

УДК 633.16 (470.331): [631.559 + 631.17]

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

З. И. УСАНОВА, Т. И. СУТЯГИНА

(Кафедра растениеводства)

Рассматриваются особенности формирования высокопродуктивных посевов ячменя ярового при возделывании его по интенсивным технологиям. Даются оптимальные параметры посева и лучшие варианты технологий, позволяющие получать гарантированные урожаи зерна.

Получение высоких устойчивых урожаев хорошего качества с сохранением при этом экологического равновесия — главная задача современного растениеводства. Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о возможности ее решения для зерновых культур путем внедрения интенсивных технологий, предусматривающих программированное выращивание урожаев, управление формированием высокопродуктивного посева с помощью подкормок, применения ретардантов, фунгицидов и других средств [1—3, 9, 10, 12]. Что касается возделывания ячменя ярового в Центральном регионе страны, то для него разработан ряд таких технологий, которые базируются на рекомендованных традиционных технологиях [1, 2, 6—8 и др.]. Дальнейшее совершенствование технологий связано, в частности, с выявлением оптимальной плотности агроценоза. Поскольку таких исследований в данном районе проводится недостаточно, нами была поставлена задача — изучить особенности формирования высокопродуктивных посевов ячменя, определить оптимальные параметры (модель) посева и лучшие варианты интенсивных тех-

нологий, позволяющие получать гарантированные урожаи зерна. Оптимизации условий в ценозе добились изменением густоты стояния растений, созданием фона минерального питания на запланированные уровни продуктивности, применением разных вариантов технологий.

Методика

Многофакторные полевые опыты проведены в 1986—1989 гг. на опытном поле Тверского сельскохозяйственного института на окультуренной дерново-среднеподзолистой остаточной карбонатной глееватой почве, сформированной на морене, супесчаной. Агрохимическая характеристика почвы следующая: содержание органического вещества — 3,2—5,2 %, P_2O_5 — 244—283 мг, K_2O — 120—150 мг на 1 кг, $pH_{\text{кол}}$ — 5,6—7,0.

В опытах изучали 3 фактора. Фактор А. Интенсивная технология: T_1 — без оставления технологической колени; T_2 — формирование такой колени.

Фактор Б. Уровни минерального питания: I фон — нормы удобрений рассчитаны при КПД ФАР 2,0 %

на получение урожая зерна 45 ц; II фон — при КПД ФАР 2,5 % на урожай 55 ц/га.

Фактор В. Нормы высева: 1, 2, 4, 6, 8, 10 млн всхожих семян на 1 га.

Повторность опыта — 4-кратная, учетная площадь делянок 1-го порядка — 492 м², 2-го — 246, 3-го — 41 м². Варианты расположены рендомизированными блоками. Объектом исследований был районированный сорт ячменя Абава, имеющий наибольший удельный вес в посевах культуры в Тверской области.

В годы опыта, за исключением 1989 г., использовали инкрустированные семена I класса посевного стандарта, выращенные в учхозе «Сахарово» той же области. В 1989 г. высевали семена II класса, полученные в неблагоприятном для их формирования 1988 г. При комплексной обработке семян применяли 2 %-ный раствор NaКМЦ, фундазол или байтан-универсал (2 кг/т), микроэлементы в виде серноокислых солей цинка (150 г/т) и марганца (100 г/т). Сила роста семян при морфобиологической оценке проростков была не менее 70—80 %.

В вариантах Т₁ (без колеи) азотные удобрения вносили в один прием — до посева под культивацию, в борьбе с сорняками использовали гербицид 2,4-ДА (2 кг/га), фунгициды не применяли. В вариантах Т₂ (с оставлением колеи) азотные удобрения вносили в 2 приема: 1-й — до посева из расчета $1/2$ и $2/3$ нормы соответственно по I и II фонам; 2-й — в подкормку в середине фазы кущения оставшуюся часть нормы; в борьбе с сорняками применяли смесь 2,4-ДА (2 кг/га) с лонтрелом (0,3 кг/га), для предупреждения распространения болезней (пятнистости листьев, ржавчины) — байлетон (0,6 кг/га).

Нормы удобрений рассчитывали на запланированные уровни урожая

45 и 55 ц/га балансовым методом. При определении норм азота использовали коэффициенты 100—110 % от выноса его с урожаем. Фон I — 112—124N45—122P117—161K; фон II — 138—151N119—195P160—180K.

Остальные приемы технологии — рекомендованные для области.

