

ПАРАМЕТРЫ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ, УВЛАЖНЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОЗДУХА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ РАЗНОГО УРОВНЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГОУРАЛА

По результатам многолетних (1972-2003 гг.) исследований по технологии выращивания ярового ячменя установлены параметры агроценоза, а также увлажнения и температурного режима воздуха для формирования уровней урожайности до 1 т, 1-2 т, 2-3 т, 3 и более т с 1 га и их вероятность.

Повышение продуктивности растений неразрывно связано с их способностью противостоять действию повреждающих факторов среды (Н.Т. Ниловская, Н.Н. Булгакова, 1984; Н.Ф. Бондаренко, Б.В. Железный, 1986; А.С. Образцов, 1990; В.Н. Башкин, 1991; А.А. Жученко, 1993 [2, 3, 5, 10, 11]).

Особой нестабильностью отличаются параметры температуры среды и влажности почвы, а также азотного обмена (Д.А. Сабинин, 1955; А.И. Коровин, 1972; Н.А. Гусев, 1974; Д.А. Кореньков, 1983 [4, 7, 8, 12]).

Наибольший рост урожайности сельскохозяйственных культур за прошедший период был достигнут в тех почвенно-климатических зонах мира, где действие лимитирующих факторов внешней среды было наименьшим (А.А. Жученко, 2000 [6]).

Вопросы продукционного процесса формирования урожайности для условий степной зоны Южного Урала затронуты в работах А.Г. Крючкова (1995), Р.Х. Абдрашитова (2001) применительно в основном к технологии возделывания яровой пшеницы.

Работами Р.Х. Абдрашитова (2001) обоснованы основные параметры высокопродуктивных агроценозов с уровнем урожайности от 2,47 до 3,04 т с 1 га для мягкой и от 1,35 до 2,34 т с 1 га для твердой пшеницы.

Для условий степной зоны Южного Урала применительно к культуре ярового ячменя вопросы математического моделирования продукционного процесса практически не проработаны.

Цель исследований – разработать параметры высокопродуктивных агроценозов ячменя и модели агротехнологий его возделывания в степной зоне Южного Урала.

В задачи исследований входило:

– установить параметры биологических и хозяйственно-ценных признаков ячменя для формирования высокопродуктивных агроценозов;

– определить связи погодно-климатических факторов периода вегетации ярового ячменя с его урожайностью.

Материалы и методы исследований. Данные для определения параметров высокопродуктивных агроценозов ярового ячменя получены по результатам полевых опытов с данной культурой, проведенных в 1978-2003 гг. с сортами Донецкий 8, Зерноградский 584. В эти годы изучены основные элементы агротехники – сроки сева, нормы высева, дозы минерального удобрения, сроки скашивания и обмолота, обработка стимуляторами роста и агрохимикатами на фоне различных доз гербицида.

Для определения корреляционных связей погодных факторов (температура воздуха, осадки, влажность воздуха) использованы данные АГМС «Чебеньки» и ГМО «Оренбург».

Корреляционно-регрессионный анализ связей проводился на персональном компьютере по программе Оренбургского НИИСХ.

Результаты и обсуждение.

Многолетние опыты по технологии выращивания ярового ячменя в степной зоне показали, что продуктивность данной культуры зависит от факторов, формирующих как плотность агроценоза, так и продуктивность отдельного растения.

Коэффициенты корреляции урожайности составили: с количеством всходов 0,581, с полевой всхожестью 0,691; сохранностью растений к уборке 0,954; с числом зерен в колосе – 0,921.

Таблица 1. Параметры агроценозов ярового ячменя для формирования урожайности разного уровня

Агробиологические показатели посевов ярового ячменя	Единица измерения	Агробиологические показатели, соответствующие уровням урожайности ячменя в т с 1 га		
		до 1	1-2	2-3 и >
1. Продолжительность периода вегетации	дн.	61-67	62-68	69-80
2. Количество всходов	шт. на 1 кв. м	146 и <	146-288	288-430
3. Полевая всхожесть	%	40-48	48-68	68-73
4. Сохранность растений к уборке	%	51-69	70-81	82-95
5. Площадь листьев в фазе колошения	тыс. кв.м на 1 га	3,1-5,5	5,6-10,1	10,2-21,4
6. Фотосинтетический потенциал посевов	тыс. кв. м на 1 га сут.	130-220	221-410	411-840
7. Чистая продуктивность фотосинтеза	г/кв.м сут.	16,7-20,8	11,8-16,7	5,8-11,9
8. Высота растений	см	55-60	60-90	91-110
9. Количество растений к уборке	шт. на 1 кв. м	169 и <	269-289	289-320
10. Коэффициент продуктивного кушения	ед.	0,8-1,2	1,2-1,7	1,7-2,1
11. Масса зерна с главного колоса	г	0,51-0,55	0,55-0,61	0,61-0,68
12. Коэффициент хозяйственной эффективности	%	<27,7	27,7-37,9	37,9-39,7
13. Число колосков в главном колосе	шт.	9-11	12-14	15-16
14. Число зерен в главном колосе	шт.	13-14	17-18	19-21

Продуктивность культуры в большей степени связана с окончательными показателями посевов.

