

УДК 631.10

Особенности формирования урожайности зерновых культур в условиях северной лесостепи Тюменской области

О.А. Шахова, канд. с.-х. наук
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Территория Тюменской области остаётся перспективной для возделывания основных зерновых культур – яровой пшеницы, ячменя и овса. Средняя урожайность зерновых культур составляет 2,45 т/га, но колеблется по годам от 1,40–1,50 до 2,10–2,50 т/га. Использование потенциальных возможностей сельскохозяйственных культур и совершенствование технологии возделывания с учётом почвенно-климатических условий позволяют увеличивать производственные показатели. Абиотические факторы среды, действуя одновременно, заставляют растения изменяться и адаптироваться, оказывают влияние на урожайность зерновых культур (яровой пшеницы, ячменя и овса). Установлено, что в 2014–2018 гг. необходимая для роста и развития растений сумма эффективных температур 1800 °С накапливалась ежегодно. Лимитирующим фактором стали атмосферные осадки, однако их количество, превышающее оптимальное значение, может существенно снизить урожайность и ухудшить качество зерна. Определено, что судьба урожая формируется атмосферными осадками пяти месяцев (мая – сентября), когда выпадает 60 % от среднегодовой нормы с колебаниями по годам от 12,1 до 38,0 % (303,6–373,7 мм). Гидротермический коэффициент Селянинова за май – июль оказывает среднее влияние и средне меняется по годам в посевах яровой пшеницы и ячменя (коэффициент вариации урожайности 19,4 и 15,6 % соответственно) и значительно в посевах овса (коэффициент вариации 36,5 %). На общем фоне при сравнении урожаев со средними значениями выделяется слабозасушливый 2017 г., когда величины зерна по культурам (2,94 т/га – яровая пшеница, 4,31 т/га – ячмень, 4,52 т/га – овёс) колебались в их диапазоне.

Ключевые слова: зерновые культуры, урожайность, абиотические факторы, северная лесостепь.

В Тюменском регионе аграрии успешно занимаются выращиванием сельскохозяйственных культур. Как сообщают официальные источники, в 2019 г. с площади 659,5 тыс. га было получено

1616, 7 тыс. т зерна, средняя урожайность составила 2,45 т/га. Однако урожайность может резко колебаться по годам – от 1,40–1,50 до 2,10–2,50 т/га.

Современные технологии возделывания культур напрямую зависят от климатических параметров: температуры, количества осадков и их распределения по месяцам. Управлять продуктивностью посевов можно посредством изучения и понимания влияния абиотических факторов [1], изучению особенностей которых в северной лесостепи Тюменской области посвящена данная статья.

Уровень развития культуры земледелия должен обеспечивать дальнейшее увеличение производственных показателей за счёт более полного использования потенциальных возможностей сельскохозяйственных культур и совершенствования технологии возделывания с учётом почвенно-климатических условий. Одним из путей решения этой проблемы можно считать научно обоснованный подбор предшественников [2]. Правильно выбранный предшественник создаёт хорошую влагообеспеченность, способствует появлению дружных всходов, косвенно влияет на формирование зимостойкости растений и является гарантией получения высоких урожаев. В настоящее время признак устойчивости сорта к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды приобрёл такое же важное значение, как высокая продуктивность и качество урожая. Внедрение в производство устойчивых сортов пшеницы [3, 4] позволяет значительно сократить или полностью исключить применение пестицидов.

При проведении исследований в условиях северной лесостепи Тюменской области упор был сделан на влагообеспеченность и температурный режим. По мнению Н.В. Абрамова [5, 6], реальность получения урожайности яровой пшеницы свыше 5–6 т/га составляет 42 %. Во влажные и среднеувлажнённые годы 80 % урожая обеспечивается влагой в слое 0–40 см, в засушливые 48,3 % урожая обеспечивается влагой в слое 0–30 см и 30,7 % – в слое 30–60 см.

Уменьшение глубины обработки чернозёма выщелоченного приводит к снижению урожайности [7] по причине иссушения почвы до влажности

завядания растений. Неоспорима взаимосвязь влаги и минерального питания, которые в комплексе обеспечивают возможность получения хороших урожаев зерновых культур [8–10].

Таким образом, вопрос управления продуктивностью посевов не теряет своей актуальности, особенно в эпоху изменения климата.

Цель исследования – изучить влияние абиотических факторов на урожайность зерновых культур (яровой пшеницы, ячменя и овса) в условиях северной лесостепи Тюменской области.

