

Список цитированных источников

1. Станкевич, А.П. Уточнение коэффициентов шероховатости для системы водотоков бассейна р. Припяти // Проблемы Полесья. – 1982. – Вып. 8. – С. 149–155.
2. Рогунович, В.П. Автоматизация математического моделирования движения воды и примесей в системах водотоков. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 263 с.
3. Справочное руководство гидрогеолога. – Под ред. В.М. Максимова. – Изд. 3-е – Т. 1. – Л.: Недра, 1979. – 512 с.

УДК 631.559

ВЛИЯНИЕ ВЛАГОТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ПЕРИОДОВ НА УРОЖАЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Лихацевич А.П., Волкова Е.И.

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь, niimel@mail.ru

Analysis of independent data from field research confirms the legitimacy of the use and relatively high accuracy of the model to take account not only the food regime, but also the conditions of moisture and heat supply of the growing season. Satisfactory accuracy of calculations by generalizing dependence on perennial grasses and spring triticale indicates its applicability to other crops.

Введение

К основным факторам жизни растений относятся свет, воздух, тепло, влага и питание. Исследованиями установлено, что степень неблагоприятности внешних условий для растений связана с амплитудой отклонения каждого фактора от своего оптимального значения. Данную закономерность можно представить в обобщенной форме [1, 2]

$$Y = Y_{\max} \prod_{i=1}^n \left[1 - (1 - f_i)^2 \right], \quad (1)$$

где Y – урожай сельскохозяйственной культуры; Y_{\max} – максимальный урожай при оптимальном обеспечении всеми факторами; f_i – относительная величина i -го фактора (отношение фактической его величины к оптимальной); n – число факторов, влияющих на урожай.

Предварительный анализ показал, что при отсутствии экстремальных ограничений (катастрофические заморозки, вредители и т.п.) формула (1) дает результаты расчета достаточно близкие к фактическим в диапазоне $(0,5-1,0)Y_{\max}$ [3]. Однако на полевом опытном материале, полученном в Беларуси, проверка (1) выполнена только по пищевому режиму [2, 3 и др.]. По другим факторам жизни растений адекватность модели (1) не проверялась. Восполним этот пробел, используя материалы полевых исследований на опытных участках Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства (ПОСМЗил).

Основная часть

На торфяных почвах ПОСМЗиЛ в 1977-1979 гг. был поставлен опыт с применением орошения многолетних злаковых трав [4]. Почвы опытного участка – торфяные мелкозалежные. Плотность сложения почвы в корнеобитаемом слое (0–30 см) варьировала в пределах 0,2–0,3 г/см³, наименьшая влагоемкость составляла около 180 мм, влагозапасы завядания были в три раза ниже – 60 мм [4, 5]. Схема опыта включала три варианта увлажнения. Первый вариант – естественное увлажнение, второй вариант – поддержание почвенных влагозапасов с помощью дождевания в границах 70–100 % от наименьшей влагоемкости, и третий вариант учитывал при проведении орошения связь нижней границы увлажнения с теплообеспеченностью вегетационного периода.

Кроме того, в 2001–2005 гг. на антропогенно-преобразованных почвах ПОСМЗиЛ изучалось влияние гидротермических условий на урожайность ярового тритикале. Автор и руководитель исследований профессор Н.Н. Семенов представил данные по водным свойствам почв опытного участка, в соответствии с которыми продуктивные влагозапасы в корнеобитаемом слое (0–50 см) при влагонасыщении до наименьшей влагоемкости можно оценить примерно в 220 мм. Причем анализ гидротермических условий, имевших место в годы исследований, показал, что наиболее существенное влияние на продуктивность ярового тритикале оказывают влагозапасы почвы при посеве и температуры воздуха в фазу «начало трубкования – флаговый лист» [6]. Эти периоды выделены в последующих расчетах в качестве критических.

Опытные данные по многолетним травам и яровому тритикале использованы для проверки адекватности функции (1), которая для учета двух факторов жизни растений – водного и теплового – приведена к виду

$$Y = Y_m K_W K_T, \quad (2)$$

где Y_m – максимально возможный в условиях исследований урожай культуры при заданном пищевом режиме; K_W , K_T – показатели влаго- и теплообеспеченности культуры.

В соответствии с (1)

$$K_W = 1 - \left(1 - \frac{W - W_{B3}}{W_{HB} - W_{B3}} \right)^2; \quad (3) \quad K_T = 1 - \left(1 - \frac{\Sigma T - \Sigma T_{min}}{\Sigma T_{opt} - \Sigma T_{min}} \right)^2, \quad (4)$$

где W – влагозапасы почвы; W_{B3} – влагозапасы завядания; W_{HB} – наименьшая влагоемкость; ΣT – сумма среднесуточных температур воздуха; ΣT_{min} – минимальная сумма среднесуточных температур воздуха, при которой растения могут дать урожай; ΣT_{opt} – оптимальная сумма среднесуточных температур воздуха, обеспечивающих максимальный урожай.