Нами установлены параметры агроценоза ярового ячменя, которые соответствуют уровням урожайности до 1 т, 1-2 т, 2-3 т и 3 т с 1 га (табл. 1).

Рост продуктивности ярового ячменя возможен при продолжительности периода вегетации до 80 дней, полевой всхожести семян не менее 73%, сохранности 95% растений к уборке, площади листьев порядка 21,4 тыс. кв. м на 1 га. Растения ячменя должны быть по высоте не менее 91-110 см, иметь продуктивный второй боковой побег. Выход зерна из урожая должен составить 37,9-39,7%, а число колосков в колосе 15-16 шт. с озерненностью колоса главного побега до 19-21 шт.

Нами также рассчитаны параметры увлажнения и температурного режима воздуха для формирования урожайности ячменя разного уровня и их вероятность.

В начале вегетации ячменя (посев – всходы) параметры температуры воздуха, количества осадков и величин гидротермического коэффициента с большей вероятностью (от 31,6 до 66,9%) способствуют формированию урожайности 2-3 т с 1 га. В этот период высока вероятность снижения минимальных температур воздуха. Доля параметров погодных характеристик, снижающих урожайность до 1 т с 1 га, составляет от 2,4 (по средней минимальной температуре воздуха –

>16,4°C) до 11,9% (по сумме средних температур воздуха – 195,3°C и >).

Распределение осадков в большинстве случаев благоприятно и способствует формированию урожайности от 1-2 (50% лет) до 2-3 т с 1 га (46,8% лет) (табл. 2).

В межфазный период всходы – кушение возрастает вероятность проявления средних и максимальных значений температуры воздуха, ограничивающих урожайность культуры до 1-2 т с 1 га (21,8-38,6%), и снижается вероятность факторов, увеличивающих урожайность до 2-3 (41,7-58,0%) и более (5,6-18,6%) т с 1 га. В этот период также увеличивается вероятность параметров увлажнения, способствующих падению урожайности до 1 т с 1 га. Доля осадков для этого уровня (0,8 мм) составляет 16,1%, а ГТК (<0,64) 11,6%, в то время как для уровня 2-3 т с 1 га 31,5 и 22,6% (соответственно 29,5-40,3 мм и 0,86-1,02 ед.).

В самый продолжительный по времени межфазный период вегетации кушение – колошение наибольшую вероятность в условиях степной зоны Южного Урала имеют параметры температурного режима воздуха, при которых формируется урожайность 1-2 т с 1 га: по сумме средних температур воздуха 39,6% (596,5-668,2°C), максимальной температуре воздуха – 48,6% лет (34,8-37,6°C) (табл. 3). При количестве осадков 31,8-54,4 мм и величине ГТК 1,18-1,36 ед. более вероятно (соответственно 48,4 и 58,6% лет) полу-

Таблица 2. Параметры температурного режима воздуха и увлажнения межфазных периодов посев – всходы, всходы – кущение для формирования урожайности ячменя разного уровня и их вероятность

