

ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ И УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ*

В.И. Блохин, И.Ю. Никифорова, И.С. Ганиева, кандидаты сельскохозяйственных наук,
Р.М. Низамов, доктор сельскохозяйственных наук, **Ю. В. Малафеева**

*Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение «Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», 420059, Казань, ул. Оренбургский тракт, 48
E-mail: tatniva@mail.ru*

Исследование проводили с целью: установить зависимость урожайности зерна ярового ячменя от гидротермических показателей межфазных периодов вегетации и выявить реакцию сортов различных групп спелости на складывающиеся климатические условия периода вегетации. Работу выполняли в 2015–2021 гг. в Предкамской зоне Республики Татарстан. Почва опытных участков серая лесная, среднесуглинистая. Анализ пиковых коэффициентов выявил определяющее влияние на величину урожайности зерна ярового ячменя суммы активных температур выше 10°C и гидротермического коэффициента в межфазные периоды «всходы–кущение», «кущение–выход в трубку», «выход в трубку–колошение», «всходы–колошение», а также средней суточной температуры воздуха в период «колошение–полная спелость». Более высокая вариабельность урожайности зерна (40,4...45,1%), меньшая реализация потенциала продуктивности (56,5...60,6%) и стрессоустойчивости (-4,20...-4,96 т/га) позднеспелых сортов обусловлены наибольшей вариабельностью гидротермических показателей межфазных периодов для генотипов этой группы спелости. Более низкая урожайность позднеспелых сортов в 2015, 2019, 2020 и 2021 гг. обусловлена меньшими величинами гидротермического коэффициента межфазного периода «выход в трубку–колошение» (0,79, 0,01, 0,14 и 0,08 соответственно), в сравнении с аналогичными показателями для раннеспелой и среднеспелой групп. В благоприятном по тепло- и влагообеспеченности 2017 г. позднеспелые сорта Тимерхан, Эндан и Лаишевский сформировали высокий урожай зерна (5,15, 5,97 и 5,85 т/га соответственно) в сравнение с раннеспелыми и среднеспелыми сортами. Для стабилизации валовых сборов зерна ярового ячменя в условиях, характеризующихся неустойчивым увлажнением, целесообразно использовать в посевах сорта различных групп спелости.

HYDROTHERMAL INDICATORS OF INTERPHASE PERIODS AND YIELD OF BARLEY VARIETIES OF DIFFERENT MATURITY GROUPS

Blokhin V.I., Nikiforova I.Y., Ganieva I.S., Nizamov R.M., Malafeeva Yu.V.

*Tatar Scientific-Research Institute of Agriculture. Separate structural subdivision of the Federal Research Center «Kazan Scientific Center» of the Russian Academy of Sciences
420059, Kazan, ul. Orenburgskii trakt, 48
E-mail: tatniva@mail.ru*

The study was conducted to establish the dependence of spring barley grain yield on the hydrothermal parameters of the interphase periods of vegetation, to identify the response of varieties of different ripeness groups to the emerging climatic conditions of the growing season. The work was carried out in 2015-2021 in Predkamsky zone of the Republic of Tatarstan. The soil of the experimental plots is gray forest, medium loam. Analysis of travel coefficients revealed a determining influence on the value of spring barley grain yield in the interphase periods „sprouting – bushing”, „tillering – tube formation”, „tube formation – spiking”, „sprouting – spiking” such indicators as the sum of active temperatures above 10°C and hydrothermal coefficient; in «earing – full ripeness» period – average daily air temperature. Higher indices of variability of grain yield (40,4 ... 45,1%), lower indices of realization of productivity potential (56,5 ... 60,6%) and stress resistance (4,20 ... 4,96 t/ha) of late maturing varieties are caused by higher variability of hydrothermal indices of interphase periods for this ripeness group. The lower yield of late-ripening varieties in 2015, 2019, 2020 and 2021 is due to lower values of the hydrothermal coefficient of the interphase period «emergence of the tube – spike» (0.79, 0.01, 0.14 and 0.08 respectively), compared with similar values for the early- and mid-ripening groups. In favorable by heat and moisture availability in 2017, late-ripening varieties Timerhan, Endan and Laishevsky formed a high grain yield (5.15, 5.97 and 5.85 t/ha, respectively) compared with early- and mid-ripening varieties. In order to stabilize the gross yield of spring barley grain in conditions characterized by unstable moisture, it is advisable to use varieties of different ripeness groups in the crops.