Изучаемое звено севооборота — бобово-злаковые смеси, ячмень, овес. На опытном участке применяли: систему яблечной и предпосевной обработки почвы; посев — в ранние сроки (первые 5 дней с начала сева яровых зерновых культур) в зависимости от характера весны (27 апреля — 9 мая) сеялкой СН-16, тщательно установленной на норму высева, с глубиной заделки семян 3—4 см; довсходовое боронование ЗБП-0,6 (в 1989 г. в вариантах Т₁ вместо опрыскивания посевов 2,4-ДА использовали боронование в середине фазы кущения). При появлении вредителей посевы обрабатывали хлорофосом (против шведской мухи) и волатоном (против тли в 1988 г.). Учет урожая сплошной при уборке комбайном «Сампо-130».

В опытах проводили фенологические наблюдения, учет густоты стояния и влагообеспеченности. Раз в 10 дней отбирали пробы для определения фотосинтетической деятельности посева и потребления НРК растениями. Анализировали структуру урожая. Полученные результаты обрабатывали статистически. При этом применяли современные методики [2, 13, 14]. В данном сообщении приводятся материалы о формировании густоты стояния, структуры урожая и урожайности.

Метеорологические условия

На формирование высокопродуктивных посевов ячменя большое

влияние оказывают постоянно изменяющиеся в течение вегетации факторы внешней среды.

Метеорологические условия в вегетационные периоды 1986—1989 гг. складывались различно. Более благоприятным для формирования урожая первого и второго уровней был 1986 г. (табл. 1). Но даже в этом году не удалось получить урожай второго уровня, что было обусловлено недостатком влаги во время кущения и выхода в трубку (III—VII этапы органогенеза), а также недостатком тепла в сочетании с избыточным увлажнением и низкой интенсивностью ФАР во время налива. В указанных условиях про-

дуктивность колоса (число зерен, масса 1000 зерен) не достигла потенциально возможной. В 1987 г. по II фону также не был получен урожай второго уровня из-за низкого прихода ФАР, особенно во время налива, когда отмечалось резкое похолодание (на 4,8 °С ниже нормы), что ухудшило выполненность зерна и продуктивность колоса. Неблагоприятными для формирования высоких урожаев были 1988 и 1989 гг. Резкий дефицит влаги в сочетании с высокими температурами (свыше 30 °С) во время генеративного развития растений в 1988 г. отрицательно сказался на озерненности колоса (редуцированные колоски, 15,6 зерна в колосе в среднем по опыту), а недостаток влаги во время налива — на массе 1000 зерен (35 г). Кроме того, большой ущерб урожаю нанесло массовое появление тлей в посевах в фазу выхода в трубку, а также поражение растений желтой карликовостью. В 1989 г. планируемые уровни урожая не были получены главным образом из-за неоптимальной плотности продуктивного стеблестоя вследствие низкой общей выживаемости семян и растений (рис. 1), причинами которой явилось последствие плохих условий формирования семян на материнском растении в 1988 г., а также резкие колебания условий увлажнения в течение вегетации 1989 г.

Различия метеорологических условий в годы опытов позволили полнее выявить роль изучаемых факторов в формировании урожайности при интенсивном возделывании ячменя.

Результаты

Как известно [11], ускорение прохождения фаз активной вегетации растений (всходы — восковая спелость), являющееся реакцией расте-

Т а б л и ц а 1

Метеорологические условия за период вегетации (посев — уборка) и урожайность ячменя

Показатель	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.
Продолжительность периода, дней	99	116	96	104
Температура, °С:				
среднесуточная	16,0	14,6	17,3	16,8
сумма за период	1584	1699	1640	1744
± к норме	+101	+13	+365	+231
Осадки, мм:				
в среднем за сутки	2,2	2,3	1,3	3,2
сумма за период	222	263	127	330
% к норме	79	95	57	137
Приход ФАР, МДж/м ² :				
в среднем за сутки	9,2	7,4	10,5	10,0
сумма за период	912	860	1002	1042
± к норме	+20	-151	+155	+100
Урожайность, ц/га:				
в лучшем варианте	53,0	45,5	27,0	32,5
в среднем по опыту	43,2	40,5	21,5	24,1

ний на длину дня и неблагоприятные условия произрастания, сопровождается снижением урожайности. В нашем опыте наибольшее влияние на развитие растений оказывали нормы высева и густота стояния. Как правило, в густых посевах (нормы высева 6—10 млн) отмечалось более раннее (в среднем на 2—3 дня) наступление и дружное прохождение фаз развития по сравнению с редкими. Наибольшее различие между вариантами норм высева проявлялось во время созревания, особенно в годы с недостаточным количеством тепла и ФАР в этот период. Так, в 1987 г. в густых посевах фазы восковой и твердой спелости наступили на 5—7 дней раньше, чем в редких, за счет дружного созревания, обусловленного меньшей кустистостью растений. Продуктивная кустистость растений в вариантах с нормами высева 1—2 млн колебалась в этом году от 3,1 до 6,4, а при нормах 6—7 млн — от 2,6—2,8 до 1,2—2,0.

