

УДК 551.50:63: [633.16+551.524

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАЗВИТИИ ЯЧМЕНЯ В ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Ю. И. ЧИРКОВ, Г. А. ЦВИРКО

(Кафедра агрометеорологии и климатологии)

В статье изложены результаты опыта с ячменем сорта Носовский 9 в фитотроне, вегетационном домике и в поле, показывающие влияние термического режима на скорость развития растений. Установлены поправки на балластные температуры, при помощи которых можно сопоставлять агрометеорологические показатели развития ячменя при различных условиях.

Температурный режим в период вегетации сельскохозяйственных культур в полевых условиях, как правило, не соответствует режиму, установленному в фитотронах. В связи с этим нельзя использовать характеристики, полученные в фитотронах, для решения практических вопросов в полевых условиях (размещение сортов по территории, селекция на устойчивость растений к засухе, заморозкам и др.) [4]. Например, при испытании какого-либо сорта зерновых на скороспелость обычно учитывается продолжительность его вегетационного периода. Однако значение этого показателя весьма неустойчиво и зависит от климатической зоны. При одинаковой потребности в тепле продолжительность вегетации данного сорта в более теплых районах будет меньше, чем в районах с холодным климатом. Более устойчивыми показателями потребности растений в тепле, а следовательно, скороспелости являются суммы эффективных температур, отражающие потребность данного сорта в суммарном количестве тепла [6]. Однако в условиях фитотрона суммы эффективных температур выше, чем в полевых условиях, и поэтому неправомерно сравнивать длительность вегетации в разных условиях.

Поскольку фитотроны все шире используются при изучении сельскохозяйственных растений, важно как можно более точно знать, насколько температурный режим в фитотроне соответствует наблюдаемому в естественных условиях. Цель наших исследований — изучение термического режима в фитотроне, вегетационном домике и в поле по отдельным межфазным периодам развития ячменя<sup>1</sup> для получения

сопоставимых его уровней в указанных условиях.

### Условия и методика исследований

Полевой и вегетационный опыты проводились на Селекционно-генетической станции ТСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая. Опытной культурой был яровой ячмень сорта Носовский 9. Норма посева и глубина заделки семян соответствовали рекомендациям для данной зоны. Высевали ячмень 26 апреля (1-й срок сева) и 1 июня (2-й срок). Учетная площадь делянок в полевом опыте 50 м<sup>2</sup>.

В вегетационном опыте растения (по 15 шт.) выращивали в сосудах на 5,0 кг почвы (в пересчете на абсолютно сухую). Влажность почвы в течение вегетационного периода ячменя поддерживали на уровне 70 % ПВ. Почву отбирали весной 1984 г. с соответствующих делянок полевого опыта. Повторность 9-кратная. Даты посева были те же, что и в полевом опыте.

Эксперименты в герметичном фитотроне проводили в Лаборатории потенциальной продуктивности растений ВИУА. Растения выращивали, как и в вегетационном опыте. Использовали 4 камеры. В 1-й и 2-й камерах температуру воздуха днем поддерживали на уровне 25°, ночью — 21°, в 3-й и 4-й — она была аналогичной, но в течение VI этапа органогенеза (6 дней) температура здесь повышалась днем до 28°, ночью до 25°. Относительная влажность воздуха во всех камерах днем 60,

части СССР. Он имеет самый короткий вегетационный период, наиболее засухоустойчив среди хлебов I группы. Учитывая эти особенности ячменя, мы использовали его при выращивании в различных условиях и при различных сроках сева.

<sup>1</sup> Яровой ячмень является ведущей и наиболее урожайной культурой среди яровых зерновых Нечерноземной зоны европейской

ночью — 70 %, влажность почвы в течение вегетационного периода в 1-й и 3-й камерах — на уровне 70 % ПВ, во 2-й и 4-й — такая же, но в течение VI этапа органогенеза (6 дней) имитировались явления засухи, т. е. растения не поливали.

Интенсивность лучистого потока на уровне верхнего слоя листьев в фитотроне составляла 160—180 Вт/м<sup>2</sup>. Это соответствует освещенности посевов в поле в пасмурный день при не очень плотной облачности, при высоких слоистых облаках. Продолжительность светового дня 16 ч. В качестве источника излучения использовались лампы накаливания ЗШ-220-500 с водяным экраном для снятия инфракрасной радиации. Газовый режим поддерживался в пределах 0,03—0,05 % CO<sub>2</sub> и 21—21,5 % O<sub>2</sub>.

В опыте использовали данные обсерватории им. Михельсона о температуре воздуха срочной, минимальной и максимальной, относительной влажности воздуха и количестве выпавших осадков. Во всех вариантах определяя наступление фаз и этапов органогенеза у ячменя [1, 2, 3]. Ввиду того, что VI этап органогенеза является наиболее критическим по требовательности растений к влаге (формирование элементов цветка), изучалось действие различных температур в фитотроне во 2, 3 и 4-й камерах именно с этого периода.

