

Вероятность формирования урожайности яровой твёрдой пшеницы в связи с различным количеством доступной влаги в степной зоне Оренбургского Предуралья

*А.Г.Крючков, д.с.-х.н., профессор, В.И.Елисеев, к.с.-х.н.,
ФГБНУ Оренбургский НИИСХ*

В современных условиях ведения сельского хозяйства на территории степной зоны с непостоянным климатом для хозяйств всех форм собственности чрезвычайно важным является знание

проявлений его колебаний на уровнях вероятной урожайности для создания надёжных механизмов защиты от критических падений урожайности возделываемых культур и выживания при создающихся этих случаях. Продолжительность сроков выплат за взятые кредиты, заключение договоров страхования посевов, возможность продолжения хозяйство-

вания и т.п. детали жизнеспособности сельских жителей диктуются указанными условиями.

Приближённое знание об этом можно составить при анализе многолетних данных неискажаемой статистики. Но более ценными и правдивыми для подобных целей являются результаты многолетних стационарных опытов научных учреждений, ведущихся на этих территориях и считающихся во всех странах мира национальным достоянием.

В целях получения представления о возможностях яровой твёрдой пшеницы – ценнейшей культуры Оренбуржья нами выполнено обобщение результатов учёта формирующейся урожайности этой культуры и вероятности её формирования в степной зоне Оренбургского Предуралья с учётом количества доступной растениям влаги, полученных на базе многолетнего стационарного опыта за 35 лет наблюдений.

Материал и методы исследования. Материалом для анализа служили результаты учёта урожайности яровой твёрдой пшеницы в стационарном агрохимическом опыте, проводившемся в период с 1974 по 2015 г. на почвах чернозёма обыкновенного в 5-польном севообороте, где она размещалась второй культурой после пара по предшественнику – озимые. Опыт закладывали по схеме ВИУА [1]. Данные классифицировали с применением методов статистики [2]. Запасы влаги определены в слое почвы 0 – 100 см путём прямого отбора проб буром с последующим высушиванием в сушильном шкафу. Сведения об осадках по наблюдениям АГМС и МП «Чебеньки» [3] анализировали с учётом наступления фенофаз в различные периоды опыта. Учёт урожайности проведён методом сплошной уборки делянок с последующим приведением к 14-процентной влажности и 100-процентной физчистоте [4].

Результаты исследования. Результаты исследования показали, что при изменении запасов влаги к севу в метровом слое почвы от 87,1 до 100 мм на фоне без удобрения урожайность яровой твёрдой пшеницы может изменяться в разные годы от 3,2 до 18,6 ц с 1 га при средней величине 12,97 ц с 1 га. Вероятность таких запасов влаги в почве составляет

6 лет (17,1% от 35 учтённых лет опыта). На фоне с внесённым с осени под вспашку удобрением в дозах $N_{80}P_{80}K_{40}$ при запасах влаги к севу в почве от 78,5 до 100 мм урожайность яровой твёрдой пшеницы может варьировать от 6,0 до 20,6 ц с 1 га при среднем показателе 13,65 ц с 1 га (табл. 1).

При запасах почвенной влаги от 101 до 115 мм в слое 0–100 см урожайность на фоне без удобрений изменялась от 4,6 до 17,8 ц с 1 га, а по удобренному – с 1,4 до 24,1 ц с 1 га при средних значениях соответственно 8,43 и 11,57 ц с 1 га. В классе запасов влаги от 116 до 130 мм на фоне без удобрений формировалась урожайность от 5,0 до 27,4 ц с 1 га (средняя – 14,57 ц с 1 га), а по удобренному фону – от 4,7 до 24,9 ц с 1 га (средняя – 13,30 ц с 1 га). Повышение запасов почвенной влаги со 131 до 145 мм позволяло собирать по фону без удобрений от 8,5 до 20,2 ц с 1 га при среднем показателе 12,75 ц с 1 га, по удобренному фону – от 1,6 до 31,6 ц с 1 га при средней величине 16,72 ц с 1 га.

Наращивание запасов почвенной влаги со 146 до 160 мм и более (max=170,7 и 172,3 мм) на фоне без удобрений не дало возможности яровой твёрдой пшенице увеличить урожайность, в среднем она составляла только 10,4 ц с 1 га (2,0–13,5 ц с 1 га). На удобренном фоне средняя урожайность была равна 15,13 ц с 1 га (2,2–20,6 ц с 1 га).

Таким образом, можно утверждать, что сложилась достаточно непоследовательная и противоречивая картина в плане связи урожайности яровой твёрдой пшеницы с запасами почвенной влаги к её севу. Из этого следует, что ориентироваться на получение хорошей урожайности яровой твёрдой пшеницы по одним лишь запасам влаги к севу неправомерно.