Сухая теплая погода во время созревания способствовала формированию высоких урожаев в редких посевах и уменьшала разницу между вариантами норм высева 1, 2, 4, 6 млн по этому показателю. В 1987 г. на фоне технологии T_1 урожай зерна составил соответственно по нормам высева 41,9; 43,4; 44,2; 45,5 ц/га. Избыточное увлажнение и влияние других неблагоприятных факторов во время созревания (1989 г.) приводило к преждевременному прекращению вегетации и определяло большую разницу в урожае между вариантами норм высева: соответственно 14,8; 19,0; 27,1; 29,8 ц/га.

На более высоком фоне минерального питания наступление восковой спелости задерживалось на 1—2 (реже на 2—3) дня в негустых посевах (1—2 млн), что способствовало повышению урожайности при

нормальных условиях погоды. То же наблюдалось при дробном внесении азота и обработке посевов байлетоном на фоне технологии T_2 . В последнем случае это связано с лучшим сохранением ассимилирующей поверхности вследствие снижения пораженности ячменя корневыми гнилями. В годы со значительным их распространением (1986) количество больных растений после обработки байлетоном снижалось в 1,4—1,7 раза (с 25,3 до 14,8 % на I и с 26,4 до 19,4 % на II фоне). Выявлена тенденция к снижению пораженности болезнями при внесении азотных удобрений в один прием (до посева) и к ее увеличению — при повышении нормы высева (1, 2, 4, 6 и 8 млн — соответственно 3,8; 7,6; 9,1; 22 и 41 %). В густых посевах эффект от обработки байлетоном был выше. Так, в 1986 г. количество больных растений на I фоне уменьшилось после обработки в посевах с нормой высева 2 млн в 1,5 (с 12,2 до 8 %), а с нормой 6 млн — в 2,4 раза (с 44,7 до 18,3 %). Таким образом, внесение азота в один прием и обработка байлетоном действуют в одном направлении, что, по-видимому, сглаживает эффект от технологии с оставлением колеи (T_2).

Полевая всхожесть, сохранность, выживаемость растений при возделывании ячменя по интенсивной технологии должны быть высокими и обеспечивать оптимальные параметры агроценоза, а также устойчивость фотосинтезирующей системы. На эти показатели, кроме агротехники, большое влияние оказывает качество семян, зависящее главным образом от метеорологических условий во время их формирования на материнском растении. В наших опытах при использовании на посев хорошо подготовленных семян, но выращенных в условиях

Тверской области, полевая всхожесть в наибольшей степени зависела от погодных условий во время их формирования (рис. 1) и в меньшей — от технологии, фона удобрений и норм высева (табл. 2).

В сухую теплую весну при использовании на посев физиологически слабых семян отмечалась тенденция к снижению полевой всхожести при повышении нормы высева. В другие годы и в среднем по опыту не наблюдалось прямой зависимости полевой всхожести от нормы высева. Увеличение норм удобрений, в том числе азотных, существенно не влияло на этот показатель (рис. 2).

Сохранность растений от всходов до уборки в первую очередь зависела от нормы высева, а затем от качества семян и условий во время прорастания. При увеличении нормы

высева и густоты всходов существенно снижалась сохранность растений. Повышение уровня питания увеличивало этот показатель в редких посевах (1—2 млн), а технология Т₂ с дробным внесением азотных удобрений и обработкой фунгицидами — в более густых (6—10 млн). Последнее объясняется, по-видимому, большим эффектом от применения байлетона в густых посевах.

Общая выживаемость растений закономерно снижалась при увеличении нормы высева. С улучшением питания она повышалась в редких посевах, а под влиянием технологии Т₂ — в густых (рис. 2).

Густота стояния ячменя перед уборкой увеличивалась при повышении нормы высева, но из-за снижения выживаемости непропорци-

