

УДК 631.559: 633.11

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РОСТА И РАЗВИТИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ

Н.Н. Семенов, доктор сельскохозяйственных наук

И.И. Вага, младший научный сотрудник

РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: многолетние травы, осушенные почвы, дозы удобрений, минеральный состав трав, сырой протеин, калий, кальций, магний, натрий

Введение

Погодные условия (осадки, температура, влажность воздуха и почвы и др.) оказывают существенное влияние на рост и развитие растений, потребление элементов питания, урожайность и качество зерна зерновых культур. По мнению некоторых авторов [1], на долю погодных условий приходится примерно от 44 до 55% общей амплитуды колебаний урожайности, полученной от совместного влияния многих факторов.

Повышенная температура может вызывать временное голодание растений и нарушение их дальнейшего развития. После прохождения фазы кущения оптимальная температура для зерновых культур составляет +15-20°C, а для цветения и созревания +17-20°C [2].

Научными исследованиями установлено, что нормальному росту и развитию растений зерновых на торфяных почвах наиболее отвечает следующая влажность активного слоя почвы (0-50 см) по периодам: всходы-кущение – 55%, выход в трубку-цветение – 60-65, налив зерна – 55 и восковая спелость-созревание – 50% полной влагоемкости [3], а уровень грунтовых вод в фазу весеннее кущение – 50-80 см, кущение-флаговый лист – 80-110, флаговый лист-колошение – 95-130, колошение-молочная спелость – 105-140 и молочная спелость-созревание 110-140 см от поверхности почвы [4].

Резкий подъем грунтовых вод и подтопление корневой системы зерновых во время вегетации приводит к снижению продуктивности растений, а часто к полной гибели урожая [5].

Цель исследований – установить влияние гидротермических условий роста и развития на формирование урожайности озимого тритикале на антропогенно-преобразованных торфяных почвах.

Объекты, методы и условия проведения исследований

Экспериментальные полевые исследования проводились в 2005- 2009 гг. на опытном поле Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства на ан-

тропогенно-преобразованных торфяных почвах, подстилаемых песком с глубины 35-45 см. В качестве объекта исследований использовали озимое тритикале наиболее распространенного в производственных условиях сорта Михась. Опыт закладывался в четырехкратном повторении. Общая площадь делянок – 50 м², учетная – 40,5 м². Фосфорные и калийные удобрения в форме аммонизированного суперфосфата и хлористого калия вносили под предпосевную культивацию. Азотные удобрения применяли в форме мочевины (ранневесенняя подкормка), а в подкормку в фазу начало трубкования и флагового листа – в форме КАС в виде раствора при разбавлении водой 1:3 или 1:4. Агротехника возделывания озимого тритикале – рекомендуемая для зоны Полесья на аналогичных почвах. Уборку культуры проводили прямым комбайнированием. Погодные условия различались по годам исследований, что повлияло на рост и развитие растений и формирование урожайности озимого тритикале.

Погодные условия осенней вегетации по выпадению осадков и среднесуточной температуре были в целом хуже средних многолетних значений, менее благоприятными для роста и развития озимого тритикале. Прежде всего это касается влагообеспеченности растений. За осенние периоды вегетации в годы проведения исследований количество атмосферных осадков выпало меньше на 51,3-99,6% от средней многолетней величины. Наблюдались отклонения от многолетних значений среднесуточной температуры воздуха, которая была выше климатической нормы на 4,2-22,7%. В то же время следует отметить, что в осенний период развитие растений озимого тритикале во все годы исследований не имело существенных отклонений. Лучшее (кущение, широкий лист, корневая система) состояние растений было осенью 2007 г.