Проведенная адаптация функции (1) к конкретным условиям исследований позволила получить зависимости, с помощью которых определены расчетные значения урожаев исследуемых культур в годы проведения опытов. При этом установлено, что разность сумм температур в (4) согласовывается с эффективными температурами ($\geq 10^\circ\text{C}$). Результаты расчета приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1 – Расчет урожая многолетних трав по показателям влаготеплообеспеченности вегетационных периодов

Год	K_T	K_W по вариантам опыта			Расчетный урожай по вариантам опыта, ц/га			Фактический урожай по вариантам опыта, ц/га			НСР ₀₅ , ц/га
		К	Д	Д _о	К	Д	Д _о	К	Д	Д _о	
1977	0,896	0,949	0,994	-	89,3	93,5	-	86,4	101,7	-	10,1
1978	0,827	0,640	0,894	0,949	55,6	77,6	82,4	59,1	73,3	81,2	9,2
1979	0,985	0,750	0,969	0,977	77,6	100,2	101,	78,7	94,4	99,8	9,9

Примечания: К – естественная влагообеспеченность (контрольный вариант); Д – дождевание с целью поддержания почвенных влагозапасов в пределах 70–100 % от наименьшей влагоемкости; Д_о – дождевание с учетом теплообеспеченности вегетационного периода.

Вычисленное по разности расчетных и фактических урожаев многолетних трав (табл. 1) среднеквадратическое отклонение составило 4,54 ц/га, что существенно меньше значений НСР_{0,5}. Причем ни в одном году разность между расчетным и фактическим значением урожая не превысила установленную в годы исследований ошибку опыта. Расчеты также показали, что исключение из расчета показателя теплообеспеченности вегетационного периода увеличивает среднеквадратическую ошибку расчета до 7,53 ц/га. При этом отклонение расчетной урожайности многолетних трав от фактической на варианте с дождеванием в 1978 году превысило ошибку опыта (НСР_{0,5}).

В соответствии с данными табл. 2 среднеквадратическое отклонение в расчете урожая ярового тритикале без учета теплообеспеченности составляет около 8 ц/га, а с учетом – снижается до 4,9 ц/га, т.е. почти вдвое. Более того, анализ показал, что урожай данной культуры лимитируют именно температурные условия в период «конец кущения – флаговый лист», причем в большей степени, чем почвенные влагозапасы в любой период вегетации.

Заметим, что приведенные в статье Н.Н. Семененко [6] эмпирические уравнения, связывающие почвенные влагозапасы с урожаем и имеющие достаточно высокий показатель достоверности эмпирической зависимости ($R^2=0,88$), дают среднеквадратическое отклонение расчетных величин урожаев от фактических около 8,7 ц/га.

Таблица 2 – Расчет урожая ярового тритикале по показателям влаготеплообеспеченности критических периодов вегетации

Год	K_T	K_W	Урожай, ц/га		Отклонения, ΔУ, ц/га
			Расчетный	Фактический	
2001	0,722	0,651	34,8	41,6	-6,8
2002	0,949	0,821	57,6	56,3	1,3
2003	0,667	0,884	43,7	41,1	2,6
2004	0,849	0,970	61,0	55,3	5,7
2005	0,954	0,972	68,6	65,4	3,2

Заключение

Полученные результаты убедительно подтверждает правомочность применения при оценке влияния гидротермических условий вегетации на урожай сельскохозяйственных культур и преимущества модели (1) перед другими эмпирическими зависимостями.

Список цитированных источников

1. Механизация полива: справочник / Б.Г. Штепа [и др.]. – Москва: Агропромиздат, 1990. – С. 31–37.
2. Лихацевич, А.П. Модель влияния регулируемых факторов окружающей среды на урожай сельскохозяйственных культур / А.П. Лихацевич // Мелиорация переувлажненных земель. – 2004. – № 2(52). – С. 123–143.
3. Лихацевич, А.П. Приближенная количественная оценка воздействия факторов окружающей среды на формирование урожая сельскохозяйственных культур / А.П. Лихацевич // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – № 1(55). – С. 95–102.
4. Лихацевич, А.П. Исследование режима дождевания и мелкодисперсного увлажнения многолетних трав на торфяных почвах: дисс. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / А.П. Лихацевич. – Минск, 1982. – 196 л.
5. Амнуил, Х.И. О методике определения нижнего предела полезной для растений влаги в торфяных почвах / Х.И. Амнуил // Труды БелНИИМивХ. – Минск, 1956. – С. 275–287.
6. Семененко, Н.Н. Оптимизация продукционного процесса – важнейшее условие формирования стабильной высокой урожайности зерновых культур / Н.Н. Семененко // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 4. – С. 5–10.

УДК 551.481

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАРАСТАНИЯ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Лопух П.С., Кабушева Т.С.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, loruch49@mail.ru

The main features vegetation of lake-reservers as new man-made water-bodies are shown.

Введение

На сегодняшний день в Республике Беларусь перед проектными и эксплуатационными организациями стоит проблема сохранения и рационального использования имеющегося водохранилищного фонда. С течением времени в водохранилищах наблюдается активация процессов заиления и зарастания ложа высшими водными растениями, что приводит к снижению эффективности их использования. В водохранилищном фонде республики насчитывается свыше 140 водохранилищ различного целевого назначения, из них 19 создано на базе существующих озер. В результате интенсивного хозяйственного использования и проведения мелиоративных работ после второй мировой войны уровень воды в некоторых озерах был зарегулирован или понижен. Мелиоративное переустройство затронуло не только сами водоемы, но и привело к значительным изменениям гидрологического режима водосборов в целом. В перспективе планируется создание озерных водохранилищ как одного из путей рационального использования водных ресурсов при разработке схем комплексного использования природных ресурсов в бассейнах рек, а также как реального пути восстановления (олиготрофикации) зарастающих озер.