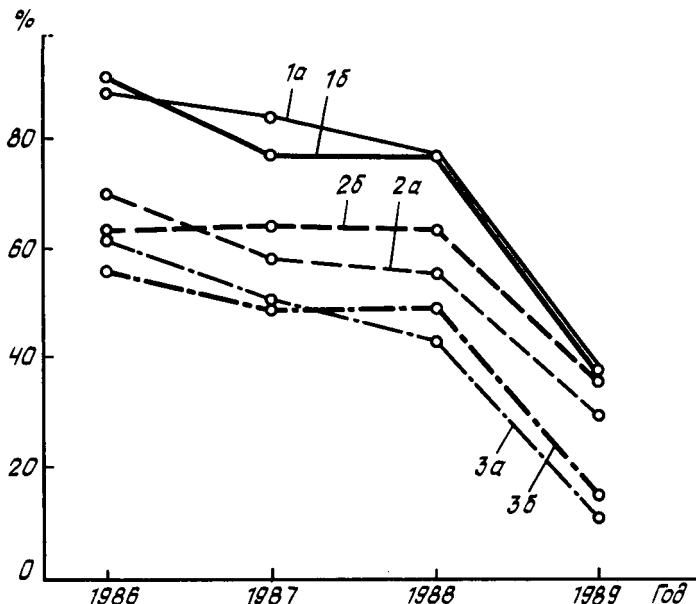


Рис. 1. Полевая всхожесть (1), сохранность (2) и общая выживаемость (3) при возделывании по технологии Т₁ на I (а) и II (б) фонах минерального питания в годы опыта.

Таблица 2

Полевая всхожесть семян, сохранность растений от всходов до уборки и общая выживаемость ячменя (в среднем за 1986—1989 гг.)

Норма высева, млн/га	Т ₁			Т ₂		
	Полевая всхожесть, %	Сохранность, %	Общая выживаемость, %	Полевая всхожесть, %	Сохранность, %	Общая выживаемость, %
<i>I фон питания</i>						
1	74,7	84,6	66,7	70,1	79,5	59,6
2	76,4	67,9	55,6	69,8	74,4	54,1
4	69,7	53,6	39,9	71,9	48,1	36,4
6	66,8	47,0	34,5	68,6	53,1	39,8
8	71,7	36,8	27,0	71,2	42,8	34,2
10	70,9	31,6	24,5	71,5	40,8	31,5
Среднее	71,7	53,6	41,4	70,5	56,3	42,6
<i>II фон питания</i>						
1	76,0	91,7	70,2	72,4	90,6	67,2
2	68,6	82,2	59,5	72,6	83,0	61,1
4	69,8	53,6	39,5	66,9	55,3	38,7
6	66,5	39,8	28,5	62,2	50,0	33,4
8	70,6	43,0	33,0	70,7	33,4	24,7
10	73,8	28,8	22,2	71,4	30,4	20,8
Среднее	70,9	56,5	42,1	69,0	57,1	41,0

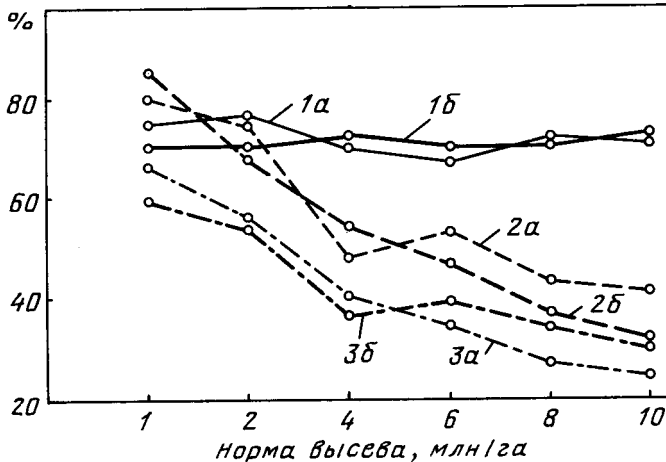


Рис. 2. Полевая всхожесть (1), сохранность (2) и общая выживаемость (3) ячменя по технологиям Т₁ (а) и Т₂ (б) в среднем за 1986—1989 гг.

онально последней. Таким образом, в среднем за годы исследований общая выживаемость в лучших вариантах норм высева оказалась низкой: к 70 % она приближалась при норме высева 1 млн, к 60 % — при 2 млн. Наибольшая потеря семян происходит в течение активной вегетации. Применение эффективных мер — дробное внесение удобрений, обработка фунгицидами — несущественно сдерживает этот процесс. Главная роль принадлежит качеству семян.

Плотность продуктивного стеблестоя оказывает большое влияние на формирование фотосинтетической мощности посева и конечную его продуктивность [5—6, 11—12], поэтому является важнейшим параметром высокопродуктивного агроценоза. В условиях региона этот показатель у ячменя очень изменчив ($v=58\%$), что повышает динамизм фотосинтезирующей системы и затрудняет определение нормы высева [11]. Ряд исследователей считают, что на повышенном фоне питания при интенсивной технологии возможно снижение нормы высева, поскольку в таких условиях возрастает кустистость растений [4, 5]. Наши исследования показали, что кустистость ячменя как общая, так и продуктивная зависит в основном от условий года и в меньшей мере от норм высева. Так, общая кустистость в вариантах T_1 по I фону питания колебалась по годам от 2,4 до 10,3, продуктивная — от 1,9 до 6,4, а в вариантах норм высева в среднем за годы соответственно от 6,7 (1 млн) до 3,3 (10 млн) и от 4,7 до 2,4. Наибольшие колебания кустистости в зависимости от норм высева отмечались в 1987 г.: общей — от 7,7 (1 млн) до 1,8 (10 млн), продуктивной — от 5,1 до 1,3. Максимальное кущение ячменя наблюдалось в 1989 г. в связи

с изреженностью посевов и благоприятными погодными условиями. Продуктивная кустистость в этом году при норме высева 1 млн колебалась по вариантам технологии и фону питания от 6,2 до 8,6, а при норме высева 10 млн — от 4,4 до 6,4.