Более значимое влияние на рост и развитие посевов озимых зерновых оказывают погодные условия в весенне-летний период вегетации растений (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Динамика температуры воздуха в течение вегетационного периода 2006 – 2009 гг (по данным Полесской метеостанции), °С

Месяцы	Среднее многолетнее	Среднесуточная температура, °С				Отклонение от многолетней, °С ±			
		2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
Апрель	6,7	8,4	7,0	9,1	8,9	+1,7	+0,3	+2,4	+2,2
Май	13,5	12,6	15,0	12,4	12,3	-0,9	+1,5	-1,1	-1,2
Июнь	16,5	16,4	18,2	16,3	16,6	-0,1	+1,7	-0,2	+0,1
Июль	17,9	19,8	18,5	18,0	18,8	+1,9	+0,6	+0,1	+0,9
Август	16,7	17,7	19,2	18,1	16,7	+1,0	+2,5	+1,4	0
Апрель-август	71,3	74,9	77,9	73,9	73,3	+3,6	+6,6	+2,6	+2,0

Таблица 2 – Динамика выпадения осадков в течение вегетационного периода 2006 – 2009 гг. (по данным Полесской метеостанции), мм

Месяцы	Среднее многолетнее	Осадки, мм				Отклонение от многолетней, мм ±			
		2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
Апрель	37,0	19,1	19,9	84,0	36,1	-17,9	-17,1	+47,0	-0,9
Май	55,0	48,2	45,6	75,7	53,6	+6,8	-9,4	+20,7	-1,4
Июнь	75,0	41,1	46,9	35,1	161,5	-33,9	-28,1	-39,9	+86,5
Июль	74,0	59,9	250,9	120,0	94,1	-14,1	+176,9	+46	+20,1
Август	63,0	196,8	21,4	91,8	37,0	+133,8	-41,6	+28,8	-26
Апрель-август	304,0	365,1	384,7	406,6	382,3	+61,1	+80,7	+102,6	+78,3

За весенне-летний период во все годы исследований среднесуточная температура воздуха превышала среднюю многолетнюю на 2,0-6,6°C, а сумма осадков на 61,1-102,6 мм. Особенно неблагоприятные погодные условия сложились в вегетационном периоде 2007 г.: длительный период в апреле отличался низкой температурой воздуха с переходом временами ночью к заморозкам на почве до -9,2 °C и недостатком влаги, которые в значительной степени повредили растения. В результате недостаток влаги и высокая температура воздуха в мае-июне привели к сильной редукции побегов и снижению плотности продуктивного стеблестоя.

Погодные условия 2008 г. были наиболее благоприятными для формирования элементов продуктивности при возделывании озимого тритикале: весенний период характеризовался теплой умеренно влажной погодой, способствующей формированию плотности побегов и закладке колоса и колосков в нем. В более поздние фазы осадки выпадали достаточно часто, что также способствовало хорошему формированию зерна.

Оценку влияния гидротермических условий на формирование урожайности озимого тритикале проводили при оптимальном режиме минерального питания (вариант N₁₂₀P₈₀K₁₂₀).

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из критических периодов у озимого тритикале, когда гидротермические условия оказывают наиболее сильное влияние на формирование потенциала прогнозной урожайности, является конец кущения-флаговый лист. Поэтому важно было установить влияние состояния гидротермических условий в этот период на урожайность озимого тритикале. Обычно комплексное состояние гидротермических условий определяют по гидротермическому коэффициенту (ГТК по Г.Т. Селянинову), который рассчитывается по формуле:

$$ГТК = \frac{\sum X}{\sum T} \times 10$$

где $\sum X$ – сумма осадков за определенный период, мм;

$\sum T$ – сумма среднесуточных температур выше 10°C за тот же период, °С.

По данным Э.М. Мухаметова [6], во влажные годы на дерново-подзолистых суглинистых почвах гидротермический коэффициент за период вегетации превышает 1,6; в слабоувлажненные он равен 1,0-1,3; очень засушливые – 0,4-0,7 и сухие – 0,2-0,4 и менее. Для нормального роста растений и формирования высокого урожая тритикале ГТК должен быть в пределах 1,3-1,6. Однако на антропогенно-преобразованных торфяных почвах результаты оценки ГТК не всегда отражают состояние роста и развития растений. По нашему мнению, этот показатель в большей мере характеризует величину соотношения суммы осадков и температуры, а не фактическое состояние влагообеспеченности растений. Поэтому данные ГТК являются условными, ориентировочными.