Показатели	Уровни урожайности и их вероятность							
	до 1 т с 1 га	вероятность, %	1-2 т с 1 га	вероятность, %	2-3 т с 1 га	вероятность, %	>3 т с 1 га	вероятность, %
Посев - всходы								
Сумма среднесуточных температур воздуха, °С	195,3 и >	11,9	168,5-214,4	22,9	125,9-185,0	66,9	<125,9	8,3
Средняя суточная температура воздуха, °С	19,7 и >	10,4	17,0-19,7	20,5	12,7-17,0	60,4	<12,7	8,7
Сумма максимальных температур воздуха, °С	>229,3	9,6	229,3	24,5	202,5	54,1	190,3	11,8
Максимальная температура воздуха, °С	>26,5	9,6	26,5	23,6	24,4	56,4	22,8	10,4
Сумма средних минимальных температур воздуха, °С	>162,4	3,5	133,6-162,4	36,8	106,9-133,6	35,1	106,9	24,6
Средняя минимальная температура воздуха, °С	>16,4	2,4	13,5-16,4	38,6	10,8-13,5	31,6	10,8	28,4
Осадки, мм	<7,6	3,2	7,6-61,0	50,0	7,6-61,0	46,8	>61,0	-
ГТК, ед.	0,74 и >	7,4	0,74-1,14	41,5	1,14-1,36	52,6	1,36-1,43	3,5
Всходы - кущение								
Сумма среднесуточных температур воздуха, °С	<166,5	17,5	<166,5	31,4	166,5-273,4	45,5	>273,4	5,6
Средняя суточная температура воздуха, °С	20,1-23,2	18,4	20,1-18,8	30,6	18,8-13,6	44,9	13,6	6,1
Сумма максимальных температур воздуха, °С	614	9,4	614	21,8	530,0-614,0	58,0	448,0-530,0	10,8
Максимальная температура воздуха, °С	>34,0	8,3	34,0-30,6	38,6	22,4-30,6	41,7	<22,4	11,4
Сумма средних минимальных температур воздуха, °С	>348,0	8,3	310,1-348,0	37,9	245,6-310,1	35,2	245,6	18,6
Средняя минимальная температура воздуха, °С	>17,4	9,2	15,8-17,4	37,9	12,4-15,8	38,6	12,4	14,3
Осадки, мм	<0,8	16,1	0,8-29,5	38,4	29,5-40,3	31,5	>40,3	14,0
ГТК, ед.	<0,64	11,6	0,86-0,64	46,2	0,86-1,02	22,6	>1,02	19,6

Таблица 3. Параметры температурного режима воздуха и увлажнения межфазного периода кущение – колошение для формирования урожайности разного уровня и их вероятность

Показатели	Уровни урожайности и их вероятность							
	до 1 т с 1 га	вероятность, %	1-2 т с 1 га	вероятность, %	2-3 т с 1 га	вероятность, %	>3 т с 1 га	вероятность, %
Сумма среднесуточных температур воздуха, °С	>668,2	20,4	596,5-668,2	39,6	453,8-596,5	33,9	<453,8	6,1
Средняя суточная температура воздуха, °С	23,9-25,1	21,8	23,9-21,6	40,2	21,6-16,6	31,9	16,6	6,1
Сумма максимальных температур воздуха, °С	>902,4	20,4	835,2-902,4	21,8	835,2-713,8	49,7	713,8	8,1
Максимальная температура воздуха, °С	>37,6	13,3	34,8-37,6	48,6	29,6-34,8	28,5	<29,6	9,6
Сумма средних минимальных температур воздуха, °С	421,6	14,8	370,0-421,6	41,5	335,6-370,0	21,6	33,6	10,1
Средняя минимальная температура воздуха, °С	>16,8	21,4	14,8-16,8	35,4	12,4-14,8	24,8	12,4	18,4
Осадки, мм	<16	12,5	16-31,8	28,6	31,8-54,4	48,4	54,4-127,8	10,5
ГТК, ед.	0,56-0,75	1,3	0,75-1,18	31,4	1,18-1,36	58,6	1,36-1,42	8,7

Таблица 4. Параметры температурного режима воздуха и увлажнения в период генеративного развития и за период вегетации для формирования урожайности ячменя разного уровня и их вероятность

