

## Влияние основных факторов на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях засухи

*Н.А. Максютков, д.с.-х.н., профессор, А.А. Зоров, к.с.-х.н., ФГБНУ Оренбургский НИИСХ*

Основным показателем засухи является биологический фактор — это степень снижения от неё урожайности отдельных сельскохозяйственных культур. При этом учитываются в первую очередь осадки и гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову, который рассчитывается как отношение десятикратной суммы осадков к сумме среднесуточных температур воздуха по отдельным периодам вегетации [1]. Для засушливых условий юго-востока, в т.ч. Оренбургской области, ГТК характеризуется следующими показателями для вегетационного периода в единицах: 1,0–1,3 — слабая засушливость, 0,7–1,0 — умеренная, 0,4–0,7 — очень сильная засушливость, <0,4 — условия пустыни.

За 24 года (1990–2013 гг.) стационарных исследований слабая засушливость наблюдалась семь лет (1990, 1992, 1993, 1994, 1997, 2000, 2003 гг.), умеренная — четыре года (2002, 2007, 2008, 2013 гг.), очень сильная засушливость — девять лет (1996, 1999, 2001, 2004, 2005, 2006, 2009, 2011, 2012 гг.) и условия пустыни — четыре года (1991, 1995, 1998, 2010 гг.). В среднем за 24 года ГТК характеризовался как умеренная засушливость, при этом температура воздуха за период вегетации (май–август) составляла 19,7°C, количество осадков 146 мм. Такие данные по температуре воздуха и осадкам в основном согласуются со среднесуточными, которые составляют соответственно 19,0°C и 155 мм.

По данным Оренбургского гидрометцентра, в среднем за 24 года исследований количество осадков за сельскохозяйственный год (сентябрь — август) увеличилось на 20 мм, температура воздуха повысилась на 2,1°C; вегетационный период (май — август) стал теплее обычного на 0,5°C, количество осадков в этот период уменьшилось на 7,0 мм, число дней с относительной влажностью 30% и ниже стало больше на шесть.

Особенно следует отметить в изменении погоды резкие среднесуточные перепады температуры в период вегетации, которые достигали в отдельные годы 20–15°C (ночью 8–10°C, днём — 30–35°C), что создавало стрессовую ситуацию для роста и развития растений.

За годы исследований при средней многолетней норме осадков 155 мм в течение 13 лет их количество было меньше в 1991, 1995, 1998, значительно меньше нормы — в 2010 гг. За вегетационный период минимальное количество осадков отмечено в 2010 г. — 47 мм, максимальное — 310 мм — в 2000 г.

Большое влияние на урожайность сельскохозяйственных культур оказывает температурный режим. В отдельные годы даже при выпадении хороших

осадков он может её существенно снизить. Самый засушливый за 24 года исследований вегетационный период наблюдался в 2010 г., когда ГТК относился к условиям пустыни (0,19 ед.). За этот период отмечались очень высокая температура воздуха и наименьшее количество выпавших осадков, соответственно 23°C и 47 мм (норма 19,0 и 155).

Наши исследования проводятся в длительном стационарном опыте по изучению севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур с 1990 г. в ОПХ им. Куйбышева Оренбургского НИИСХ, в котором изучается 16 видов шестипольных севооборотов, основу которых составляют чистые, почвозащитные и сидеральные пары.

Исследования ведутся на двух фонах питания (удобренный и без удобрений). Под пары вносятся  $P_{80}K_{40}$  кг д.в. и 42 т навоза на 1 га, под непаровые предшественники —  $N_{40}P_{40}$  кг д.в. на 1 га.

Почва опытного участка — чернозём южный карбонатный малогумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое почвы 3,2–4,0%, общего азота — 0,2–0,31%, общего фосфора — 0,14–0,22%, подвижного фосфора — 1,5–2,5 мг, обменного калия — 30–38 мг на 100 г почвы, Ph почвенного раствора — 7,0–8,14. Наименьшая влагоёмкость в 0–100, 0–150 см слоях почвы составляет 297 мм (27,1%) и 389 мм (25,4%) соответственно [2].

По данным К.Г. Шульмейстера, в засушливых условиях юго-востока, в том числе и Оренбургской области, наблюдается пять типов засух: ранневесенняя, весенне-летняя, летне-осенняя, комбинированная и устойчивая [3].

Ранневесенняя засуха начинается с апреля и продолжается до июня. Такая засуха вызывает сильное снижение урожайности ранних зерновых культур, в меньшей степени отражается на росте и развитии поздних культур, для которых имеют главное значение летние осадки. Особенно опасна эта засуха при низких весенних запасах влаги в почве. В такие годы озимые по чистым парам и поздние зерновые культуры приобретают страховое значение.