Таблица 3 – Гидротермические условия вегетации растений озимого тритикале в 2005 – 2009 гг. (ГТК рассчитан по Селянинову)

Показатели	Годы исследований	Периоды роста и развития растений*						
		1	2	3	4	5	6	7
ГТК ср. многолетнее		2,4	1,7	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4
ГТК фактическое	2005/2006	1,1	0,6	0,4	3,2	0,4	2,1	1,3
	2006/2007	0,5	3,3	1,1	0,6	1,2	3,9	2,0
	2007/2008	1,2	7,3	2,8	0,3	0,9	1,8	2,6
	2008/2009	5,3	2,6	1,9	2,7	3,6	1,7	2,5
Отклонение от средней многолетней (+,-), %.	2005/2006	-54	-65	-69	+129	-73	+62	-7
	2006/2007	-79	+94	-13	-57	-20	+200	+43
	2007/2008	-50	+329	+115	-79	-40	+38	+86
	2008/2009	+121	+53	+46	+93	+140	+31	+79

* 1 – осенняя вегетация; 2 – весеннее кущение-конец кущения; 3 – конец кущения-флаговый лист; 4 – флаговый лист-колошение; 5 – колошение-молочная спелость; 6 – молочная спелость-созревание; 7 – весеннее кущение-созревание.

Представленные в таблице 3 результаты исследований показывают, что в осенний период за годы исследований наблюдался дефицит влаги (ГТК составляло 0,5-1,2), за исключением 2008, когда ГТК был равен 5,3. В то же время наилучшее состояние посевов в осенний период отмечалось в 2007 г., а в 2008 оно характеризовалось как среднее.

Период конец кущения-флаговый лист ГТК в 2006 г. составляет 0,4 (сухой), а в 2007 – 1,1, что говорит о более благоприятных условиях. В то же время в этот период в 2007 г. отмечалась сильная редукция побегов и снижение плотности продуктивного стеблестоя, что и сказалось на формировании урожайности. Самое высокое значение гидро-

термического коэффициента за этот период отмечено в 2008 г. – 2,8, что способствовало хорошей влагообеспеченности и развитию растений, накоплению биомассы и закладке колоса. Приведенные в табл. 3 данные показывают, что в период флагового листа-колошения озимого тритикале ГТК в 2006 г. составляет 3,2, в 2007 – 0,6, а в 2008 г. (при значительно лучшем состоянии растений) – 0,3, т.е. в 2 и 10 раз соответственно ниже. Данные ГТК за период конец кушения-молочная спелость не отражают фактическое состояние растений.

Авторы полагают, что более объективную оценку гидротермических условий вегетации растений может отразить комплексный показатель гидротермических условий роста и развития растений "Р", когда вместо суммы осадков используются данные суммарного расхода влаги. Этот показатель рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{W_{\text{расход}}}{\sum_{t > 10^{\circ}C}} \times 10$$

где Р – показатель влагообеспеченности растений;

$W_{\text{расход}}$ – изменение почвенных влагозапасов за период (слой 0-50 см), мм;

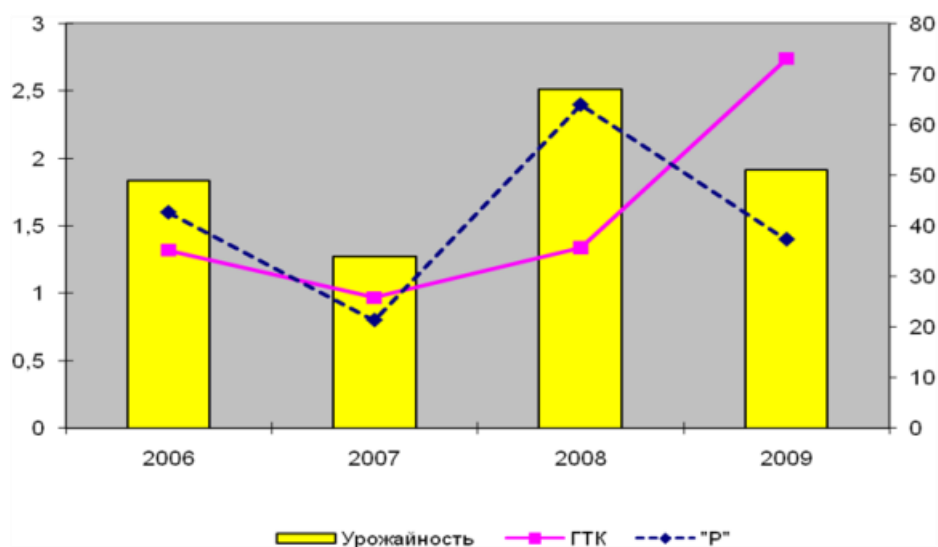
сумма $t > 10^{\circ}C$ – сумма среднесуточных температур более $10^{\circ}C$ за период.