Ключевые слова: яровой ячмень (*Hordeum sativum* L.), гидротермические показатели, межфазные периоды, урожайность зерна, группа спелости

Key words: spring barley (*Hordeum sativum* L.), hydrothermal parameters, interphase periods, grain yield, varieties ripeness group.

Абиотические условия оказывают большое влияние на различные факторы, которые в свою очередь определяют размеры урожая и качество сельскохозяйственной продукции [1, 2, 3]. Так, вариабельность урожайности зерна ярового ячменя в Предкамской зоне Республики Татарстан (РТ) на 79,6 % зависит от гидротермических условий периода вегетации [4], которые, по оценкам О.Л. Шайтанова [5] и А.Б. Мустафиной [6], претерпевают существенные

изменения под влиянием глобального потепления климата. По данным авторов сумма осадков в период вегетации на территории РТ имеет тенденцию к снижению. Анализ температурного режима в мае–августе за последние 20 лет выявил тенденцию увеличения количества дней с максимальной температурой воздуха выше 25 °С. Линия тренда ГТК за последние 40 лет сместилась из области слабо засушливых и вошла в область засушливых условий, а доля засушливых

*Работа выполнена по государственному заданию «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды». № регистрации 122011800138-7

лет, по сравнению с прошлым веком, возросла на 10 %.

Реальная урожайность зерна зависит не только от гидротермических условий вегетации – ритма осадков и температуры, но и от соответствия их динамике наиболее ответственных и «критических» периодов формирования элементов продуктивности. Ритм гидротермических условий в Предкамской зоне РТ в период вегетации ярового ячменя характеризуется сильной вариабельностью и не обнаруживает определенной закономерности. Для таких зон растениеводства особое значение в повышении потенциальной продуктивности и экологической устойчивости агроэкосистем играет их конструирование на основе подбора взаимосохраняющих сортов по принципу асинхронности биологических ритмов.

Цель исследований – выявить зависимость урожайности зерна ярового ячменя от гидротермических показателей межфазных периодов вегетации, а также реакцию сортов различных групп спелости на складывающиеся климатические условия периода вегетации.

Методика. Исследования проводили в 2015–2021 гг. на опытных полях Татарского НИИСХ, расположенных в Предкамской зоне Республики Татарстан. Исходным материалом послужили 8 сортов ярового ячменя: раннеспелый (Камашевский), среднеспелые (Орлан, Нур, Раушан, Белгородский 100) и позднеспелые (Тимерхан, Эндан, Лаишевский). Сорта подбирали с таким расчетом, чтобы они различались по продолжительности межфазных периодов, с учетом тех или иных гидротермических условий. Посев сплошной, рядовой. Норма высева 5,5 млн. всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянок 20 м². Повторность 4-х кратная. Предшественник – озимая рожь.

Почва опытных участков серая лесная, среднесуглинистая. Пахотный слой (0...22 см) характеризовался следующими агрохимическими показателями: гумус – 3,35...3,52 % (по ГОСТ 26213-91); азот

щёлочно-гидролизуемый – 85,0...94,0 мг/кг (по А.Х. Корнфилду); подвижный фосфор и калий – соответственно 251...287 мг/кг и 149...167 мг/кг (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО; ГОСТ 26207-91); гидролитическая кислотность 3,7...5,9 ммоль/100 г (по методу Каппена в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26212-91); рН^{сол} – 5,7...6,0.