Материал и методы исследования. Данные получены на основе анализа и обобщений материалов Ялуторовского государственного сортоиспытательного участка (ГСУ) за 2014–2018 гг.

Агроклиматические показатели по годам исследования приведены в таблице 1.

В северной лесостепи Тюменской области большой спектр культур, пригодных для возделывания, который ограничивается общей потребностью в тепле и суммой эффективных температур (май – сентябрь), колебавшейся по годам исследования от 2171,4 до 2520,1 °С.

На основе анализа комплексного показателя гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) изучаемые погодные условия северной лесостепи Тюменской области были неодинаковыми: 2014 г., 2015 г. и 2018 г. – влажные; 2016 г. и 2017 г. – слабозасушливые.

Используемые Ялуторовским ГСУ пахотные земли занимают чернозёмы выщелоченные с типичными для Западной Сибири признаками и свойствами. Содержание гумуса в пахотном слое (0–30 см) варьирует от 7,65 до 9,05 %, глубже – снижается с 4,41 до 0,72–0,54 %. Валовое содержание азота и фосфора в пахотном слое составляет 0,43–0,44 % и 0,16–0,18 %, а их запасы соответственно достигают 20 и 8,5 т/га.

Технологии возделывания зерновых культур включают:

- ранневесеннее боронование при наступлении физической спелости почвы в 2–3 следа поперёк направления основной обработки;
- предпосевную обработку почвы;

1. Агроклиматические показатели в 2014–2018 гг., по данным филиала ФГБУ «Гидрометцентр России», Тюменская область

Показатель	Год				
	2014	2015	2016	2017	2018
Среднегодовая температура воздуха, °С	+1,2	+3,4	+3,8	+1,6	+1,1
Максимальная температура воздуха, °С	+32,0	+33,3	+31,5	+32,0	+32,1
Минимальная температура воздуха, °С	–38,0	–37,7	–34,8	–40,9	–35,3
Годовое количество осадков, мм	522,5	523,0	440,7	392,1	610,8
Сумма осадков за период май – сентябрь, мм	303,6	373,7	253,8	253,6	355,2
Глубина промерзания почвы, см	104	76	72	69	150
Высота снежного покрова, см	47	58	44	54	27
Сумма эффективных температур за период май – сентябрь, °С	2171,4	2249,5	2520,1	2225,5	2164,2
Гидротермический коэффициент за период май – сентябрь	1,4	1,6	1,0	1,1	1,6

– внесение перед посевом аммиачной селитры в норме: 2,5 ц/га – под яровую пшеницу, 1,5 ц/га – под овёс и ячмень;
 – посев (табл. 2);
 – уборку, которую проводили в фазу полной спелости прямым комбайнированием;
 – вспашку на глубину 20–22 см под все культуры зернопарового севооборота (чистый пар, озимая тритикале, яровая пшеница, ячмень + овёс).

Результаты исследования. Яровая пшеница, ячмень и овёс занимают главные позиции в структуре посевных площадей сельскохозяйственных предприятий Тюменской области (табл. 3).

Посевные площади, занятые яровыми зерновыми культурами в Тюменской области, с 2014 г. по 2018 г. сократились на 8 %, по причине подтопления пашни в 2017 г. и увеличения площади под озимую пшеницу в 2018 г. Доля посева яровой пшеницы по годам колебалась от 60 % (2015 г.) до 65 % (2016 г.), ячменя – от 21 % (2017–2018 гг.) до 25 % (2015 г.), овса – от 13 % (2013 г.) до 25 % (2015 г.).

Температурные особенности мая 2014–2018 гг. привели к достаточному прогреванию почвенного покрова и позволили провести посев яровой пшеницы, ячменя и овса традиционно в третьей декаде месяца. Май 2018 г. был самым холодным из пяти лет наблюдений (на 3,4 °С

холоднее среднемноголетних данных). В июне данная динамика сохранилась, средняя температура была ниже нормы на 2,5 °С. Июль, наоборот, был сухим и жарким.

В 2014 г. июльский температурный режим был ниже нормы на 3,1 °С. Данные колебания оказали влияние на протекание фаз развития зерновых культур, что отразилось на общей урожайности.

В общей динамике температуры августа за исследуемый период самыми холодными были в 2015 г. и 2018 г., в другие годы режим был комфортным для зерновых культур и чуть теплее нормы: 2014 г. – на 1,5 °С, 2016 г. – на 2,9 °С, 2017 г. – 0,6 °С.