В связи с этим возникла необходимость оценки значимости дополнительного источника влаги – вероятности количества выпадающих осадков. За 35 лет опыта на посевах яровой твёрдой пшеницы за период её вегетации в разные годы выпадало от 22 до 226,7 мм осадков. При незначительном количестве выпавших осадков (до 50 мм) урожайность яровой твёрдой пшеницы по фону без удобрений в среднем

1. Вероятность урожайности яровой твёрдой пшеницы при различных запасах влаги к севу в метровом слое почвы (п. Чебеньки, агрохимический стационар, 1974–2015 гг.)

Пределы класса по запасу влаги, мм	Среднее значение класса, мм	Фон					
		без удобрений			$N_{80}P_{80}K_{40}$		
		вероятность		средняя урожайность в классе, ц с 1 га	вероятность		средняя урожайность в классе, ц с 1 га
		число лет	% лет		число лет	% лет	
до 100	92,5	6	17,1	12,97	8	22,9	13,65
101–115	107,5	6	17,1	8,43	3	8,6	11,57
116–130	122,5	7	20,0	14,57	6	17,1	13,30
131–145	137,5	8	22,9	12,75	10	28,5	16,72
146–160 и >	152,5	8	22,9	10,40	8	22,9	15,13

превышала её в сравнении с удобренным фоном. Но по мере выпадения большего количества осадков во всех классах — более 50 мм, — урожайность культуры на удобренном фоне формировалась более высокой. При этом в высшем классе (20,1 — 25,0 ц с 1 га и >) на удобренном фоне она была отмечена в течение 10 лет (28,5% лет), тогда как на фоне без удобрения — лишь 2 года (5,7% лет).

По данным наших исследований, суммарное количество доступной влаги (запас влаги в метровом слое почвы + осадки за вегетацию) на исследуемой территории находилось в пределах от 130,7 до 403,1 мм при средней величине 243,3 мм.

Важно было установить резервы влаги — резервами, а расходы — расходами. Представление о том, сколько её расходовалось и при каких расходах доступной влаги формируется тот или иной уровень урожайности, дают данные таблицы 2.

Как следует из классификации приведённых в таблице данных, на формирование урожайности яровой твёрдой пшеницы в климатических условиях изучаемой территории по фону без удобрений при расходах суммарной влаги от 115 до 148,9 мм в 6 лет из 35 наблюдаемых (17,14% лет) может формироваться от 2,3 до 14,5 ц с 1 га зерна при средней величине 5,85 ц с 1 га. На удобренном $N_{80}P_{80}K_{40}$ фоне при расходах от 122,1 до 144,6 мм в 7 лет из 35 (20% лет опыта) урожайность колебалась от 1,4 до 15,6 ц с 1 га при средней 7,37 ц с 1 га (класс расхода 100 — 150,0 мм).

В классе 150,1 — 200,0 мм по фону без удобрений отмечалось 8 лет из 35 (22,86% лет) с расходами от 154 до 190,6 мм на формирование от 5,0 до 18,6 ц с 1 га (средняя — 11,75 ц с 1 га), а по фону с внесением $N_{80}P_{80}K_{40}$ — 7 лет (20% лет) с расходами от 154,7 до 183,7 мм при урожайности от 3,3 до 20,9 ц с 1 га (средняя — 12,8 ц с 1 га). В класс суммарной влаги 200,1 — 250 мм по неудобренному фону вошло 13 лет (37,14% лет) с расходами от 202,8 до 249,4 мм на формирование урожайности от 2,0 до 18,3 ц с 1 га (средняя — 12,58 ц с 1 га), а по удобренному — 12 лет (34,3% лет) с урожайностью от 2,2 до 24,9 ц с 1 га (средняя — 15,38 ц с 1 га) при расходах от 204,0 до 249,4 мм. В классе расходов суммарной влаги от 250,1 до 300 мм на фоне без удобрений при фактических расходах от 264,4 до 300 мм, когда урожайность яровой твёрдой пшеницы варьировала от 13,5 до 27,4 ц с 1 га (средняя — 18,26 ц с 1 га) выделилось 4 года (11,42% лет), по удобренному фону при расходах от 258,1 до 290,8 мм урожайность повышалась с 13,4 до 31,6 ц с 1 га (средняя — 19,57 ц с 1 га). В класс с наиболее высокими расходами суммарной влаги (300,1 — 350 мм) также вошло 4 года (11,42% лет) по фону без удобрений с фактическими расходами от 303,6 до 329,1 мм на формирование урожайности от 16,0 до 20,2 ц с 1 га (средняя — 17,6 ц с 1 га), а по удобренному фону — 3 года (8,6%

лет) с расходами 302,3 — 329,5 мм на формирование 18,7 — 30,2 ц с 1 га (средняя — 23,17 ц с 1 га). При этом на формирование средней урожайности яровой твёрдой пшеницы в количестве 5,03 ц с 1 га по фону без удобрений приходилось 149,8 — 134,3 мм, а по удобренному $N_{80}P_{80}K_{40}$ при средней урожайности 6,65 ц с 1 га — 130,7 — 138,7 мм.

