

## Урожайность ярового ячменя в зависимости от погодных условий Ростовской области

*Э.А. Гаевая, к.б.н., ФГБНУ Донской зональный НИИСХ*

Влияние погодных условий на урожайность ярового ячменя в различных регионах России изучено достаточно широко. В большинстве сельскохозяйственных регионов России на долю погодных условий приходится 40–50% общей амплитуды колебаний урожайности культур, и лишь 1/3 посевных площадей расположена в зоне гарантированных урожаев. Агрометеорологические условия вегетации оказывают различное влияние на продуктивность ярового ячменя. В районах недостаточного и неустойчивого увлажнения гидротермические условия являются главными природными факторами, определяющими уровень урожайности сельскохозяйственных культур. В частности, сумма осадков, а также величина гидротермического коэффициента оказывают существенное влияние на урожайность ярового ячменя [1–4].

В современных условиях важнейшими факторами, лимитирующими увеличение урожайности зерна ярового ячменя, являются уровень минерального питания, сорт и количество продуктивной

влаги в период вегетации. Наиболее значимым фактором для формирования высокой урожайности культуры являются погодные условия, доля воздействия которых может варьировать от 30 до 65%, и в меньшей степени оказывают влияние приёмы основной обработки почвы [5–7].

Цель исследования – установление влияния погодно-климатических условий на урожайность ярового ячменя, а также выявление зависимости эффективности использования атмосферных осадков и окупаемости удобрений урожаем от гидротермического коэффициента.

**Материал и методы исследования.** Исследование было проведено в многофакторном стационарном опыте, расположенном на склоне балки Большой Лог Аксайского района Ростовской области, в 1990–2016 гг. Опыт был заложен в системе контурно-ландшафтной организации территории склона крутизной до 3,5–4°, с комплексом гидротехнических приёмов и простейших сооружений: валов-каналов и валов-террас, позволяющих снизить до безопасных пределов сток талой и ливневой воды и смыв почвы.

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке среднеэродирована. Среднегодовой сток – 20 мм (максимальный 34,4 мм), среднегодовой смыв почвы – 18,5 т/га (максимальный – 42 т/га), мощность Апах – 25–30 см, А+Б – от 30 до 60 см – в зависимости от смывости. Порозность пахотного горизонта – 61,5%, подпахотного – 54%. НВ – 33–35 весовых процентов, влажность завядания – 13,4%. Содержание гумуса в почве – 3,8–3,83%. Содержание общего азота в слое 0–30 см – 0,14–0,16%, исходное содержание подвижных фосфатов – 15,7–18,2 мг, обменного калия – 282–337 мг/кг почвы.

Климат зоны проведения исследования – засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Наименьшие её значения отмечаются в июле – 50–60%, минимальные в отдельные дни могут быть 25–30% и ниже. Приход ФАР за вегетацию – 3,5–4,0 млрд ккал/га.

Среднее многолетнее количество осадков составляет 492 мм, распределение их в агрономической оценке часто (3,7 года из каждых 10-ти) малоблагоприятное. За весенне-летний период выпадает 260–300 мм. Накопление влаги в почве начинается в основном в конце октября – ноябре, и максимальный её запас отмечается ранней весной (с середины марта до начала апреля). Осень наступает чаще всего в конце сентября. Среднегодовая температура 8,8°C, средняя температура января (-6,6°C), июля +23°C, минимальная зимой минус 41° С, максимальная летом – до 40°C. Безморозный период – 175–180 дн. Сумма активных температур – 3210–3400°. Частые явления – суховеи, имеют место пыльные бури различной интенсивности [8].

Урожайность ярового ячменя изучали в севообороте, развёрнутом в пространстве и во времени в трёхкратной повторности, предшественником являлся подсолнечник. Делянки были размещены рендомизированно. Применяли три уровня ми-

нерального питания растений (0 – естественное плодородие; 1 –  $N_{46}P_{24}K_{30}$  и 2 –  $N_{84}P_{30}K_{48}$  на 1 га севооборотной площади), а также две системы основной обработки почвы – чизельная и отвальная обработка [9].

Высевали новые сорта ярового ячменя донской селекции. Урожайность изучаемой культуры была определена методом прямого комбайнирования комбайном «Сампо-500» с учётной площади – 50 м<sup>2</sup> по методике Б.А. Доспехова. Математическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (2011) с использованием персонального компьютера [9].