Температурные особенности августа были не одинаковыми.

Более информативно о росте и развитии зерновых культур говорит другой показатель – сумма эффективных температур (табл. 4). Необходимые для растений 1800 °С накапливались во все годы исследования. Однако в 2016 г. отмечалось максимальное накопление суммы эффективных температур – 2520,1 °С, лето было умеренно тёплым в первые месяцы, жарким – в середине, а в конце августа резко похолодало. Уборку яровых зерновых в 2016 г. начали с 12 августа, в 2015 г. – 25 августа.

Режим влажности почвы зависит от суммы атмосферных осадков и их распределения в

2. Сроки посева зерновых культур, 2014–2018 гг.

Культура	Сорт	Норма высева, млн всхожих семян на 1 га	Срок посева по годам				
			2014	2015	2016	2017	2018
Яровая пшеница	Новосибирская 31	6,2	15.05	22.05	17.05	13.05	16.05
Ячмень	Абалак	5,5	18.05	17.05	16.05	17.05	15.05
Овёс	Отрада	5,5	18.05	18.05	14.05	17.05	15.05

3. Посевные площади зерновых культур, 2014–2018 гг. (по данным департамента агропромышленного комплекса Тюменской области)

Культура	Посевные площади по годам, тыс. га				
	2014	2015	2016	2017	2018
Яровая пшеница	408,646	389,305	426,192	410,235	382,898
Ячмень	144,706	163,869	141,713	136,916	128,299
Овёс	110,758	101,015	91,031	101,506	112,277
Всего	664,110	654,189	658,936	648,657	623,389

4. Сумма эффективных температур, 2014–2018 гг.

Год	Сумма эффективных температур, °С					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	май – сентябрь
2014	399,9	501,0	455,7	561,1	253,7	2171,4
2015	415,4	600,0	508,4	409,2	316,5	2249,5
2016	372,0	516,0	598,3	660,3	373,5	2520,1
2017	310,0	507,0	545,6	523,9	339,0	2225,5
2018	244,9	432,0	660,3	480,5	346,5	2164,2
2014–2018	348,4	511,2	553,7	527,0	325,8	2266,1
Многолетние	378,5	560,8	647,4	575,1	343,6	2505,3

течение года. В северной лесостепи Тюменской области среднемноголетняя годовая норма осадков составляет 450,0 мм (табл. 5). При этом она колеблется по годам и сезонам. За семь осенне-зимне-ранневесенних месяцев (октябрь – апрель) среднемноголетнее количество осадков составляет 40 % годовой нормы (179,0 мм) с амплитудой по годам от 29,0 до 42,0 %.

В мае – сентябре среднее количество осадков составляет 271 мм (60 % среднегодового) с колебаниями по годам от 12,1 до 38,0 % (303,6–373,7 мм). Судьба урожая формируется атмосферными осадками пяти месяцев и зависит в значительной мере от технических решений специалистов в этот период [11].

Максимум атмосферных осадков – 142,0 мм по среднемноголетнему показателю (52 % от среднего за май – сентябрь) – выпадает в июле – августе. Большую роль в формировании весенних запасов влаги в почве играют и физические свойства почвы, такие, как плотность почвы [12], пористость аэрации и капиллярная пористость. Данные особенности осадков дают основание рекомендовать программирование технологических решений с более эффективным использованием этого максимума за счёт подбора

соответствующих сортов, оптимальных сроков сева и других приёмов.

Сумма осадков за май – июнь колебалась от 53,5 в 2017 г. (ГТК = 0,80) до 155,2 мм в 2018 г. (ГТК = 4,0). За период с 2014–2018 гг. слабозасушливыми были 2016 г. и 2017 г., 2014 г. – достаточно влажным, 2015 г. – влажным, 2018 г. – переувлажнённым.

Корреляционно-регрессионный анализ показал, что урожайность зерновых культур имеет среднюю зависимость от ГТК за май – июль (табл. 6) и средне меняется по годам в посевах яровой пшеницы и ячменя (коэффициент вариации 19,4 и 15,6 % соответственно) и значительно – в посевах овса (коэффициент вариации 36,5 %).

В сложившихся погодных условиях 2014–2018 гг. урожайность яровой пшеницы (Ялуторовский ГСУ) изменялась в средней степени ($V = 19,4$ %) и находилась в диапазоне от 2,26 до 3,34 т/га. Максимальное количество зерна 3,34 т/га было получено в тёплом и слабозасушливом 2016 г. (табл. 7). Размах урожайности ячменя был значительным ($V = 36,5$ %), районированный сорт Абалак оказался отзывчивым на изменения температуры воздуха и количество выпадавших осадков.