На получение урожайности 10,54 ц с 1 га по неудобренному и 10,52 ц с 1 га по удобренному фону резерв доступной влаги колебался от 170,5 до 196,6 мм и от 150,9 до 195,9 мм соответственно. Повышению урожайности до 11,28 ц с 1 га по фону без удобрений и 13,27 ц с 1 га по удобренному фону способствовали резервы в размерах соответственно от 219,6 до 248,5 мм и от 212,8 до 248,9 мм. Дальнейшее увеличение резервов суммарной влаги по неудобренному фону с 253 до 295,6 мм, а по удобренному — с 258,6 до 297,7 мм способствовало росту урожайности соответственно до 16,87 и 17,32 ц с 1 га. Увеличение резервов суммарной влаги от 300,6 до 403,1 мм по фону без удобрений привело к некоторому снижению (до 15,52 ц с 1 га) урожайности, тогда как по удобренному фону их увеличение от 302,6 до 400,2 мм было полезно — урожайность повысилась в среднем до 20,7 ц с 1 га.

Вероятность формирования урожайности яровой твёрдой пшеницы разного уровня на различных фонах свидетельствует о том, что в годы с урожайностью класса 0 — 5,0 ц с 1 га на фоне без удобрений она может быть выше (3,42 ц с 1 га), чем по удобренному фону (2,64 ц с 1 га), в течение 14,28% лет (5 лет из 35 лет опыта) (табл. 3).

Однако по мере повышения класса удобрения способствует превышению её по сравнению с неудобренным фоном и особенно резко возрастает частота её формирования. Наибольший уровень — 28,8 ц с 1 га здесь формируется в 10 лет из 35 (28,56% лет), тогда как без удобрений — лишь в течение 2 лет (5,71% вероятности).

Выводы. Результаты 35-летнего стационарного опыта на чернозёме обыкновенном в центральной зоне Оренбургского Предуралья свидетельствуют о значительном непостоянстве обеспечения влагой растений яровой твёрдой пшеницы, возделываемой после озимой второй культурой после пара. Урожайность её может изменяться от 1,4 до 31,6 ц с 1 га при средней величине 13,55 ц с 1 га. Полное минеральное удобрение в дозах $N_{80}P_{80}K_{40}$ способно повысить урожайность этой культуры на 2,1 ц с 1 га, или на 16,8%. При более высокой влагообеспеченности на удобренном фоне в течение 10 лет (28,56% лет) средняя урожайность может составлять 23,78 ц с 1 га, на фоне без удобрения такая же средняя урожайность достигается лишь в течение 2 лет (5,7% лет).

Непостоянство величины формирующейся урожайности определяется неодинаковым количеством выпадающих осадков, резервов суммарной влаги

2. Вероятность урожайности яровой твёрдой пшеницы при различном уровне расхода суммарной влаги (п. Чебеньки, агрохимический стационар, 1974–2015 гг.)