Последние два фактора несущественно влияли на кустистость ячменя, несмотря на разные нормы азотных удобрений (табл. 3). При улучшении питания кустистость, как правило, снижалась, а при дробном внесении азота по T_2 несколько увеличивалась, что связано не с увеличением габитуса растения при внесении больших доз азота до посева (ко II этапу органогенеза) в вариантах T_1 , а с лучшим сохранением побегов кущения в вариантах T_2 благодаря азотной подкормке и с большей редукцией продуктивных побегов. В лучшие годы технология T_2 повышала кустистость на I фоне в редких посевах, на II фоне — в густых.

Степень кущения растений влияла на количество продуктивных побегов к уборке. Снижение продуктивной кустистости и сохранности растений при увеличении норм высева привело к тому, что максимальная густота продуктивного стеблестоя как в благоприятные, так и в среднем за все годы формировалась на I фоне питания по обеим технологиям при норме высева 6 млн, на II фоне — при норме 8 млн всхожих семян (таб. 4). На I фоне большая густота продуктивного стеблестоя способствовала получению наибольшего урожая; на II фоне эти максимумы не совпадали, что связано с более резким падением продуктивности колоса, которое не компенсировалось увеличением числа колососных стеблей. В целом по опыту густота продуктивного стеблестоя несколько уменьшалась с повышением фона питания и увели-

Таблица 3

Густота стояния и кустистость ячменя перед уборкой

Норма высева, млн/га	В среднем за 1986—1989 гг.								В среднем за 1986—1987 гг.*	
	Т ₁				Т ₂				Т ₁	Т ₂
	Гус- тота стоя- ния, шт/м ²	Кустистость		Про- дук- тив- ная, % к общей	Гус- тота стоя- ния, шт/м ²	Кустистость		Про- дук- тив- ная, % к общей		
		общая	про- дук- тив- ная			общая	про- дук- тив- ная		Продуктивная кустистость	
<i>I фон питания</i>										
1	70	6,7	4,7	70,1	6,2	6,8	5,2	76,5	3,7	4,9
2	111	5,6	3,8	67,8	108	6,3	4,0	63,5	2,7	3,3
4	160	4,9	3,3	67,3	146	4,2	3,5	83,3	2,4	2,6
6	209	4,7	3,1	66,0	238	4,9	3,4	69,4	2,1	2,1
8	218	3,3	2,6	78,8	276	4,2	2,9	69,0	2,0	1,7
10	244	3,5	2,4	68,8	315	4,0	2,6	65,0	1,5	1,4
Среднее	169	4,8	3,3	68,8	191	5,0	3,6	72,0	2,4	2,7
<i>II фон питания</i>										
1	74	6,3	4,2	66,7	81	6,6	4,8	72,7	4,3	4,0
2	119	4,9	3,6	73,5	122	5,9	3,5	59,3	3,2	3,1
4	158	4,8	3,4	70,8	155	4,9	3,2	55,3	2,3	2,8
6	170	4,3	2,7	62,8	200	4,7	3,0	63,8	2,2	2,1
8	267	4,0	2,2	55,0	200	4,1	2,9	70,7	1,6	2,4
10	222	3,8	2,3	60,5	233	4,0	2,8	70,0	1,5	2,2
Среднее	168	4,7	3,1	66,0	165	5,0	3,4	68,0	2,5	2,8

* 1986 и 1987 гг. были более благоприятными по метеорологическим условиям.

чивалась в вариантах технологии Т₂. В первом случае это объясняется снижением продуктивной кустистости в неблагоприятные годы (1988, 1989), во втором — лучшей сохранностью растений и продуктивных побегов.

Элементы продуктивности колоса формируются на разных этапах органогенеза. Длина колоса зависит от обеспеченности факторами роста на III этапе. Внесение всей нормы азота до посева при технологии Т₁ по I фону способствовало формированию более длинного колоса. На II фоне норма азота была высокой, и внесение $\frac{2}{3}$ ее до посева в вариантах Т₂ было достаточным для закладки длинного соцветия. Поэтому повышение уровня питания при Т₁ не увеличивало, а при Т₂ увеличивало длину колоса.