5. Динамика осадков, 2014–2018 гг.

Год	Осадки, мм					
	среднегодовая сумма	в средней пятилетней, %	к средней многолетней, %	в т.ч. май – сентябрь	в средней пятилетней, %	к средней многолетней, %
2014	522,5	105,0	116,1	303,6	98,5	112,0
2015	523,0	105,0	116,1	373,7	121,3	138,0
2016	440,7	88,5	98,0	253,8	82,4	93,7
2017	392,1	78,8	87,1	88,5	97,9	93,6
2018	610,8	122,7	135,7	355,2	115,3	131,1
2014–2018	497,8	100,0	–	308,0	100,0	–
Многолетние	450,0	–	100,0	271,0	–	100,0

6. Связь урожайности зерновых культур с ГТК (май – июль) и её устойчивость в зависимости от года

Культура	Средняя урожайность, т/га	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии	Коэффициент, %	
				вариации	устойчивости
Яровая пшеница	2,70	–0,60	$y = -3,97X + 33,8$	19,4	80,6
Ячмень	3,91	+0,42	$y = 9,33X + 1,8$	15,6	84,4
Овёс	3,96	+0,52	$y = 9,13X + 24,0$	36,5	63,5

7. Урожайность зерновых культур, 2014–2018 гг.

Культура	Урожайность по годам, т/га						Коэффициент вариации (V), %
	2014	2015	2016	2017	2018	2014–2018	
Яровая пшеница	2,26*	2,07	3,34	2,94	2,91	2,70	19,4
	1,95**	1,89	1,92	2,21	1,85	1,96	7,3
Ячмень	4,48	3,99	2,91	4,31	3,88	3,91	36,5
	2,55	2,12	2,27	2,48	1,97	2,28	10,6
Овёс	5,23	5,23	2,26	4,52	2,57	3,96	15,6
	2,20	1,84	2,05	2,41	1,94	2,09	10,7

Примечание: * Ялуторовский ГСУ; ** по Тюменской области.

Реакция овса (сорт Отрада) и его способность формировать урожай в условиях меняющегося климата была более стабильной по сравнению с другими культурами ($V = 15,6\%$).

На общем фоне при сравнении урожаев со средними значениями выделяется слабозасушливый 2017 г., когда величины зерна по культурам (2,94 т/га – яровая пшеница, 4,31 т/га – ячмень, 4,52 т/га – овёс) колебались в их традиционном диапазоне.

Средняя урожайность в Тюменской области по годам менялась незначительно (от 1,85 до 2,21 т/га – яровая пшеница, от 1,97 до 2,48 т/га – ячмень, от 1,84 до 2,20 т/га – овёс).

Сравнив среднюю урожайность зерновых культур, полученную на Ялуторовском ГСУ и по Тюменской области, ещё раз подтверждаем установленную аксиому, что уровень величины урожая определяется влиянием абиотических факторов.

Выводы. Анализ влияния абиотических факторов северной лесостепи Тюменской области на урожайность зерновых культур (яровой пшеницы, ячменя и овса) за период 2014–2018 гг. показал что:

1. Необходимая для роста и развития растений сумма эффективных температур 1800 °С накапливается ежегодно;

2. Судьба урожая формируется атмосферными осадками пяти месяцев (май – сентябрь), которых выпадает в это время 60 % от среднегодовой нормы с колебаниями по годам от 12,1 до 38,0 % (303,6–373,7 мм);

3. ГТК за май – июль оказывает среднее влияние и средне меняется по годам в посевах яровой пшеницы и ячменя (коэффициент вариации урожайности 19,4 и 15,6 % соответственно) и значительно в посевах овса (коэффициент вариации 36,5 %).

Таким образом, несмотря на изменения климата, территория Тюменской области остаётся перспективной для возделывания основных зерновых культур – яровой пшеницы, ячменя и овса.