В период вегетации отмечали календарные даты основных фенологических фаз развития растений ярового ячменя: «всходы», «кущение», «выход в трубку», «колошение», «полная спелость». Метеорологические данные предоставлены метеостанцией ТатНИИСХ, расположенной на расстоянии 3 км от места проведения исследований в с. Большие Кабаны Лаишевского муниципального района. Для характеристики межфазных периодов вегетации использовали следующие показатели: сумма эффективных температур выше 5°C ($\sum_{эфф.t} > 5^\circ\text{C}$), сумма активных температур выше 10°C ($\sum_{акт.t} > 10^\circ\text{C}$), средняя суточная температура воздуха (с.с.t воздуха), сумма осадков. Индексы гидротермического коэффициента (ГТК) рассчитывали по формуле Г.Т. Селянинова [7]. Но для классификации типов увлажнения периодов вегетации использовали разработанную на их основе шкалу для условий РТ [8].

Обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного, корреляционного, вариационно-статистического анализа с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.08, РАСХН, 1999). Анализ путей коэффициентов, позволяющий вычленивать прямые и косвенные эффекты влияния гидротермических показателей межфазных периодов на величину урожайности зерна, осуществляли по А.Н. Седловскому с соавторами [9].

Результаты и обсуждение. Анализ литературных источников выявил, что для установления зависимости урожайности яровых зерновых сельскохозяйственных

Табл. 1. Сумма осадков по межфазным периодам вегетации ярового ячменя для 3-х групп спелости, % от среднееголетней нормы

Год	Группа спелости*	Всходы–кущение	Кущение–выход в трубку	Выход в трубку–колошение	Колошение–полная спелость	Всходы–колошение	Всходы–полная спелость
2015	1	15,2	53,0	113,6	196,0	81,8	148,2
	2	15,2	46,8	97,7	202,9	71,7	143,3
	3	12,9	55,6	75,5	206,7	62,1	135,4
2016	1	287,9	145,7	121,2	26,6	151,8	78,7
	2	287,9	128,7	107,5	26,0	136,0	76,0
	3	246,8	158,3	71,4	26,3	117,8	71,4
2017	1	337,9	56,3	157,2	153,8	150,3	152,4
	2	337,9	49,7	218,2	120,2	179,8	147,3
	3	328,6	52,8	293,3	52,2	228,7	139,2
2018	1	181,8	182,1	43,6	56,2	106,3	76,9
	2	272,7	160,8	37,5	58,2	93,8	74,4
	3	155,8	152,8	30,9	61,9	81,2	71,4
2019	1	272,7	198,7	3,8	167,8	102,1	140,4
	2	439,4	111,1	7,5	284,7	92,5	197,3
	3	428,6	83,3	11,6	297,5	83,3	191,9
2020	1	492,4	89,4	117,4	58,4	160,4	100,7
	2	492,4	78,9	100,9	78,9	141,5	107,4
	3	422,1	225,0	10,8	90,6	122,6	106,4
2021	1	0,0	39,7	11,4	27,4	18,7	23,8
	2	0,0	35,1	9,8	32,9	16,5	25,5
	3	0,0	33,3	8,1	52,6	14,3	33,8

*здесь и далее 1 – раннеспелая; 2 – среднеспелая; 3 – позднеспелая.

культур от гидротермических условий периода вегетации одна группа авторов [10, 11] учитывает среднемесячные и среднедекадные показатели температуры воздуха, суммы осадков и др. Другие исследователи [12] рассчитывают гидротермические показатели для межфазных периодов, принимая во внимание ежедневные показатели суммы осадков, температуры воздуха и календарные даты наступления и окончания основных фенологических фаз развития растений.

Источником увлажнения в течение всей вегетации растений служат атмосферные осадки. При этом зачастую, определяющее влияние на формирование продуктивности посевов оказывает не только их количество в течение всей вегетации, но и характер распределения по межфазным периодам.

Анализ распределения суммы выпавших атмосферных осадков по межфазным периодам вегетации сортов ярового ячменя для 3-х групп спелости свидетельствует о крайней его неравномерном, как в пределах вегетации, так и в зависимости от года изучения (табл. 1). Так, в 2015 г. минимальные значения для 3-х групп спелости сортов ячменя были отмечены в межфазный период «всходы–кущение» (12,9, 12,5 и 12,5 % от среднегодовой нормы соответственно), максимальные – в межфазный период «колошение–полная спелость» (196,0, 202,9 и 206,7 %). В 2016 г. максимальные значения (246,8, 287,9 и 287,9 % от среднегодовой нормы соответственно) отмечены в межфазный период «всходы–кущение», минимальные (26,0, 26,3 и 26,6 %) – в межфазный период «колошение–полная спелость». В 2019 г. максимальные значения (272,7, 428,6 и 439,4 % от среднегодовой нормы соответственно) отмечены так же в межфазный период «всходы–кущение», а минимальные (3,8, 47,5 и 11,6 %) – «выход в трубку–колошение». В 2021 г. в межфазный период «всходы–кущение» осадки отсутствовали.