Озерненность соцветия зависит от

условий роста растений не только во время прохождения ими III этапа органогенеза, но и на последующих этапах, включая IX. Азотная подкормка, проведенная в начале III этапа, способствовала увеличению количества зерен в колосе на обоих фонах. Значительное влияние на этот показатель оказали метеорологические условия (наименьшей она была в 1988 г.), а также нормы высева и густота стояния. С увеличением последних уменьшалось число зерен в колосе, однако при нормах 4—6 млн, а в отдельных случаях и при 4—8 млн разница в озерненности колоса на I фоне питания была слабо выражена.

Масса 1000 зерен в большей степени варьировала по годам и мало зависела от изучаемых факторов. Наибольшей (49,4 г) она была в 1986 г на I фоне при технологии Т₁, наименьшей (34,6 г) — в 1988 г.

Таблица 4

Урожайность ячменя и показатели структуры урожая в среднем за 1986—1987 гг. (в числителе) и за 1986—1989 гг. (в знаменателе)

Норма высева, млн/га	Т ₁					Т ₂				
	Урожайность, ц/га	Продуктивные побеги, шт/м ²	Длина колоса, см	Число зерен, шт.	Масса зерна с колоса, г	Урожайность, ц/га	Продуктивные побеги, шт/м ²	Длина колоса, см	Число зерен, шт.	Масса зерна с колоса, г
I фон питания										
1	34,2	344	8,7	23,4	0,980	36,8	390	8,6	24,1	0,960
	25,1	287	8,5	22,0	0,852	26,4	305	8,2	21,1	0,840
2	42,2	434	8,0	21,0	0,980	41,8	427	7,8	22,1	0,900
	30,5	350	8,3	19,7	0,850	33,0	393	8,0	21,0	0,860
4	45,6	516	7,4	20,4	0,900	43,2	472	7,2	20,8	0,930
	35,5	410	8,2	19,5	0,880	35,5	410	7,7	19,7	0,870
6	49,2	611	7,2	20,6	0,820	46,8	723	6,8	20,6	0,700
	38,0	450	7,8	20,4	0,808	37,9	540	7,1	19,8	0,762
8	44,0	492	7,2	20,2	0,900	42,6	624	6,6	21,3	0,680
	34,7	428	7,4	18,4	0,800	34,0	482	6,7	18,9	0,718
10	40,2	449	7,2	20,4	0,900	43,6	655	6,8	18,6	0,670
	31,2	384	7,3	18,5	0,815	35,6	495	7,0	18,8	0,748
Среднее	42,6	474	7,6	21,0	0,910	42,5	548	7,3	21,2	0,810
	32,5	385	7,9	19,8	0,846	33,7	438	7,4	19,9	0,800
II фон питания										
1	35,4	387	9,0	23,7	0,930	33,3	398	8,7	24,4	0,840
	24,6	305	9,0	22,1	0,780	24,8	336	9,5	22,5	0,718
2	40,5	432	8,4	22,0	0,990	39,8	464	8,2	23,0	0,920
	30,3	388	8,2	20,2	0,850	30,8	380	9,3	21,2	0,832
4	44,8	478	8,0	22,2	0,940	45,2	464	7,4	21,9	0,980
	34,4	422	8,1	19,6	0,832	35,5	413	7,8	20,9	0,852
6	45,2	459	7,6	20,0	0,990	45,8	540	7,1	20,6	0,860
	35,0	369	7,7	19,2	0,950	33,9	446	7,3	19,0	0,748
8	39,6	522	7,2	20,0	0,760	42,0	664	7,0	20,8	0,640
	31,8	434	7,1	19,0	0,782	33,6	502	8,5	18,8	0,692
10	41,0	490	7,0	20,6	0,840	41,0	468	6,9	20,4	0,880
	31,6	399	7,0	18,6	0,790	31,6	410	8,0	18,6	0,770
Среднее	41,1	461	7,9	21,4	0,910	41,2	500	7,7	21,8	0,850
	31,3	386	7,8	19,8	0,831	31,7	414	8,0	20,2	0,769

на II фоне при технологии Т₂. В среднем по нормам высева за 4 года она достигала наибольшего значения (42,9) на I фоне при технологии Т₁ и была практически одинаковой на II фоне при технологии Т₁ и на обоих фонах при технологии Т₂ (41,4—41,6 г).

Анализ урожайных данных в лучшие по метеорологическим условиям годы (1986, 1987), а также в среднем за 4 года свидетельствует об отсутствии существенной разницы между вариантами технологий на I и II фонах и между фонами (табл. 4). Внесение повышенных

норм удобрений (на урожай 55 ц/га) оказалось неэффективным; ограничивающими факторами в этом случае были метеорологические условия и последствие их влияния. В годы, неблагоприятные для формирования высокого урожая, отмечалось повышение урожайности на 3,2—6,1 ц/га при технологии Т₂ в вариантах с близкой к оптимальной густотой продуктивного стеблестоя (табл. 5). Оно обусловлено положительным воздействием дробного внесения азотных удобрений и обработки фунгицидами.