Показатели	Уровни урожайности и их вероятность							
	до 1 т с 1 га	вероятность, %	1-2 т с 1 га	вероятность, %	2-3 т с 1 га	вероятность, %	>3 т с 1 га	вероятность %
Колошение - молочная спелость								
Сумма среднесуточных температур воздуха, °С	>370,5	20,5	>370,5	38,6	370,5-286,1	30,1	<286,1	10,8
Средняя суточная температура воздуха, °С	>24,7	18,7	>24,7	30,7	24,7-19,6	39,2	<19,6	11,4
Сумма максимальных температур воздуха, °С	546,0	14,5	538,4	28,5	483,7	38,6	475,5	18,5
Максимальная температура воздуха, °С	>39,0	13,6	37,4-39,0	29,6	31,7-37,4	31,4	<31,7	25,4
Сумма средних минимальных температур воздуха, °С	>276,0	13,5	243-276	29,4	222-243	40,8	222	16,3
Средняя минимальная температура воздуха, °С	>18,4	13,6	16,2-18,4	30,8	14,8-16,2	41,4	14,8 и <	14,2
Осадки, мм	<10,9	12,6	10,9-56,4	41,8	56,4-80,0	20,6	>80,0	25,0
ГТК, ед.	<0,45	8,4	0,45-0,94	56,2	0,94-1,01	20,4	1,01-1,24	15,0
Молочная спелость - восковая спелость								
Сумма среднесуточных температур воздуха, °С	>326,4	21,5	326,4-316,8	38,4	316,8-261,6	33,9	261,6	6,2
Средняя суточная температура воздуха, °С	>27,2	20,6	27,2-26,4	31,8	26,4-21,8	40,7	<21,8	5,9
Сумма максимальных температур воздуха, °С	-	-	>489,6	41,6	342-489,6	38,7	<342	19,7
Максимальная температура воздуха, °С	-	-	>40,8	41,6	28,5-40,8	38,7	<28,5	19,7
Сумма средних минимальных температур воздуха, °С	244,8	-	220,8-244,8	-	198-220,8	-	198 и <	-
Осадки, мм	0-16,8	31,6	16,8-42,5	47,2	42,5-60,0	16,4	>60,0	4,8
ГТК, ед.	0,43-0,71	48,4	0,71-0,85	37,1	0,85-0,98	14,5	0,98	-
Восковая – полная спелость								
Сумма среднесуточных температур воздуха, °С	-	-	>150,5	38,4	150,5-279,1	48,7	<150,5	12,9
Средняя суточная температура воздуха, °С	-	-	>25,4	38,6	16,8-25,4	47,4	<16,8	14,0
Сумма максимальных температур воздуха, °С	-	-	>288,9	36,4	256,5-288,9	51,4	256,5	12,2
Максимальная температура воздуха, °С	-	-	>32,1	37,6	28,5-32,1	48,6	<28,5	3,8
Сумма средних минимальных температур воздуха, °С	-	-	400,2 и <	24,7	333,5-400,2	61,0	333,5	14,3
Средняя минимальная температура воздуха, °С	-	-	17,4 и <	25,2	14,5-17,4	67,4	14,5	7,4
Осадки, мм	<11,0	48,6	11,0-28,8	21,6	28,8-44,7	20,8	28,8-44,7	9,0
ГТК, ед.	0,35-0,61	37,6	0,61-0,76	51,7	0,76-0,94	8,7	0,94-1,15	4,0
Посев - полная спелость								
Сумма среднесуточных температур воздуха, °С	>1933	13,6	1800-1933	40,6	1461-1800	40,1	<1461	15,7
Средняя суточная температура воздуха, °С	22,9-24,3	14,3	20,9-22,9	31,9	17,4-20,9	49,0	17,4	14,8
Сумма максимальных температур воздуха, °С	>1996	15,0	1996	31,6	1720-1996	42,8	1996	10,6
Максимальная температура воздуха, °С	>40,8	11,0	>40,8	38,6	35,2-40,8	41,8	<35,2	8,6
Сумма средних минимальных температур воздуха, °С	>1213,6	4,6	1115,2-1213,6	31,5	951,0-1115,2	48,5	951,0	8,4
Средняя минимальная температура воздуха, °С	>17,4	5,6	14,8-17,4	37,4	13,6-14,8	47,6	13,6	9,4
Осадки, мм	36,7 и <	7,7	36,7-84,0	45,0	84,0-210,7	30,6	84,0-210,7 и >253	16,7
ГТК, ед.	0,30-0,65	12,0	0,65-0,84	44,0	0,84-1,18	28,0	1,18-1,43	16,0

чение урожайности в 2-3 т с 1 га. В этот межфазный период возрастает вероятность более частого (20,4%) проявления максимальной температуры воздуха, ограничивающей урожайность на уровне 1 т с 1 га. Осадки этого периода в 10,5% лет ограничивают урожайность уровня 3 и более т с 1 га и в 12,5% определяют его снижение до 1 т с 1 га и менее.

В период генеративного развития сохраняется ограничивающая роль максимальной температуры воздуха и осадков. В межфаз-

ный период колошение – молочная спелость вероятность максимальной температуры воздуха (29,6-39,0°С и >), сдерживающей урожайность на уровне 1-2 т с 1 га и менее, составляет 43,2%, а количество осадков – 54,4% лет (табл. 4).

В то же время в этот период вероятность осадков для уровня урожайности 3 и более т (>80 мм) равна 25%. В периоды молочная – восковая и восковая – полная спелость количество осадков, при которых урожайность

может составить 1 тонну с гектара и менее возможно в 31,6 и 48,6% лет соответственно для уровня 3 т и более в 4,8 и 9,0% лет.