Особое значение для ячменя имеет достаточное увлажнение в межфазный период «выход в трубку–колошение». Если от посева до выхода в трубку ячмень использует 20...29 %, а от колошения до уборки 12...25 % общего расхода влаги из почвы, то от выхода в трубку до колошения – 32...37 % [13]. Следует отметить, что в 2015, 2016, 2018, 2020 и 2021 гг. суммы осадков в межфазный период «выход в трубку–колошение» сортов позднеспелой группы (75,5, 71,4, 30,9, 10,8 и 8,1 % от среднегодовой нормы соответственно) были ниже, чем для сортов раннеспелой и среднеспелой групп.

Оценка условий увлажнения периода вегетации по сумме осадков недостаточна для характеристики водных ресурсов территории. В агрометеорологии для этой цели используют отношение количества осадков к испаряемости (ГТК). Засушливые условия периода вегетации сильно снижают урожайность зерна ярового ячменя, в сравнении с благоприятными [14, 15].

В Предкамской зоне РТ период вегетации ярового ячменя характеризуется ежегодным проявлением засух различной интенсивности, совпадающих с тем или иным межфазным периодом. Экстремальная засуха (ГТК ≤ 0,3) для сортов 3-х групп спелости отмечена в 2015 г. в межфазный период «всходы–кущение», в 2016 г. – «колошение–полная спелость», в 2019 г. – «выход в трубку–колошение»; для позднеспелой группы в 2018 г. – «выход в трубку–колошение»; в 2020 г. – «выход в трубку–колошение» (табл. 2).

В условиях Предкамской зоны РТ наибольшая вариабельность характерна для таких гидротермических показателей, как «сумма осадков» и «ГТК». Наиболее сильное их варьирование отмечено в межфазные периоды позднеспелой группы: «всходы–кущение» – 78,5 и 95,9 % соответственно, «кущение–выход в трубку» – 65,3 и 77,9 %, «колошение–полная спелость» – 89,4

Табл. 2. Характер увлажнения межфазных периодов вегетации ярового ячменя 3-х групп спелости на основе индексов ГТК (по классификации, разработанной О.Л. Шайтановым для условий РТ*)

Год	Группа спелости	Всходы–кущение	Кущение–выход в трубку	Выход в трубку–колошение	Колошение–полная спелость	Всходы–колошение	Всходы–полная спелость
2015	1	0,07	0,45	1,32	1,47	0,69	1,18
	2	0,05	0,62	1,07	1,50	0,64	1,15
	3	0,07	0,48	0,79	1,50	0,55	1,07
2016	1	1,31	1,11	1,39	0,22	1,27	0,65
	2	0,73	2,04	1,23	0,21	1,16	0,63
	3	0,67	1,75	1,26	0,20	1,13	0,60
2017	1	2,53	0,59	1,69	1,21	1,52	1,32
	2	2,53	0,73	2,40	0,88	2,02	1,28
	3	2,88	0,53	3,43	0,39	2,46	1,23
2018	1	0,71	1,67	0,44	0,47	0,86	0,64
	2	0,71	1,81	0,36	0,45	0,79	0,59
	3	0,71	1,81	0,29	0,48	0,70	0,59
2019	1	1,08	1,44	0,04	1,35	0,76	1,09
	2	1,41	1,03	0,07	2,27	0,68	1,52
	3	0,41	0,96	0,01	2,36	0,65	1,51
2020	1	2,62	1,96	1,08	0,44	1,60	0,85
	2	2,34	1,99	0,95	0,57	1,44	0,89
	3	1,70	2,96	0,14	0,64	1,26	0,89
2021	1	0,0	0,26	0,12	0,23	0,14	0,19
	2	0,0	0,24	0,10	0,28	0,13	0,21
	3	0,0	0,25	0,08	0,44	0,14	0,19

*0,5 и менее – сухой; 0,6...0,7 – сильно засушливый; 0,8...0,9 – засушливый; 1,0...1,2 – слабо засушливый; 1,3...1,5 – влажный; 1,6 и более – избыточно влажный.