Литература

1. Тойгильдин А.Л., Морозов В.И., Подсевалов М.И. Абиотические факторы и устойчивость урожайности озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 29–35.
2. Шахова О.А. Продуктивность культур зернового севооборота в северной лесостепи Тюменской области // Современные научно-практические решения в АПК: сб. ст. всерос. науч.-практич. конф. Воронеж, 2017. С. 776–784.
3. Логинов Ю.П., Казак А.А. Урожайность и качество семян сортов пшеницы Тюменская Юбилейная и Тюменочка в зависимости от сроков сева и норм высева в северной лесостепи Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2019. № 5 (146). С. 50–62.
4. Якубышина Л.И. Стабильность урожайности и качества зерна селекционных линий ячменя в лесостепи Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (77). С. 73–75.
5. Абрамов Н.В. Формирование водного режима в севооборотах интенсивного типа // Современные научно-практические решения в АПК: сб. ст. II Всерос. (нац.) науч.-практич. конф. / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. Тюмень, 2018. С. 72–81.
6. Абрамов Н.В., Шерстобитов С.В., Семизоров С.А. Оптимизация азотного питания яровой пшеницы при использовании спутниковых навигационных систем // 75 лет географической сети опытов с удобрениями: матер. Всерос. совещ. науч. учрежд. – участников географической сети опытов с удобрениями. М., 2016. С. 10–16.
7. Рзаева В.В. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от приёма обработки почвы // Современные научно-практические решения в АПК: сб. ст. II Всерос. (нац.) науч.-практич. конф. Тюмень, 2018. С. 257–259.
8. Миллер С.С. Влияние основной обработки почвы на агрофизические свойства и урожайность яровой пшеницы в ООО «Возрождение» Заводоуковского района Тюменской области // Прорывные инновационные исследования: сб. ст. II Междунар. науч.-практич. конф. Пенза, 2016. С. 64–67.
9. Фисунов Н.В., Волосников И.А., Логунов Р.В. Влияние основной обработки чернозёма выщелоченного на водно-физические свойства и урожайность яровой пшеницы в Тюменской области // Современные научно-практические решения в АПК: сб. ст. II Всерос. (нац.) науч.-практич. конф. Тюмень, 2018. С. 267–271.
10. Шерстобитов С.В., Южакова Л.Н., Хайдуков З.А. Эффективность дифференцированного внесения аммиачной селитры в режиме off-line при посеве яровой пшеницы // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сб. матер. II междунар. студенч. науч.-практич. конф. Тюмень, 2018. С. 210–216.
11. Емельянов А.М., Емельянова Л.К. Динамика продуктивной влаги в зернопаровом севообороте сухой степи Бурятии // Вестник Бурятской ГСХА. 2019. №1. С. 15–20.
12. Зависимость плотности почвы как основного показателя плодородия от других агрофизических факторов / К.Е. Денисов, Е.П. Денисов, А.П. Солодовников [и др.] // Аграрный научный журнал. 2016. № 9. С. 27–30.

Шахова Ольга Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7
E-mail: olshakhova@rambler.ru

Features of the formation of the yield of grain crops in the northern forest-steppe of the Tyumen region

Shakhova Olga Alexandrovna, Candidate of Agriculture, Associate Professor
Northern Trans-Ural State Agricultural University
7, Republic St., Tyumen, 625003, Russia
E-mail: olshakhova@rambler.ru

The territory of the Tyumen region remains promising for the cultivation of the main grain crops – spring wheat, barley and oats. The average yield of grain crops is 2.45 t/ha, but varies from year to year from 1.40–1.50 to 2.10–2.50 t/ha. Using the potential of agricultural crops and improving the cultivation technology, taking into account soil and climatic conditions, allows you to increase production indicators. Abiotic environmental factors, acting simultaneously, cause plants to change and adapt, affect the productivity of cereals (spring wheat, barley and oats). It was found that in 2014–2018. The sum of effective temperatures of 1800 °C necessary for the growth and development of plants was accumulated annually. Precipitation has become a limiting factor, however, their amount exceeding the optimal value can significantly reduce the yield and worsen the quality of grain. It was determined that the fate of the harvest is formed by atmospheric precipitation for five months (May – September), when 60 % of the average annual rate falls with fluctuations from 12.1 to 38.0 % (303.6–373.7 mm). Selyaninov's hydrothermal coefficient for May – July has an average effect and varies on average over the years in crops of spring wheat and barley (coefficient of yield variation 19.4 and 15.6 %, respectively) and significantly in oat crops (coefficient of variation 36.5 %). Against the general background, when comparing yields with average values, a slightly arid 2017 stands out, when the grain sizes by crops (2.94 t/ha – spring wheat, 4.31 t/ha – barley, 4.52 t/ha – oats) fluctuated in their range.

Key words: *grain crops, productivity, abiotic factors, northern forest-steppe.*