Приведенные в таблице 4 и рисунке данные показывают, что самое высокое значение показателя влагообеспеченности растений за период конец кушения-флаговый лист было в благоприятном по погодным условиям 2008 г. и составило 3,6, а самое низкое – в 2007 г. – 0,8, что и отразилось на уровне сформировавшейся урожайности.

Таблица 4 – Динамика гидротермических условий роста и развития растений озимого тритикале (показатель "Р" – рассчитан по Н.Н. Семененко)

Годы исследований	Периоды роста и развития растений*					
	1)	2	3	4	5	6
2006	3,7	3,3	0	1,4	0,9	1,9
2007	10,0	0,8	0,8	0,7	2,7	3,0
2008	7,5	3,6	2,7	0,8	0,9	3,1
2009	4,1	2,6	0,3	1,2	1,8	2,0

* 1 – весеннее кушение-конец кушения; 2 – конец кушения-флаговый лист; 3 – флаговый лист-колошение; 4 – колошение-молочная спелость; 5 – молочная спелость-созревание; 6 – среднее за период весеннее кушение-созревание



Сравнительная зависимость урожайности озимого тритикале от состояния гидротермических условий вегетации растений (ГТК и показатель влагообеспеченности растений) в период конца кущения-молочная спелость

Между показателем влагообеспеченности растений за период конца кущения-флаговый лист и урожайностью озимого тритикале (вариант N₁₂₀P₈₀K₁₂₀) установлена тесная корреляционная связь, описываемая уравнением регрессии: $y = 2,5x^2 - 1,0x + 33,6$; $R^2 = 0,81$.

За важнейший период – конец кущения-молочная спелость, когда проходит формирование колосков и зерна в колосе, среднее значение коэффициента Р составило в 2006 г. – 1,6; 2007 г. – 0,8; 2008 г. – 2,4 и в 2009 г. – 1,4. Из этих данных следует, что гидротермические условия (Р) 2008 г. были лучшими, а 2007 г. – худшими. ГТК в этот же период развития растений составил по годам соответственно: 2006 г. – 1,32; 2007 г. – 0,97; 2008 г. – 1,34; 2009 г. – 2,74, т.е. условия 2006 и 2008 гг. были примерно одинаковыми, а лучшими – в 2009 г., что не соответствует фактическому состоянию посевов озимого тритикале.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа влияния состояния гидротермических условий за период конца кущения-молочная спелость на урожайность показали слабую связь между формируемой урожайностью и ГТК ($R^2 = 0,48$) и тесную связь с показателем "Р" ($R^2 = 0,96$), описываемую уравнением регрессии: $y_P = 20,0x + 19,2$, при $x = 1,4-3,5$.

Авторами статьи предложены ориентировочные градации гидротермических условий вегетации озимого тритикале в период начала трубкования-молочная спелость и соответствующие им прогнозные уровни урожайности (табл. 5).