Табл. 3. Зависимость урожайности зерна от гидротермических показателей межфазных периодов (r – коэффициент корреляции)

Гидротермический показатель	Всходы–кущение	Кушение–выход в трубку	Выход в трубку–колошение	Колошение–полная спелость	Всходы–колошение	Всходы–полная спелость
$\Sigma_{эфф. t} > 5^{\circ}\text{C}$	-0,33	-0,36	-0,06	-0,06	-0,38*	-0,48**
$\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$	-0,37	-0,36	0,04	0,35	-0,40*	-0,29
с.с.т воздуха, °C	-0,76**	-0,16	-0,48*	-0,76**	-0,60**	-0,88**
сумма осадков, мм	0,66**	0,04	0,62**	0,26	0,80**	0,66**
ГТК	0,76**	0,05	0,61**	0,22	0,77**	0,71**
Анализ путевых коэффициентов						
Высокий прямой вклад	$\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ ГТК	$\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ ГТК	$\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ ГТК	с.с.т воздуха	$\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ ГТК	$\Sigma_{эфф. t} > 5^{\circ}\text{C}$ $\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ с.с.т воздуха ГТК
Высокий косвенный вклад	$\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ ГТК	$\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ ГТК	$\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ ГТК	–	$\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ ГТК	ГТК

* достоверно на уровне $p=0,05$; ** достоверно на уровне $p=0,01$.

и 91,2 %, «всходы–колошение» – 65,9 и 72,2 %. Максимальные в рамках исследований коэффициенты вариации суммы осадков и ГТК (142,0 и 138,9 % соответственно) отмечены для растений этой группы спелости в межфазный период «выход в трубку–колошение», на который приходятся и более высокими коэффициенты вариации для $\Sigma_{эфф. t} > 5^{\circ}\text{C}$ и $\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ (23,2 и 21,0 % соответственно).

По результатам корреляционного анализа данных установлена существенная на 1 % и 5 %-ном уровнях значимости связь урожайности зерна с разными гидротермическими показателями в различные межфазные периоды. В период «всходы–колошение» это среднесуточная температура воздуха ($r = -0,76$; $p=0,01$) и сумма осадков ($r = 0,66$) и ГТК ($r = 0,76$); «выход в трубку–колошение» – сумма осадков ($r = 0,62$) и ГТК ($r = 0,61$); «колошение–полная спелость» – среднесуточная температура воздуха ($r = -0,76$); «всходы–колошение» – среднесуточная температура воздуха ($r = -0,60$), сумма осадков ($r = 0,80$) и ГТК ($r = 0,77$); «всходы–полная спелость» – среднесуточная температура воздуха ($r = -0,88$), сумма осадков ($r = 0,66$) и ГТК ($r = 0,71$). В межфазный период «кущение–выход в трубку» значимая связь урожайности зерна с гидротермическими показателями не установлена (табл. 3).

Анализ путевых коэффициентов выявил определяющее влияние в Предкамской зоне РТ на величину урожайности зерна ярового ячменя в межфазные периоды «всходы–кущение», «кущение–выход в трубку»,

«выход в трубку–колошение», «всходы–колошение» таких показателей, как $\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ и ГТК, в период «колошение–полная спелость» – с.с.т воздуха.

Результаты наших исследований подтверждают установленные ранее [16, 17] закономерности влияния гидротермических условий межфазных периодов на величину урожайности зерна ярового ячменя, в частности значимую зависимость урожайности зерна от средней суточной температуры воздуха в межфазного периода «колошение–полная спелость» и суммы активных температур выше 10°C в период «всходы–полная спелость».