**Результаты исследования.** Неустойчивая урожайность яровых культур объясняется прежде всего значительным колебанием осадков, выпадающих за вегетационный период. На урожайности культуры существенно сказывается недостаток влаги, который возникает в почве в результате часто повторяющихся засух в период формирования или налива зерна. Одним из показателей, позволяющих оценить погодные условия как всего года в целом, так и периода вегетации культуры, является гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова, показывающий отношение атмосферных осадков к сумме среднесуточных температур воздуха выше 10°C [8]. В нашем исследовании этот показатель значительно колебался в разные годы (табл. 1).

Изменение гидротермического коэффициента было отмечено в широких пределах – от 0,6 в засушливые годы, до 1,2 – в годы со значительным увлажнением. Такой большой разброс в значениях подтверждает коэффициент вариации, который равнялся 37,8. Сравнение полученных значений со среднемноголетними наблюдениями позволило разделить все годы исследования на засушливые и влажные. Так, количество лет с недостаточным увлажнением составило 65%, т. е. больше половины. Остальные годы были охарактеризованы как влажные, их было 9 из 26 лет наблюдений.

1. Характеристика гидротермических показателей развития ярового ячменя, среднее за 1990–2016 гг.

Характеристика года по ГТК	Количество лет	За год			Вегетационный период			Осадки холодного периода	
		W, мм	T, °C	ГТК	W, мм	T, °C	ГТК	мм	%
Засушливый	17	484,2	10,4	0,6	124,2	17,6	0,8	66,5	28,3
Влажный	9	707,4	9,9	1,2	209,7	16,5	1,5	87,9	40,2
Среднемноголетние	-	492,0	8,4	0,8	150,0	14,8	0,9	-	-

2. Количество осадков, усвоенное почвой за холодный период, среднее за 1990–2016 гг.

Характеристика года по ГТК	Обработка почвы	Осадки холодного периода, мм	Количество осадков, усвоенное почвой за холодный период в слое 0–100 см	
			мм	%
Засушливый	Ч	237,7	66,5	28,3
	О		62,8	27,3
Влажный	Ч	278,8	87,9	40,2
	О		99,6	43,5

Примечание: Ч – чизельная обработка почвы; О – отвальная обработка почвы

Отклонение от среднегоголетней нормы осадков составляет в засушливые годы 7,8 мм и в годы, охарактеризованные как влажные, – 215,4 мм.

Многолетние наблюдения за динамикой осадков в период вегетации ярового ячменя показали значительные колебания их количества и неравномерность выпадения, что сказывается на его урожайности. В благоприятные или влажные годы их выпадает обычно 179,7–292,5 мм, в среднем этот показатель равняется 209,7 мм. В неблагоприятные по гидротермическим условиям или засушливые годы количество осадков за вегетационный период выпадает меньше в 2,2–3,5 раза.

Температурный режим также подвержен значительным колебаниям. В засушливые годы средняя температура за сельскохозяйственный год на 2°C выше, чем среднегоголетняя, тогда как во влажные годы этот показатель на 1,5°C ниже.

Среднесуточные температуры вегетационного периода в засушливые годы составляют 17,6°C, а в годы влажные наблюдается уменьшение температур на 1,7°C по сравнению со среднегоголетними наблюдениями.

Распределение всех лет наблюдения по ГТК показало, что с увеличением количества осадков за вегетационный период наблюдается уменьшение среднемесячных температур за эти же периоды. Эта закономерность имеет тесную зависимость, описываемую уравнением:

$$y = -5E-06x^2 + 0,005x + 0,11; R^2 = 0,77.$$

Одной из задач земледелия на склонах является сохранение и рациональное использование осадков. В различные по влагообеспеченности годы суммарное количество осадков, выпавших за холодный период года, существенно отличается. В засушливые годы это количество составляет 237,7 мм, а в годы, охарактеризованные как влажные, их количество на 41,1 мм, или на 15%, больше. Почва способна аккумулировать за это время различное количество влаги. По разности между запасом влаги в слое почвы 0–100 см в осенний период и запасом влаги весной находим количество осадков, усвоенное почвой за холодный период года. По таблице 2 видно, что во влажные годы за холодный период влаги усваивается на 24–37% больше, чем в засушливые годы.