#### Результаты исследований

Наблюдения показали, что межфазный период посев — всходы в полевом и вегетационном опытах при 1-м сроке сева продолжался соответственно 10 и 6 дней (табл. 1, 2). За это время суммы эффективных температур в поле были несколько выше, чем в вегетационном опыте. Продолжительность периода от 3-го листа до выхода в трубку была практически одинаковой. Последующие фазы развития ячменя оказались более продолжительными в полевых условиях: различия достигали 5 дней за каждый период от колошения до молочной спелости.

На продолжительность фаз развития ячменя в поле влияла не только температу-

ра, но и условия увлажнения. Именно вследствие невысокой температуры и повышенной влажности воздуха развитие растений в поле проходило медленнее, чем в вегетационном опыте. В итоге вегетационный период в первом случае продолжался 80 дней, в последнем — 62 дня. Однако суммы эффективных температур за этот период различались совсем незначительно — 867 и 855°. В то же время суммарное количество тепла в вегетационном опыте было значительно выше и составило 982° за счет балластных температур (т. е. превышающих верхний предел температуры, необходимой для развития растений) [5, 7]. При возрастании среднесуточной температуры воздуха до 18—20° скорость развития растений увеличивалась пропорционально повышению температуры среды. Однако при 20° и выше она не возрастала, а иногда даже снижалась. Суммы балластных температур в вегетационном опыте составили 127°, а в полевых условиях их не отмечалось.

При 2-м сроке сева межфазные периоды до кушения в полевом опыте были продолжительнее, чем в вегетационном. Такая тенденция наблюдалась от выхода в трубку до восковой спелости. В период колошения — молочная спелость в поле была довольно высокая среднесуточная температура воздуха (до 20°) при недостаточном количестве осадков — 49,3 мм (норма 76 мм). В связи с этим продолжительность периода налива зерна оказалась на 5 дней меньше, чем при 1-м сроке сева. Ускорилось и созревание зерна.

Период вегетации в поле и в вегетационном опыте при 2-м сроке сева составил соответственно 73 и 58 дней, а сумма эффективных температур 859 и 874°.

Таким образом, несмотря на разную продолжительность вегетационного периода, суммы эффективных температур в полевом и вегетационном опытах оставались практически одинаковыми для ячменя сорта Носовский 9. При этом необходимо учитывать поправки на балластные температуры. Вегетационный период ячменя при 2-м сроке сева в полевом и вегетационном опытах был на 18 и 15 дней коро-

Таблица 1

#### Суммы эффективных температур в полевых условиях

Межфазный период	Срок сева			
	1-й		2-й	
	продолжительность, сут	Σt > 5°	продолжительность, сут	Σt > 5°
Посев — всходы	10	74	5	67
Всходы — 3-й лист	5	52	6	51
3-й лист — кушение	5	36	6	44
Кушение — выход в трубку	3	44	5	56
Выход в трубку — колошение	22	271	20	239
Колошение — молочная спелость	20	199	15	203
Молочная — восковая спелость	15	191	16	199

Суммы эффективных температур и их суммы с учетом поправок на балластные температуры в вегетационном опыте

Межфазный период	Срок сева					
	1-й			2-й		
	продолжи- тельность, сут	$\Sigma t \wedge 5^\circ$	то же, с уче- том балласт- ных темпера- тур	продолжи- тельность, сут	$\Sigma t \wedge 5^\circ$	то же, с уче- том балласт- ных темпера- тур
Посев — всходы	6	66	66	3	80	69
Всходы — 3-й лист	3	55	44	3	56	45
3-й лист — кущение	4	37	36	4	49	47
Кущение — выход в трубку	4	56	53	5	59	59
Выход в трубку — колошение	18	353	287	17	268	248
Колошение — молочная спе- лость	15	221	191	13	258	212
Молочная — восковая спелость	12	194	176	13	207	194

че, чем при 1-м. Это, вероятно, связано с меньшей влажностью почвы и более высокими температурами воздуха в течение вегетационного периода при высеве ячменя во 2-й срок.

В фитотроне от посева до выхода в трубку ячменя межфазные периоды и суммы эффективных температур во всех камерах были одинаковыми (табл. 3). От колошения до молочной спелости сумма эффективных температур оказалась больше в камере 1 и меньше — в камере 4. В последующий межфазный период эта тенденция сохранялась.

Вегетационный период ячменя по камерам составил соответственно 62, 57, 59 и

54 дня, а суммы эффективных температур-1240, 1158, 1198 и 1080°.