Наибольшее влияние на продуктивность посева в данных опыта, как и в более ранних [11], оказывали нормы высева. На I фоне минерального питания при обеих технологиях лучшая структура посева и высокая урожайность формировались при норме высева 6 млн/га, на II — при 4 млн/га. В этих вариан-

тах получен наибольший урожай зерна (за вычетом израсходованных на посев семян).

Исследования убедительно показывают, что в благоприятные годы на окультуренных полях можно получать высокие урожаи при низких нормах высева (1—2 млн), но они не максимальны. В среднем за годы опыта снижение нормы высева от оптимальной до 1 млн привело к недобору урожая зерна (за вычетом семян) 8,4—11,0 ц/га в зависимости от фона и технологии, а снижение ее до 2 млн — к недобору в 2,7—5,6 ц/га. Повышение нормы высева до 8 млн также сопровождалось снижением урожайности ячменя.

Высокая продуктивность ячменя в лучшие годы достигалась при следующей структуре урожая: продуктивных побегов — 611 шт/м², длина колоса — 7,2 см, число зерен в ко-

Таблица 5

Урожайность ячменя (ц/га) в годы исследований (за вычетом израсходованных на посев семян)

Норма высева, млн/га	Т ₁					Т ₂				
	1986	1987	1988	1989	Средняя	1986	1987	1988	1989	Средняя
<i>I фон питания</i>										
1	26,0	41,4	16,6	14,4	24,6	35,4	37,1	17,9	13,1	25,8
2	40,2	42,4	17,7	18,0	30,0	40,7	41,3	21,9	24,4	32,1
4	45,6	42,1	21,9	25,1	33,7	42,2	40,7	21,3	30,5	33,7
6	51,6	42,4	21,8	26,8	35,6	48,9	38,1	24,2	28,2	34,8
8	43,7	37,1	18,1	24,4	30,8	43,2	34,9	17,5	25,2	30,2
10	36,1	35,4	18,9	15,6	26,4	41,2	37,1	20,8	24,6	30,9
Среднее	40,5	40,1	19,2	20,9	30,2	41,9	38,2	20,6	24,4	31,3
<i>II фон питания</i>										
1	32,5	37,4	15,7	11,0	24,2	34,7	30,9	17,1	14,7	24,4
2	39,7	39,6	18,3	19,9	29,4	45,4	32,6	21,7	19,8	29,9
4	43,6	42,5	16,0	28,1	32,6	49,7	37,1	22,1	25,6	33,6
6	44,9	40,2	19,4	24,5	32,2	48,7	37,4	16,5	21,6	31,0
8	36,7	35,4	19,6	20,7	28,1	41,4	35,4	19,6	23,1	29,9
10	37,7	35,4	16,1	18,6	27,0	40,2	32,8	17,0	17,7	26,9
Среднее	39,2	38,4	17,5	20,5	28,9	43,4	34,4	19,0	20,5	29,3
НСР ₀₅ главных эффектов										

1986 г.— 1,46 ц/га, 1987 г.— 2,16, 1988 г.— 1,34, 1989 г.— 2,20 ц/га.

лосе — 20,6 шт., масса зерна с колоса — 0,820 г, урожай зерна — 49,2 ц/га, а в среднем за годы исследований соответственно 450 шт/м², 7,8 см, 20,4 шт., 0,880 г, 38,0 ц/га.

Экономические расчеты показали, что дополнительные затраты средств на более эффективный гербицид лонтрел, двукратное внесение азота, обработку байлетоном в вариантах технологии Т₂ составляют в среднем 33,8 руб/га и окупаются получением дополнительно 2,4 ц зерна с гектара. В среднем за годы опытов возделывание ячменя по технологии Т₂ (с оставлением колеи) не окупило зерном дополнительные по сравнению с технологией Т₁ затраты средств, однако в годы с экстремальными метеорологическими условиями в лучших вариантах новые элементы интенсивной технологии Т₂ обеспечили получение дополнительного чистого дохода 29,4—50,4 руб/га, а в отдельных случаях — 86,8 руб/га.

Выводы

1. В северной части Центрального Нечерноземья (Тверская область) при возделывании ячменя по интенсивной технологии более надежные результаты дает программирование урожая зерна 45 ц/га (использование посевом 2 % ФАР). В благоприятные годы при оптимальной норме высева обеспечивается формирование большего урожая (51—53 ц/га) за счет наиболее полного использования природного потенциала и минеральных удобрений.