Таблица 5 – Ориентировочные градации гидротермических условий вегетации озимого тритикале

ГТУ	Погодные условия	Уровень прогнозной урожайности, ц/га
<1	экстремальные	менее 40
1,0-2,0	ниже оптимальных	41-60
2,1-3,0	оптимальные	61-80

Гидротермические условия оказали существенное влияние на уровень сформировавшейся урожайности растений озимого тритикале. В сложившихся погодных условиях роста и разви-

тия растений в 2008 г. в опыте получена самая высокая урожайность озимого тритикале как в варианте за счет почвенного плодородия (без внесения удобрений), так и при внесении различного уровня доз и сочетаний удобрений.

Применение фосфорных и калийных удобрений способствовало повышению урожайности этой культуры в среднем на 4,4-8,4 ц/га. При этом при более благоприятных погодных условиях (2008) прибавка находилась на уровне 7,4-10,5 ц/га, а при менее благоприятных (2007) – 2,4-3,6 ц/га.

Наиболее эффективным оказалось применение азотных удобрений. При внесении N_{60-120} на фоне фосфорных и калийных удобрений прибавка в среднем составила 5,4-9,3 ц/га. Наибольшая прибавка от азотных удобрений получена при внесении 120 кг д.в. азота на 1 га на фоне $P_{80}K_{120}$ – 9,3 ц/га (33% к контролю).

При более благоприятных погодных условиях при внесении N_{60-120} урожайность сформировалась на уровне 65,3-68,3 ц/га, а при неблагоприятных на тех же вариантах соответственно 29,4-34,1 ц/га.

Выводы

1. Гидротермические условия вегетации растений, особенно состояние водного режима, оказывают наиболее существенное влияние на формирование урожайности озимого тритикале на антропогенно-преобразованных торфяных почвах. Создавая оптимальный по этапам развития растений водный режим, можно существенно влиять на получение стабильно высокой (5,0-6,0 т/га и более) урожайности озимого тритикале на антропогенно-преобразованных торфяных почвах.

2. Состояние гидротермических условий по этапам органогенеза растений более объективно отражает показатель Р, учитывающий вместо суммы осадков (ГТК по Селянину) суммарный расход влаги за соответствующий период.

3. Между гидротермическими условиями и урожайностью озимого тритикале установлены корреляционные связи, рассчитаны уравнения регрессии, которые можно использовать для прогноза уровня урожайности, предложены ориентировочные градации гидротермических условий вегетации озимого тритикале и соответствующие им уровни прогнозной урожайности.

Литература

1. Гольберг, М.А. Опасные явления погоды и урожай / М.А. Гольберг, Г.В. Волобуева, А.А. Фалей. – Минск: Ураджай, 1988.—120 с.
2. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т.Н. Кулаковская. – Минск : Ураджай, 1978. – 272 с.
3. Леуто, И.Э. Зерновые культуры на мелиорированных землях / И.Э Леуто, С.В. Кулеш. – Минск: Ураджай, 1981. – 120 с.
4. Семененко, Н.Н. Оптимизация производственного процесса – важнейшее условие формирования стабильной высокой урожайности зерновых культур / Н.Н. Семененко // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 4. – С.5-10.
5. Гриб, С.И. Особенности возделывания тритикале / С.И. Гриб, Т.М. Булавина, В.Н. Буштевич. – Жодино, 1996. – 8 с.
6. Мухаметов, Э.М. Технология производства и качество продовольственного зерна / Э.М. Мухаметов [и др.]; под ред. Э.М. Мухаметова. – Минск: Дизайн ПРО, 1996. – 256 с.

Summary

Semenenko N. N., Vaga I. I.

THE INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS THE GROWTH AND DEVELOPMENT ON YIELD OF WINTER TRITICALE

The results of the research showed that the hydrothermal conditions have affect the growth, development and formation of winter triticale crop capacity. The highest level of crop capacity during the experiment (65.3-68.3 c/ha) was achieved after NPK fertilizer application in relatively favorable weather conditions of the vegetation period in 2008. After fertilizer application the crop capacity increased up to the 21.4c/ha. It is mentioned that the hydrothermal conditions at every plant organogenesis step form the most objective index P, considering the total moisture discharge in a given period instead of precipitation total (Selaninov hydrothermal index).

Поступила 13 сентября 2011 г.