Другие исследователи [18] при сравнительной оценке уравнений множественной регрессии, отражающих зависимость урожайности зерна ячменя от величин ГТК периодов вегетации, пришли к заключению, что в максимальной степени (по величине коэффициента детерминации – R^2) она характерна для гидротермических условий межфазного периода «выход в трубку–колошение».

Более высокая вариабельность урожайности зерна (40,4...45,1 %), более низкая реализация потенциальной продуктивности (56,5...60,6 %) и стрессоустойчивости (-4,20...-4,96 т/га) позднеспелых сортов Тимерхан, Эндан, Лаишевский в наших исследованиях (табл. 4) обусловлены повышенными коэффициентами вариации суммы осадков (142,0 %), ГТК (138,9 %), $\Sigma_{эфф. t} > 5^{\circ}\text{C}$ (23,2 %) и $\Sigma_{акт. t} > 10^{\circ}\text{C}$ (21,0 %) межфазного периода «выход в трубку–колошение». Более низкая урожай-

Табл. 4. Урожайность зерна, реализации потенциальной продуктивности и стрессоустойчивости сортов ярового ячменя

Сорт	Группа спелости	Сбор зерна, т/га								CV, %*	РПП, %	ПСС, т/га
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее			
Камашевский	раннеспелая	3,25	3,42	4,09	3,07	4,66	3,55	1,23	3,32	32,3	71,2	-3,43
Орлан	среднеспелая	3,55	3,45	4,70	3,32	4,47	3,65	1,37	3,50	30,8	74,5	-3,33
Нур	среднеспелая	2,74	2,89	4,31	2,71	4,21	3,30	1,21	3,05	34,4	70,8	-3,10
Белгородский 100	среднеспелая	2,72	3,12	5,09	2,61	4,66	4,15	1,12	3,35	41,0	72,0	-3,97
Раушан	среднеспелая	2,72	2,74	3,82	2,93	4,10	3,37	1,15	2,98	32,4	72,6	-2,95
Тимерхан	позднеспелая	2,47	2,53	5,15	2,52	3,89	2,83	0,95	2,91	45,1	56,5	-4,20
Эндан	позднеспелая	3,13	3,85	5,97	3,97	4,23	3,04	1,14	3,62	40,4	60,6	-4,83
Лаишевский	позднеспелая	3,02	3,44	5,85	3,31	3,85	2,82	0,89	3,31	44,3	56,6	-4,96
среднее		2,95	3,18	4,88	3,06	4,26	3,34	1,13	3,25			
$HCP_{0,05}$		0,23	0,24	0,22	0,20	0,20	0,21	0,22				

*CV – коэффициент вариации; РПП – реализация потенциальной продуктивности; ПСС – показатель стрессоустойчивости

ность позднеспелых сортов в 2015, 2019, 2020 и 2021 гг. связана с меньшими величинами ГТК межфазного периода «выход в трубку–колошение» (0,79, 0,01, 0,14 и 0,08 соответственно), в сравнении с аналогичными показателями для раннеспелой и среднеспелой группами.

Потенциально позднеспелые сорта продуктивнее скороспелых, что обусловлено биологически их более продолжительной ассимиляционной деятельностью и способностью формировать большее число листьев, вторичных корней и колосков в колосе. Однако эти потенциальные возможности реализуются только в благоприятных условиях всего периода вегетации. Так, позднеспелые сорта Тимерхан, Эндан и Лаишевский сформировали высокий урожай зерна (5,15, 5,97 и 5,85 т/га соответственно) в благоприятном по влаго- и теплообеспеченности 2017 г.

Таким образом, определяющее влияние на урожайность зерна в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан оказывают суммы активных температур выше 10 °С и величины ГТК межфазных периодов «всходы–кущение», «кущение–выход в трубку», «выход в трубку–колошение», «всходы–колошение», а также средняя суточная температура воздуха в период «колошение–полная спелость».

Более высокая вариабельность урожайности зерна (40,4...45,1 %), меньшие показатели реализации потенциала продуктивности (56,5...60,6 %) и стрессоустойчивости (-4,20...-4,96 т/га) позднеспелых сортов обусловлены наибольшей вариабельностью гидротермических условий в межфазные периоды генотипов этой группы спелости.

Литература.