Весенне-летняя засуха начинается с мая по июль и наносит большой ущерб урожаю ранних яровых зерновых культур. Озимые хлеба по хорошо обработанным чистым парам сравнительно легко переносят эту засуху. В борьбе с этой засухой большую роль играют весенние запасы влаги в почве.

Летне-осенняя засуха охватывает вторую половину лета и сентябрь. Она поражает яровые зерновые культуры в период налива зерна и поздние культуры в период развития репродуктивных органов и цветения. Озимые культуры менее подвержены этой засухе, а для ранних яровых зерновых она вызывает захват зерна. Эта засуха часто иссушает

посевной слой почвы на парах под посев озимых. Одной из мер борьбы с ней является применение более скороспелых и засухоустойчивых сортов.

Комбинированная, или прерывчатая, засуха проявляется в разное время вегетации и чередуется с влажными периодами. Такая засуха менее вредна, чем другие типы при условии хороших запасов влаги в почве.

Устойчивая засуха продолжается с ранней весны по июль включительно, она поражает все культуры, в том числе и озимые. Такая засуха за 24 года наших исследований наблюдалась только в 1998 г., когда озимые полностью погибли.

В связи с вышеизложенным в засушливых условиях Оренбургской области основным фактором, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур, являются погодные условия, из которых температурному режиму воздуха и осадкам отводится ведущее место. Особенно сильно этот фактор сказывается на величине урожая в период вегетации.

Вторым важным фактором, кроме погодных условий, который влияет на урожай, является вид культуры. В этом отношении озимые представляют собой мощное средство в борьбе с засухой. В среднем за 24 года урожайность озимой ржи по чёрному пару составила 25,9 ц, озимой пшеницы – 19,0 ц, только в 1998 г. урожай озимой ржи отсутствовал из-за сильнейшей засухи, озимой пшеницы – четыре года из-за засухи и весенних заморозков.

Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника составляла от 11,0 до 12,6 ц с 1 га, яровой твёрдой пшеницы по чёрному пару – 12,7, ячменя – 19,0, проса – 16,0, гороха – 9,9 ц с 1 га.

Из кормовых культур средняя урожайность зелёной массы кукурузы на силос составляла 177,0 ц с 1 га, сорго – 156,0, суданской травы летнего срока посева – 154,0 и злаково-бобовой смеси (овёс + горох) – 120 ц с 1 га.

Эффективным средством в борьбе с засухой считается применение удобрений, однако в засушливых условиях оно во многом зависит от весенних запасов влаги в почве и количества выпавших осадков, особенно в период вегетации сельхозкультур. Не последнюю роль в этом отношении играет вид культуры, его биологические особенности, предшественник и т.д. Это положение также нами подтверждается. Например, весенняя подкормка озимых в годы с засушливой весной, когда верхний слой почвы быстро пересыхает и азотные удобрения плохо растворяются, не дала эффекта в течение трёх лет из десяти.

Из 24 лет при основном внесении 42 т навоза на 1 га и  $P_{80}K_{40}$  кг д.в. на 1 га под чёрный пар – семь лет урожайность озимой ржи была на неудобренном фоне выше, чем на удобренном, озимой пшеницы – шесть лет. Главной причиной низкой эффективности удобрений в отдельные

годы стало избыточное накопление нитратного азота в паровом поле, что приводит к нарушению соотношения между азотом и фосфором, которое снижает урожайность зерна и увеличивает массу соломы.

Внесение минеральных удобрений ( $N_{40}P_{40}$  кг д.в. на 1 га) под непаровые предшественники обеспечило прибавку зерна твёрдой пшеницы после озимых за 24 года только 11 раз, мягкой пшеницы в последствии чёрного пара – 17, после кукурузы – 11, проса – 13, сорго – 10 и после гороха – 8 раз.

Просо за 24 года практически не проявляло положительную реакцию на удобрение, ячмень повышал урожайность за этот период 17 лет, горох – только 9 лет.

В среднем за 24 года самая высокая прибавка в зерне от удобрения составила у ячменя – 3,2 ц с 1 га, мягкой пшеницы – 1,8, твёрдой – 1,4 ц с 1 га, кукуруза на силос за 24 года положительно реагировала на удобрение 12 лет, сорго – 10 лет.