Как видно из приведенных данных, суммы эффективных температур в фитотроне значительно превышали значения этого показателя в полевом и вегетационном опытах даже с учетом поправок на балластные температуры. Как уже отмечалось выше, растения хорошо развиваются до определенного уровня температуры (ячмень до 20°). При дальнейшем повышении среднесуточной температуры суммы эффективных температур продолжают увеличиваться, а развитие растений не только не ускоряется, но иногда даже замедляется. При этом появляется несоответствие меж-

Таблица 3

Суммы эффективных температур (числитель) и их суммы с учетом поправок на балластные температуры (знаменатель) в фитотроне

Межфазный период	Номер камеры							
	1		2		3		4	
	продолжи- тельность, сут	$\Sigma t \wedge 5^\circ$	продолжи- тельность, сут	$\Sigma t \wedge 5^\circ$	продолжи- тельность, сут	$\Sigma t \wedge 5^\circ$	продолжи- тельность, сут	$\Sigma t \wedge 5^\circ$
Посев — всходы	4	95	4	95	3	71	3	71
		80		60		60		
Всходы — 3-й лист	3	71	3	71	3	71	3	71
		60		60		60		
3-й лист — кущение	3	71	3	71	3	71	3	71
		60		60		60		
Кущение — выход в трубку	9	213	9	213	9	213	9	213
		180		180		180		
Выход в трубку — колошение	20	474	19	450	21	518	18	446
		400		380		420		360
Колошение — молоч- ная спелость	12	284	10	237	10	237	9	213
		240		200		200		180
Молочная — восковая спелость	11	261	9	213	10	237	9	213
		220		180		200		180

ду продолжительностью межфазных периодов и суммами температур воздуха, накопившимися за эти периоды.

При повышении температуры воздуха в течение VI этапа органогенеза на 4° и постоянном поливе растений (камера 3) вегетационный период ячменя сократился на 3 дня по сравнению с этим показателем в камере 1, где среднесуточная температура поддерживалась на уровне 21—25°. В камере 2, где температурный режим был таким же, как в камере 1, но растения не поливали 6 дней, вегетационный период ячменя и суммы эффективных температур уменьшались соответственно на 5 дней и 182°. В камере 4 повышение температуры при отсутствии поливов вызывало ускоренное прохождение межфазных периодов, сократился период налива зерна, в итоге продолжительность вегетации и суммы эффективных температур были наименьшими. Следовательно, влажность почвы на VI этапе органогенеза заметно влияет на скорость развития ячменя.

Урожайность в полевом и вегетационном опытах при 1-м сроке посева была существенно выше, чем при 2-м, — соответственно 42,6 и 35,6 ц/га (табл. 3) при НСР<sub>05</sub> 2,6 ц/га и 10,5 и 9,0 г на сосуд при НСР<sub>05</sub> 1,4 г. В камерах фитотрона урожай зерна составил соответственно 7,5; 6,1; 7,1

и 5,5 г на сосуд при НСР<sub>05</sub> 0,43 г, т. е. в условиях повышенных температур и засухи на VI этапе органогенеза он был наименьшим.

### Выводы

1. Суммы эффективных температур, необходимые для роста и развития растений от посева до созревания, постоянны для ячменя сорта Носовский 9 как по отдельным периодам развития, так и за весь период вегетации.

2. В полевых условиях при расчете теплообеспеченности ячменя необходимо учитывать, что с понижением среднесуточной температуры продолжительность вегетационного периода возрастает, а сумма эффективных температур увеличивается с удлинением периода вегетации.

3. При возделывании ячменя в различных условиях при расчете теплообеспеченности следует вводить поправки на балластные температуры.

4. Установлена возможность использования результатов опыта в поле, вегетационном домике и фитотроне для решения ряда задач в полевых условиях, в частности, для определения скороспелости сортов и скорости прохождения основных этапов органогенеза при различной напряженности температурного режима.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Куперман Ф. М., Дворянkin Ф. А., Ржанов Е. И. и др. Этапы формирования органов плодоношения злаков. Т. 1. М.: Изд-во МГУ, 1955. — 2. Куперман Ф. М., Чирков Ю. И. Биологический контроль за развитием растений на метеорологических станциях. Л.: Гидрометеоздат, 1970. — 3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Л.: Гидрометеоздат, 1973. — 4. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивно-

сти с.-х. растений. Л.: Гидрометеоздат, 1983. — 5. Руководство по агрометеорологическим прогнозам. Т. 1. Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 6. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. Л.: Гидрометеоздат, 1969. — 7. Щиголев А. А. Руководство по контролю и обработке наблюдений над фазами развития с.-х. культур. Л.: Гидрометеоздат, 1955.

*Статья поступила 21 февраля 1986 г.*

### SUMMARY

Results of the experiment with Nosovsky 9 barley variety conducted in phytotron, in greenhouse, and in the field are presented in the paper, they show the effect of different thermal conditions on the rate of plant development. Ballast temperature corrections are established by which agrometeorological factors of barley development under different conditions can be compared.