К концу вегетации (восковая – полная спелость) ячменя основной режим температуры воздуха определяет уровень урожайности от 1 до 3 тонн с гектара с преобладанием вероятности их проявления (до 47,4-61,0% лет) для 2-3 т. Но в этот период увеличиваются вероятность отсутствия осадков (<11,0 мм) и засушливости, при которых урожайность до 1 т с 1 га и менее возможна в половине лет (48,6%), также возрастает ограничивающая роль гидротермического коэффициента (0,35-0,61) (37,6% лет).

В целом за период вегетации параметры температурного режима воздуха на 31,5-40,6% определяют уровень урожайности в 1-2 т с гектара и на 40,1-49,0% – уровень урожайности в 2-3 т с 1 га. При этом величины сумм средних (>1933°C) и максимальной температуры (>40,8°C) и ее суммы (>1996°C) с 11,0-15,0% вероятностью способствуют формированию низкой урожайности (1 т с 1 га и меньше). Урожайность более 3 т с 1 га ограничивается ростом максимальных температур воздуха и их сумм, а вероятность их равна 8,6-10,6%. Осадки периода вегетации в

сумме 36,7-84,0 мм на 45% определяют урожайность в 1-2 т с 1 га, а сумма до 84-210,7 мм и более 253 мм с 16,7% вероятностью могут способствовать формированию урожайности до 3 и более тонн.

Выводы:

1. Агробиологические показатели высокопродуктивных посевов ярового ячменя должны быть в пределах: число всходов – 288-430 шт. на 1 кв. м, полевая всхожесть – 68-73%, сохранность растений к уборке – 82-95%, количество растений к уборке – 289-320 штук. Период вегетации – 69-80 дней.

2. Средняя суточная температура воздуха в пределах 12,7-17,0°C способствует формированию урожайности ячменя до 2-3 т с 1 га, рост ее величин до 17,0-19,7°C снижает урожайность до 1-2 т с 1 га.

3. Осадки до 54,4 мм, выпавшие до периода колошения ячменя, до 89,5% вероятности способствуют формированию урожайности до 2-3 т с 1 га.

4. В условиях степной зоны Южного Урала необходимо формирование растения ячменя с коэффициентом кущения 1,7-2,1 с высоты до 110 см, массой зерна с главного побега до 0,68 г при числе зерен в главном колосе до 19-21 шт.

Список использованной литературы:

1. Абдрашитов, Р.Х. Особенности формирования оптимальных агроценозов яровой пшеницы в степной зоне Южного Урала / Р.Х. Абдрашитов: автореф. дис... д-ра с.-х. наук. – Оренбург, 2001. – 59 с.
2. Башкин, В.Н. Устойчивое развитие агросферы на основе ее экологически оптимальной биопродуктивности / В.Н. Башкин // Вестник с.-х. науки, 1991. – С.59-62.
3. Бондаренко, Н.Ф. Математическое моделирование плодородия почв / Н.Ф. Бондаренко, Б.В. Железный // Вестник с.-х. науки. – 1986. – №7. – С. 47-52.
4. Гусев, Н.А. Состояние воды в растениях / Н.А. Гусев. – М.: Наука. – 1974. – 134 с.
5. Жученко, А.А. Проблемы адаптации в современном сельском хозяйстве / А.А. Жученко // Сельскохозяйственная биология. – 1993. – №5. – С. 3-35.
6. Жученко, А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений / А.А. Жученко // Сельскохозяйственная биология. – 2000. – №3. – С. 3-29.
7. Кореньков, Д.А. Условия эффективного применения азотных удобрений / Д.А. Кореньков // Основные условия эффективного применения удобрений. – М., 1983. – С. 25-43.
8. Коровин, А.И. Роль температуры в минеральном питании растений / А.И. Коровин. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – 248 с.
9. Крючков, А.Г. Научные основы выращивания, уборки и послеуборочной обработки сильных и твердых пшениц в степной зоне Южного Урала / А.Г. Крючков: автореф. дис... д-ра с.-х. наук. – Оренбург, 1995. – 42 с.
10. Ниловская, Н.Т. Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от концентрации питательного раствора / Н.Т. Ниловская, Н.Н. Булгакова // Докл. ВАСХНИЛ, 1984. – №6. – С. 13-15.
11. Образцов, А.С. Системный подход: применение в земледелии. – М.: 1990.
12. Сабинин, Д.А. Физиологические основы питания растений / Д.А. Сабинин, М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 45 с.