Пределы класса по расходу Σ влаги, мм	Среднее значение класса, мм	Урожайность, ц с 1 га по классам					Вероятность		Средняя урожайность в классе, ц с 1 га
		до 5,0	5,1–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	20,1–25,0 и >	число лет	% лет	
Фон без удобрений									
100–150,0	125,0	139,6 (4,6) 148,9 (3,2) 142,8 (2,3)	123,9 (5,4) 115,0 (5,1)	146,1 (14,5)	-	-	6	17,14	5,85
150,1–200,0	175,0	154,0 (5,0)	166,2 (9,5) 162,5 (8,6) 180,8 (8,6)	158,4 (13,8) 177,2 (14,1)	173,1 (18,6) 190,6 (15,8)	-	8	22,86	11,75
200,1–250,0	225,0	202,8 (2,0)	209,0 (8,3) 205,0 (8,0) 239,6 (8,5)	247,0 (13,5) 227,5 (13,7) 242,4 (10,6)	228,3 (17,8) 211,2 (16,2) 246,4 (16,3) 249,4 (18,3) 210,8 (15,1) 239,1 (15,2)	-	13	37,14	12,58
250,1–300,0	275,0	-	-	276,7 (14,5) 300,0 (13,5)	264,4 (17,7)	283,7 (27,4)	4	11,42	18,26
300,1–350,0	325,0	-	-	-	303,6 (16,4) 317,4 (17,8) 327,6 (16,0)	329,1 (20,2)	4	11,42	17,60
Вероятность	число лет	5	8	8	12	2	35	-	-
	% лет	14,28	22,86	22,87	34,28	5,71	-	100	-
Средняя урожайность, ц с 1 га		3,42	7,75	13,52	16,77	23,8	-	-	12,5
Фон N ₈₀ P ₈₀ K ₄₀									
100–150,0	125,0	133,7 (1,4), 122,1 (4,7), 134,7 (1,6)	127,0 (6,0), 125,0 (7,1)	-	144,6 (15,2), 141,6 (15,6)	-	7	20,0	7,37
150,1–200,0	175,0	158,9 (3,3)	175,2 (9,2)	174,2 (12,6), 154,7 (10,6), 172,4 (12,4)	-	172,3 (20,6), 183,7 (20,9)	7	20,0	12,80
200,1–250,0	225,0	204 (2,2)	217,7 (9,8), 204,0 (8,2)	249,4 (11,6), 240,8 (14,6), 240,0 (11,8)	213,0 (17,2), 217,0 (15,4)	231,3 (24,9), 225,6 (24,6), 213,3 (24,1), 239,4 (20,1)	12	34,3	15,38
250,1–300,0	275,0	-	-	286,7 (13,4), 258,1 (13,6)	273,9 (18,7) 277,8 (19,9)	290,8 (31,6), 269,2 (20,2)	6	17,1	19,57
300,1–350,0	325,0	-	-	-	302,3 (18,7)	323,9 (20,6), 329,5 (30,2)	3	8,6	23,17
Вероятность	число лет	6	4	8	7	10	35	-	-
	% лет	17,1	11,4	22,9	20,0	28,6	-	100	-
Средняя урожайность, ц с 1 га		2,20	10,07	12,58	17,24	23,78	-	-	14,6

и её расходов. Подобные особенности местного климата не преодолеваются повышенными запасами влаги в почве к севу. Из этого следует, что при планировании урожайности яровой твёрдой пшеницы, страховании посевов, определении сроков расчётов за кредиты следует ориентироваться на более реальные уровни, учитывая, что в течение

1–2 лет в каждые 5–7 лет возможно падение урожайности до уровня 5–8 ц с 1 га и даже до 1,4–2,0 ц с 1 га.

Свидетельством надёжного формирования вероятной урожайности более 15 ц с 1 га (до 31,6 ц с 1 га) является расход суммарной влаги за вегетацию яровой твёрдой пшеницы от 210,8 до

3. Сравнительная урожайность и её вероятность на фоне без удобрения и с внесением $N_{80}P_{80}K_{40}$ (п. Чебеньки, агрохимический стационар, 1974 – 2015 гг.)

Пределы класса, ц с 1 га	Средняя урожайность в классе, ц с 1 га	Вероятность		Средняя фактическая урожайность, ц с 1 га
		число лет	% лет	
Фон без удобрений				
До 5,0	2,5	5	14,28	3,42
5,1–15,0	10,0	16	45,73	10,63
15,1–20,0	17,5	12	34,28	16,77
20,1–25,0 и >	22,5	2	5,71	23,80
Всего	-	35	100	12,5
Фон $N_{80}P_{80}K_{40}$				
До 5,0	2,5	5	14,28	2,64
5,1–15,0	10,0	13	37,16	10,79
15,1–20,0	17,5	7	20,00	17,24
20,1–25,0 и >	22,5	10	28,56	23,80
Всего	-	35	100	14,6

329,5 мм, из которых 91,5 – 172,3 мм приходится на весенний её запас в почве, а 106,0 – 262,4 мм – на осадки за её вегетацию.

Формирование катастрофически низкой урожайности – 1,4–5,0 ц с 1 га вероятно при расходах суммарной влаги от 122,4 до 204,0 мм, из которых запасы её к севу составляют 91,1 – 150,0 мм, а количество осадков за вегетацию – 34,6–74,4 мм.

Литература

1. Методические указания по проведению полевых опытов с удобрениями географической сети на XII пятилетку (1986 – 1990 гг.). М., 1985, 153 с.
2. Тяпкин В.А., Хромова Т.Ф. Статистика сельского хозяйства. М.: Финансы и статистика, 1987, 310 с.
3. Материалы бюллетеней Оренбургского Гидрометеоцентра за 1974 – 2015 гг.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.