получена следующая формула:

$y_1 = 11,7195 + 9,9177x_1 - 0,2357x_2 - 1,515x_1^2 + 1,6066x_2 - 0,2x_1x_2 + 9,8864x_2 - 0,04x_2^2 \pm 2,35^\circ\text{C}$, для 79,75% случаев ($\eta_{\text{мн.у.х}_1\text{x}_2} = 0,893$) при $F_{\text{факт.}} = 34,67 > F_{\text{теор.01}} = 1,76$, при тех же x_1 и x_2 и $t^\circ\text{C} = 8,2-27,1^\circ\text{C}$.

На представленном рисунке 4 при сравнении поверхностей отклика четко просматривается последовательное нарастание температуры в каждом слое почвы. По мере их углубления она закономерно снижается, но во всех слоях повышается от посева до полной спелости в засушливый год.

В год благоприятный по увлажнению температура слоев почвы сохраняет ту же закономерность ее снижения по мере их углубления. Но по фазам роста и развития яровой твердой пшеницы во второй половине вегетации снижается, тогда как в первой половине она нарастала.

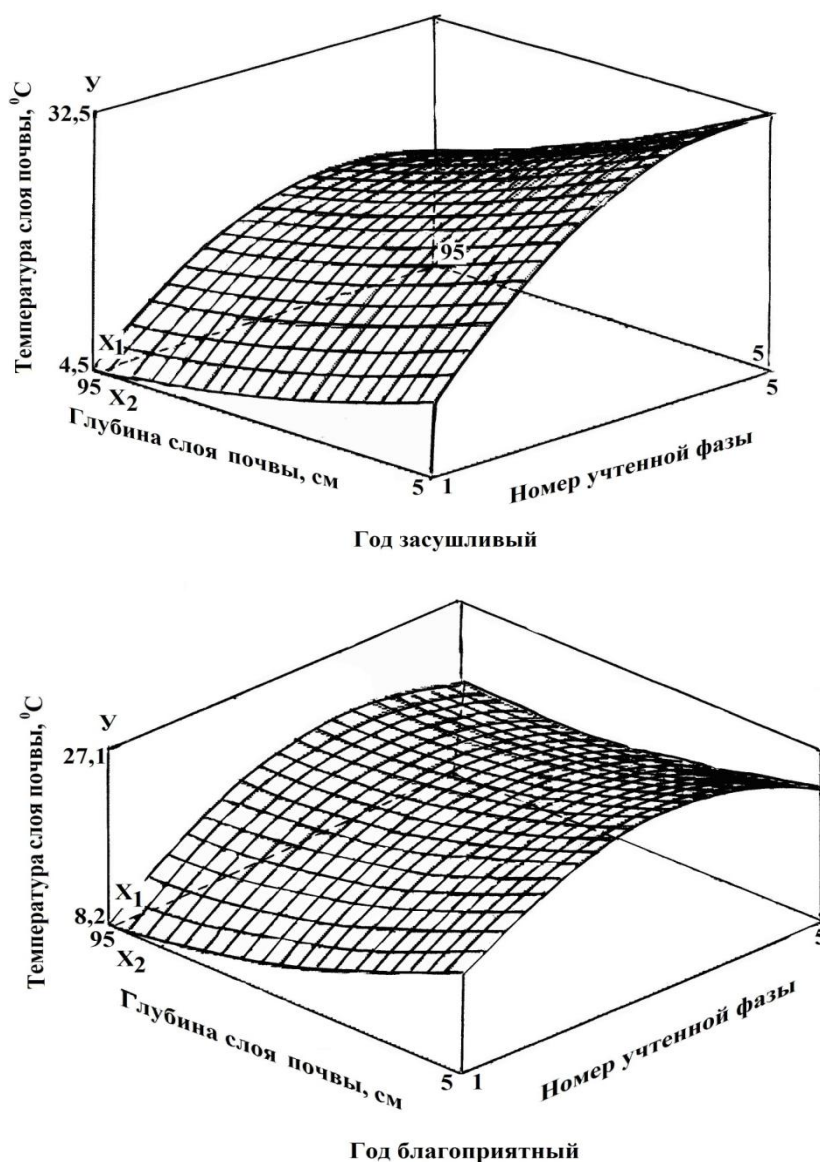


Рис. 4. Зависимость температуры почвы от глубины ее слоев и порядкового номера фазы роста и развития яровой твердой пшеницы.