Важную роль в борьбе с засухой играют в отдельные годы весенние запасы влаги в почве. Такая закономерность в основном наблюдается при дефиците осадков в июне и июле, когда урожай формируется за их счёт.

При применении нулевых и минимальных основных обработок, особенно на тяжёлых по механическому составу почвах, меньше накапливается влаги к весне, что приводит к снижению урожая. Такое явление нами отмечено в резкосушливые 2009, 2010 и 2012 гг. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были на 30–50 мм меньше на этих обработках, чем на глубоких.

Положительное влияние на урожайность в условиях засухи оказывает сидерация (зелёное удобрение). Например, в резкосушливом 1998 г. [4] дополнительный сбор зерна в севообороте пар сидеральный донниковый – яровая твёрдая пшеница – яровая мягкая пшеница – просо – яровая мягкая пшеница – ячмень в сравнении с севооборотом с теми же культурами, но с чёрным паром + навоз, 42 т на 1 га (контроль), составил 10,3 ц с 1 га. Такое явление объясняется хорошими запасами влаги в почве и высокой температурой, что способствовало повышению её биологической активности в результате разложения биомассы. Следует также отметить наибольшее влияние зелёного удобрения в последствии на урожайность проса и ячменя, прибавка которых составила соответственно 5,4 и 2,5 ц с 1 га.

В условиях засухи заметное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур оказывает плодородие почвы, особенно содержание в ней гумуса. Хорошо известно, что на почвах с низким его количеством (1,5–2,0%), при отсутствии осадков в течение 2–3 недель посевы погибают.

Наши исследования за 24 года показывают, что в шестипольных зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах без применения удобрений

содержание гумуса снизилось на 0,4 абсолютного процента. Поэтому одной из причин часто повторяющихся засух за последние годы является и этот фактор.

В настоящее время в засушливые годы причиной снижения урожайности полевых культур стал и человеческий фактор, к которому относятся:

- бессистемная минимализация основной обработки почвы (на площади 1,5–1,7 млн га), что приводит к увеличению засорённости посевов, болезней и вредителей, ухудшению водного режима почвы и т.д.;

- возделывание сортов и гибридов сельхозкультур, не адаптированных к местным условиям, особенно к условиям засухи;

- недостаточное количество в структуре пашни самых урожайных и страховых культур, таких, как озимая рожь, просо, ячмень;

- нарушение технологии возделывания культур и севооборотов и т.д.

Таким образом, за 1990–2013 гг. 54,2% лет – это годы, характеризующиеся очень сильной засухой и погодой, близкой к условиям пустыни, в вегетационный период сельхозкультур.

Самыми устойчивыми культурами к различным видам засухи оказались озимая рожь, ячмень и просо, урожайность которых составила в среднем за 24 года соответственно 25,9, 19,0 и 16,0 ц с 1 га, поэтому они в борьбе с ней являются страховыми культурами. Наиболее высокая урожайность этих культур отмечена и в благоприятные годы: озимой ржи – 47,3 ц (1990 г.), ячменя – 44,5 (1992 г.) и проса – 46,9 ц с 1 га (1990 г.).

Эффективность минеральных удобрений в условиях засухи в первую очередь зависит от весенних запасов влаги в почве, при низком их содержании наблюдается даже снижение урожая за счёт повышенной концентрации почвенного поглотительного комплекса. Наиболее отзывчивым на удобрения является ячмень, как во влажные, так и в засушливые годы. Просо не проявляет положительную реакцию на удобрение, но очень хорошо использует его в последствии.

В годы с хорошими весенними запасами влаги в почве и повышенной её температурой очень интенсивно происходит разложение зелёного удобрения с выделением особенно биологического азота, который способствует повышению урожайности всех культур севооборота.

Глубокая основная обработка почвы тяжёлого механического состава к весне за счёт лучшей водопроницаемости и усвоения талых вод больше накапливает влаги, чем нулевые и минимальные обработки, поэтому в условиях засухи при дефиците осадков в мае и июне урожайность ранних зерновых культур на таких обработках снижается.

### Литература

1. Шульмейстер К.Г. Борьба с засухой и урожай: монография. М., 1995. С. 19–20.
2. Максютов Н.А., Жданов В.М., Абдрашитов Р.Р. Повышение плодородия почвы, урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала: монография. Оренбург, 2012. 332 с.
3. Шульмейстер К.Г. Избранные труды. В 2-х т. Волгоград, 1995. Т. 2. С. 218–219.
4. Максютов Н.А., Жданов В.М., Лактионов О.В. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала: монография. 2-е изд. доп. Оренбург, 2008. 232 с.