1. Суворова Г.Н., Гурьев Г.П., Иконников А.В. Влияние метеоусловий года и инокуляции ризобиями на формирование урожайности чечевицы и показатели ее структуры // *Земледелие*. 2021. № 4. С. 3-6.
2. Богдан П.М., Коновалова И.В., Клыков А.Г. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Приморского края // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 1. С. 16-20.
3. Зейналов А.С.О., Орел Д.С. Изменение видового состава, биоэкологии и вредоносности основных фитофагов яблони в центральном районе Нечерноземной зоны России под влиянием климатических факторов // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 15-21.
4. Оценка адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя селекции Татарского НИИСХ / В.И. Блохин, И.Ю. Никифорова, И.С. Ганиева и др. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. № 4 (40) С. 82-92. doi: 10.24412/2309-348X-2021-4-82-92.
5. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана / О.Л. Шайтанов, Р.М. Низамов, Е.И. Захарова и др. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. № 4 (40). С. 102-112. doi: 10.24412/2309-348X-2021-4-102-112.
6. Мустафина А.Б. Основные особенности влияния погодных условий на урожайность зерновых культур в Республике Татарстан // *Гидрометеорологические исследования и прогнозы*. 2019. №2 (372). С. 144-153.
7. Селянинов Г.Т. Методы сельскохозяйственной характеристики климата // *Мировой агроклиматический справочник*. Л.-М.: изд-во «Гидрометеиздат». 1937. 428 с.
8. Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш. Основные тенденции изменения климата в Татарстане в XXI веке. Казань: «Фолиант». 2018. 35 с.
9. Седловский А.Н., Мартынов С.П., Мамонов Л.К. Генетико-статистические подходы к теории селекции самоопыляющихся культур. Алма-Ата: изд-во «НАУКА» Казахской ССР, 1982. С. 129-134.
10. Кинчаров А.И., Таранов Г.Ю., Дёмина Е.А. Специфическая реакция сортов мягкой пшеницы на погодные условия // *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 9(162). С. 61-68. doi: 10.36718/1849-4036-2020-9-61-68.
11. Зезин Н.Н., Постников П.А. Формирование и налив зерна с урожаем яровой пшеницы в различных метеоусловиях // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 1(73). С. 57-62. doi: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-57-62.
12. Гребенчиков В.Ю., Верхотуров В.В., Копылова В.С. Влияние гидротермических условий на продуктивность и технологические качества двурядного ячменя в условиях Иркутской области // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. №4(44). С. 85-90. doi: 10.18286/1816-4501-2018-4-85-90.
13. Борисоник З.Б. Ячмень яровой. М.: изд-во «Колос», 1974. С. 80-81.
14. Evaluation of morpho-physiological traits under drought tress conditions in barley (*Hordeum vulgare* L.) / Istanbuli T., Baum M., Touchan H., et al. // *Photosynthetica*. 2020. Vol. 58. No. 4. P. 1059-1067. doi: 10.32615/ps.2020.041.
15. Assessing the Potential of Cereal Production Systems to Adapt to Contrasting Weather Conditions in the Mediterranean Region / Abi Saab M. Th., Sellami M.H., Giorio P., et al. // *Agronomy*. 2019. Vol. 9. No. 7. 21 pp. doi:10.3990/agronomy9070393.
16. Влияние агроклиматических условий на урожай зерна ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья / А.А. Бишарев, С.Н. Шевченко, Е.В. Мадьякин и др. // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018. Т. 20. № 2(4). С. 667-670.
17. Филенко Г.А., Васильченко С.А., Донцов Д.П. Продуктивность сорта ярового ячменя Леон в зависимости от метеоусловий в Южной зоне Ростовской области // *Зерновое хозяйство России* 2017. № 1(49). С. 43-49.
18. Пасынков А.В., Пасынкова Е.Н. Урожайность зерна ячменя и ее зависимость от минерального питания и гидротермических условий в период вегетации // *Агрохимический вестник*. 2019. № 2. С. 33-38. doi: 10.24411/0235-2516-2019-10024.

Поступила в редакцию 19.04.2022
После доработки 31.07.2022
Принята к публикации 01.09.2022