Полученные нами данные впервые позволили составить определенное представление о динамике температур в слоях почвы на глубинах, в которых развивается и работает корневая система яровой твердой пшеницы, для условий засушливой степи центральной зоны Оренбургского Предуралья на черноземе южном.

Мы отдаем себе отчет в том, что это только начало будущих разработок модели жизненных процессов данной культуры в засушливой степи, и считаем целесообразным провести дальнейшие поиски факторов, ухудшающих развитие корневой системы как основного органа, поставляющего элементы питания и влаги для обеспечения жизнедеятельности растений яровой твер-

дой пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимирязев К.А. Земледелие и фенология растений. Соч. Т. 3. М.: Сельхозгиз, 1937.
2. Гэлстон А., Девис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения. М.: Мир, 1983. 552 с.
3. Полуэктов Р.А. Динамические модели экосистемы. Л., Гидрометеиздат, 1991. 312 с.
4. Пеннинг де Фриз Ф.В.Т., ван Лаар Х.Х. Моделирование роста и продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1986, 320 с.
5. Жуков В.А., Полевой А.Н., Витченко А.Н., Даниелов С.А. Математические методы оценки агроклиматических ресурсов. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 208 с.
6. Ракитин Ю.В. Управление жизнедеятельностью растений. Серия III, №22. М.: Изд. Знание, 1956.
7. Домрачев Ю.П. и др. Перспективы использования имитационного моделирования для оценки продуктивности с.-х. культур. Обзорная информация. М., 1984.
8. Крючков А.Г., Япиев И.Ф. Научный отчет о НИР за 1987-1990 гг. (рукопись).

Поступила 15.07.2015

*(Контактная информация: **Крючков Анатолий Георгиевич** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Оренбургский НИИ-ИСХ»; адрес: 4600051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1; тел. 71-04-88, e-mail: or-niish@mail.ru)*

LITERATURA

1. Timirjazev K.A. Zemledelie i fenologija rastenij. Soch. T. 3. M.: Sel'hozgiz, 1937.
2. Gjelston A., Devis P., Sjetter R. Zhizn' zelenogo rastenija. M.: Mir, 1983. 552 s.
3. Polujektov R.A. Dinamicheskie modeli jekosistemy. L., Gidrometeoizdat, 1991. 312 s.
4. Penning de Friz F.V.T., van Laar H.H. Modelirovanie rosta i produktivnosti sel'skohozjajstvennyh kul'tur. L.: Gidrometeoizdat, 1986, 320 s.
5. Zhukov V.A., Polevoj A.N., Vitchenko A.N., Danielov S.A. Matematicheskie metody ocenki agroklimaticeskikh resursov. L.: Gidrometeoizdat, 1989. 208 s.
6. Rakitin Ju.V. Upravlenie zhiznedejatel'nost'ju rastenij. Serija III, №22. M.: Izd. Znanie, 1956.
7. Domrachev Ju.P. i dr. Perspektivy ispol'zovanija imitacionnogo modelirovanija dlja ocenki produktivnosti s.-h. kul'tur. Obzornaja informacija. M., 1984.
8. Krjuchkov A.G., Japiev I.F. Nauchnyj otchet o NIR za 1987-1990 gg. (rukopis').

Образец ссылки на статью:

Крючков А.Г. Температурный режим чернозема южного под посевами яровой твердой пшеницы в засушливой степи. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. 3: 1-12 [Электронный ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2015-3/Articles/KAG-2015-3.pdf>).