2. Лучшим вариантом интенсивной технологии в благоприятные годы и в среднем за опыт был вариант Т₁, предусматривающий посев ячменя без формирования колеи, внесение всей нормы азота в один прием — до посева, применение гербицида 2,4-Д или боронования до всхо-

дов и в фазу кущения, высев 6 млн всхожих семян на 1 га. Применение пониженных норм высева не обеспечивает формирование оптимальной плотности посева, а наблюдаемое в этом случае повышение продуктивности каждого растения не компенсирует уменьшения числа колосоносных стеблей на единице площади.

3. Семена, выращенные в условиях рассматриваемого региона, характеризуются низкой общей выживаемостью, которая в лучших вариантах норм высева в среднем не превышает 50 %. Применение эффективных мер (дробное внесение удобрений, обработка фунгицидами) в экстремальных метеорологических условиях повышает сохранность растений и побегов кущения.

4. Возделывание ячменя по интенсивной технологии с формированием колеи (Т₂) и применением наиболее эффективных ее элементов выгоднее при менее благоприятных и экстремальных погодных условиях. При этом в рационально загущенных посевах повышение урожайности на 3,2—6,1 ц/га обусловлено положительным влиянием дробного внесения азотных удобрений и обработки посевов фунгицидами. Указанные прибавки урожая позволяют окупать дополнительные затраты средств и обеспечить дополнительную чистую прибыль 29,4—50,4 руб/га.

5. Оптимальными параметрами модели посева ячменя (для сортов типа Абава) при выращивании его по интенсивной технологии в расчете на получение урожая 45—53 ц/га являются: густота продуктивного стеблестоя — 550—600 шт/м², продуктивная кустистость — 2,1, число зерен в колосе — 20,6 шт., масса зерна с колоса — 0,830 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ващенко В. Ф. Сравнительная эффективность технологий возделывания ярового ячменя на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Центрального района Нечерноземья зоны.— Автореф. канд. дис.— Немчиновка, Моск. обл., 1989.— 2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта.— М.: Агропромиздат, 1985.— 3. Елистратова В. Г., Беляков И. И. Интенсивные технологии и их совершенствование.— Зерновые культуры, 1989, № 4, с. 36—38.— 4. Интегрированная система выращивания зерновых культур.— Мировое зерновое хозяйство.— М., 1989, с. 78—116.— 5. Касаева А. К. Как сформировать высокопродуктивные посевы: вопросы и ответы.— Зерновое хозяйство, 1987, № 1, 2, 3, с. 19—22, 14—20, 12—14.— 6. Ламан Н. А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых культур.— Минск: Наука и техника, 1985.— 7. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания ярового ячменя.— М.: Агропромиздат, 1987.— 8. Разумкин А. И. Влияние интенсивной технологии возделывания овса и ячменя на планируемый урожай зерна.— В кн.: Элементы интенсивной технологии возделывания зерновых культур в Ивановской области.—

Л., 1987, с. 9—13.— 9. Смолин Н. В. Влияние элементов интенсивной технологии на урожайность и качество зерна ячменя в условиях юга Нечерноземной зоны.— Автореф. канд. дис.— М.: ВИУА, 1988.— 10. Технология возделывания яровых зерновых культур.— В кн.: Производство и современные технологии возделывания зерновых за рубежом.— Гомель, 1988.— 11. Усанова З. И. Теория и практика создания высокопродуктивных посевов некоторых полевых культур (в условиях интенсификации земледелия Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР.— Автореф. докт. дис.— М., 1989.— 12. Федосеев А. П. Погода и эффективность удобрений.— Л.: Гидрометеиздат, 1985.— 13. Шатилов И. С., Коломов М. К. Постановка опытов и проведение исследований по программированию урожая полевых культур.— Метод. рекоменд.— М.: ВАСХНИЛ, 1978.— 14. Шатилов И. С., Чудновский А. Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая.— Л.: Гидрометеиздат, 1980.— 15. Nielobock W., Thonfeld H. H.— *Feldwirtschaft*, 1987, Bd. 28, N 8, S. 356—361.

Статья поступила 25 октября 1990 г.

SUMMARY

In a field 3-factor experiment (two cultivation technologies, two yield levels and six sowing rates) role of the factors studied and of meteorological conditions in stand formation has been revealed. The highest grain yields (49.2 centners/ha, the stand being 45 centners/ha in the best years and 38 centners/ha on the average during the experiment) were obtained using the technology without forming a track, with sowing rate 6 mln/ha, applying all nitrogen before sowing, not using fungicides. In the years that are unfavourable for producing high yield, the advantage (increase in grain yield — 3.2—6.1 centners/ha) was achieved by using the technology with a track, by fractional application of nitrogen, and by using efficient herbicides and fungicides.