Обработка почвы также по-разному влияет на аккумуляцию осадков холодного периода. В годы, охарактеризованные по гидротермическим показателям как засушливые, на вариантах с чизельной обработкой влаги накапливается больше на 5%, чем по отвальной обработке. И, наоборот, вариант с отвальной обработкой почвы во влажные годы накапливает влаги на 12% больше, чем по чизельной. Поэтому на эрозионно опасных склонах является оправданным применение чизельной обработки не только в качестве противоэрозионной, но и как обработки почвы,

способствующей накоплению и сохранению большего количества влаги.

Самый главный и основной показатель, характеризующий эффективность технологий возделываемых сельскохозяйственных культур, – продуктивность. Исследования показали (табл. 3), что в зависимости от удобрения и способа обработки почвы урожайность зерна ярового ячменя в севообороте варьировала в широких пределах (от 3,0 до 64,6 ц/га). В среднем урожайность ярового ячменя за период наблюдений с 1990 по 2016 г. колебалась в пределах 24,1–42,3 ц/га ( $F_{\text{факт.}} > F_{05}$ ) при различных уровнях применения удобрений и обработках почвы. Урожайность изучаемой культуры в засушливые годы была наименьшая и увеличивалась при внесении средних доз удобрений в среднем на 20–25%, а повышенных – на 31–33%.

Наибольшая урожайность ярового ячменя отмечена во влажные годы и находилась в пределах 30,8–32,3 ц/га на вариантах естественного плодородия. Внесение удобрений в средних дозах увеличило урожайность ярового ячменя на 15–18%, а в повышенных – на 23–24%. Обработка почвы незначительно влияла на урожайность культуры – в пределах 0,5–1,5 ц/га ( $F_{\text{факт.}} < F_{05}$ ).

Учитывая количество выпавших осадков за период вегетации ярового ячменя можно рассчитать эффективность их использования на создание единицы продукции. В таблице 3 рассчитан расход воды на создание 1 т зерна.

В засушливые годы на создание 1 т зерна ярового ячменя расходуется 41–67 мм осадков, выпавших за вегетационный период. Внесение в почву средних доз удобрений снижает расход влаги атмосферных осадков на 17–30%, увеличение дозы удобрений в полтора раза снижает этот показатель на 37–38% по сравнению с неудобренными вариантами опыта.

Во влажные годы количество осадков, выпавшее за вегетационный период на единицу площади, увеличивается на 85,5 мм по сравнению с засушливыми годами. Для получения 1 т продукции расходуется 53–77 мм влаги, выпавшей за вегетационный период на вариантах с естественным плодородием. Внесение удобрений под культуру позволяет сократить расход воды на создание 1 тонны продукции до 16–19% на уровне питания «1» и на 26–27% – на вариантах с повышенным уровнем питания.

Оптимальный режим увлажнения почвы позволяет получать стабильные урожаи зерна ярового ячменя за счёт использования более доступных питательных веществ, поступающих из удобрений. Эффективность использования удобрений под культуру определяется соотношением прибавки урожая зерна к дозе внесённых удобрений в действующем веществе на 1 га севооборотной площади [10].

Расчётные данные показали, что максимальная эффективность от использования минеральных

3. Продуктивность атмосферных осадков в зависимости от обработки почвы и уровня питания ярового ячменя, среднее за 1990–2016 гг.

Способ основной обработки	Фон удобрений	Урожайность, ц/га	Сумма осадков за период, мм	Расход осадков на 1 т зерна, мм
Засушливые				
Отвальная	Б/У	24,3	124,2	67
	N <sub>46</sub> P <sub>24</sub> K <sub>30</sub>	30,5	124,2	55
	N <sub>84</sub> P <sub>30</sub> K <sub>48</sub>	35,4	124,2	42
Чизельная	Б/У	24,1	124,2	66
	N <sub>46</sub> P <sub>24</sub> K <sub>30</sub>	32,2	124,2	46
	N <sub>84</sub> P <sub>30</sub> K <sub>48</sub>	36,0	124,2	41
НСР <sub>05</sub>		1,98		
Влажные				
Отвальная	Б/У	30,8	209,7	77
	N <sub>46</sub> P <sub>24</sub> K <sub>30</sub>	37,6	209,7	62
	N <sub>84</sub> P <sub>30</sub> K <sub>48</sub>	41,0	209,7	56
Чизельная	Б/У	32,3	209,7	73
	N <sub>46</sub> P <sub>24</sub> K <sub>30</sub>	38,0	209,7	61
	N <sub>84</sub> P <sub>30</sub> K <sub>48</sub>	42,3	209,7	53
НСР <sub>05</sub>		2,03		

4. Окупаемость удобрений урожаем ярового ячменя в зависимости от влагообеспеченности года, уровня применения удобрений и обработки почвы, кг зерн. ед., среднее за 1990–2016 гг.

Показатель	Характеристика года по ГТК	Способ обработки почвы			
		чизельная		отвальная	
Прибавка урожая, ц/га	засушливый	6,2	11,1	8,1	11,9
	влажный	6,8	10,2	5,7	10,0
Окупаемость удобрений, кг/кг	засушливый	6,2	6,8	8,1	7,3
	влажный	6,8	6,3	5,7	6,2

удобрений была отмечена в засушливые годы по отвальной обработке и составляла 6,2–8,1 ц/га и 11,1–11,9 ц/га. Как отмечалось выше, во влажные годы средняя урожайность зерна ярового ячменя на всех вариантах опыта была достаточно высокой, потому прибавка урожая зерна от внесённых удобрений была ниже, чем в засушливые годы. Внесение удобрений в средних дозах увеличивало урожайность на 5,7–6,8 ц/га и в повышенных – на 10,0–10,2 ц/га (табл. 4).

Наибольшая окупаемость удобрений была отмечена при внесении средних доз удобрений в засушливые годы и составляла 8,1 кг/зерн. ед. по отвальной обработке. Увеличение дозы внесения удобрений в полтора раза позволило получить на 9% меньше дополнительной продукции. Во влажные годы отдача от внесения средних доз удобрений составила 5,7–6,8 кг/зерн. ед., что на 7–30% меньше, чем в засушливые годы, а при внесении повышенных доз удобрений окупаемость уменьшалась на 7–9%.

**Выводы.** Проведённый анализ урожайных данных ярового ячменя показал, что возделывание его без применения удобрений позволяет получить 24,3–36,0 ц/га в засушливые и 30,8–42,3 ц/га во влажные годы. В неблагоприятных условиях, возникших в результате недостатка влаги, удобрения снижают негативное влияние природных факторов среды и проявляют высокую эффективность

(7–30%), за счёт использования более доступных питательных веществ удобрений, позволяя получать стабильные урожаи зерна ярового ячменя. Наибольшая окупаемость удобрений была отмечена при внесении 100 кг д.в. на га севооборотной площади в засушливые годы, а увеличение дозы удобрений снижало на 9% получение дополнительной продукции. Поэтому увеличение доз внесения удобрений позволяет повысить валовой сбор зерна, но за счёт более высоких вложений.

**Литература**

1. Анисимова Н.Н., Ионова Е.В., Филиппов Е.Г. Морфологические критерии оценки уровня продуктивности и засухоустойчивости ярового ячменя // *Зерновое хозяйство России*. 2011. № 2. С. 9–12.
2. Алабушев А.В. Стабилизация производства зерна в условиях изменения климата // *Зерновое хозяйство России*. 2011. № 4. С. 11–21.
3. Тихонов В.Е., Федосеев В.В. Роль климата в формировании тренда урожайности зерновых культур в лесостепи Оренбургского Предуралья // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2009. № 4 (24). С. 9–13.
4. Гаевая Э.А., Сафонова И.В. Продуктивность севооборотов на эрозионно опасных склонах Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. 2014. № 3. С. 51–55.
5. Белоус Н.М., Ториков В.В. Урожайность зерна сортов ярового ячменя в зависимости от условий возделывания // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии* 2011. № 2. (2011). С. 41–46.
6. Денисов К.Е. Энергосберегающие технологии обработки почвы при возделывании ярового ячменя на южных чернозёмах правобережья / К.Е. Денисов, А.П. Солодовников, Ф.П. Четвериков, Ю.А. Тарбаев // *Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова*. 2012. № 4. С. 9.

7. Дериглазова Г.М. Влияние природных и антропогенных факторов на урожай и качество зерна ярового ячменя // Земледелие. 2012. № 6. С. 43 – 45.
8. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. Л. – М. 1977. 220 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): учебник. 6-е изд. М.: ИД Альянс. 2011. 352 с.
10. Музыкантов П.Д., Панкова Н.А. Эффективность отдельных видов минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры для почв Российской Федерации (нормативы). М.: Росинформагротех, 2003. 388 с.