

УДК 631.559:633.1

**ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ  
ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ НА ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ**

**Е. И. Волкова**, заведующая отделом,  
**Н. Н. Семенов**, доктор сельскохозяйственных наук  
РУП «Институт мелиорации»

**Ключевые слова:** яровое тритикале, урожайность, водный режим, тепловлагообеспеченность, органо-минеральные почвы

**Введение**

Воздействие метеорологических условий на урожайность сельскохозяйственных культур общеизвестно. Ввиду изменчивости внешних условий сельскохозяйственный производственный процесс носит непредсказуемый характер и требует значительных корректировок. Все факторы, влияющие на рост и развитие сельскохозяйственных культур, сложно заранее учесть и описать ввиду их многообразия и непредсказуемости. Даже их систематизацию выполнить непросто, тем более структурировать или программировать этот процесс.

Так, на разных типах почв одна и та же культура при одинаковой технологии может давать различный результат. Осадки также выпадают неодинаково даже в пределах района и хозяйства. Различаются сроки сева, варьируют и другие факторы. Два идентичных по условиям поля найти трудно. Урожайность сельскохозяйственных культур – функция переменных величин. Н.А.Ламан и В.Н.Прохоров рекомендуют строить интенсивные системы возделывания зерновых на знании биологических особенностей реакций растения и посева, как динамичных саморегулирующихся систем: «Агроном или фермер как главные технологи должны оптимизировать на поле условия произрастания растений на всех этапах их жизненного цикла комплексом приемов и средств, которые предоставляет в их распоряжение на данный момент развитие науки и техники» [1].

Интенсификация растениеводства выдвигает требование разработки детальной программы развития растений от сева до уборки, в которой должны предусматриваться корректирующие воздействия с учетом изменчивости факторов, прогнозов и реальной погоды, которые заранее невозможно предусмотреть. Теоретические подходы, описывающие взаимосвязи в системе растение – факторы среды, разрабатывались многими авторами. В работе [2] А.П.Лихацевичем представлена модель влияния регулируемых факторов окружающей среды на урожайность сельскохозяйственных культур. Предлагается описание роста и развития культуры в виде «прохождения» через пространство (динамичную сферу) с различными значениями влияющих факторов. Модель – инструмент для понимания и познания, но теоретические уравнения взаимодействия растущих

растений с факторами среды требуют адаптации к конкретным условиям, уточнения и конкретизации параметров.

На наш взгляд, при рассмотрении взаимодействия растений и среды следует учитывать следующее:

- изменение потребности растений в питательных элементах, влаге, количестве света, тепла в зависимости от фазы развития, каждая из которых характеризуется конечным набором лимитирующих факторов, динамично изменяющихся во времени. Детальные исследования по фазам развития культур [3,4] позволило выделить некоторые отдельные параметры, которые могут быть успешно использованы при прогнозировании урожайности;

- рассматривать рост и развитие сельскохозяйственных культур в динамике. Одно и то же значение фактора может быть недостаточным, избыточным или оптимальным в зависимости от состояния растений, существующих и предыдущих значений факторов;

- при рассмотрении роста и развития сельскохозяйственных культур принимать во внимание высокие адаптационные свойства растений, которые стремятся приспособиться к изменяющимся условиям. Растение и ценоз – самонастраивающаяся и саморегулирующаяся система, но до некоторых пределов значений факторов. Растение всегда стремится максимизировать свою продуктивность соответственно конкретным условиям среды. При благоприятном сочетании всех факторов жизни получают максимальную продуктивность растений и качество урожая;

- несмотря на высокие адаптационные и компенсационные свойства, развитие структуры растений в целом формируется последовательно, и недополученное на одном этапе растение может наверстать на следующем этапе только частично.

Исходя из представленных положений, можно сформулировать цель статьи как рассмотрение и описание конкретных взаимодействий и взаимосвязей между факторами тепло- и влагообеспеченности и урожайностью яровых культур, которые будут в последующем использованы при моделировании и прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур с помощью модели [2].

Об актуальности установления взаимодействий между урожайностью сельскохозяйственных культур и факторами их произрастания говорит практика сельскохозяйственного производства, зависящая от изменяющихся погодных условий, почти ежегодно приводящих к потерям урожая.

#### ***Объекты и методы исследований***

Мы оперируем результатами исследований, которые проводились на опытном поле Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства (ПОСМЗиЛ) Лунинецкого района Брестской области в период 2001-2005 гг. на антропогенно-преобразованных торфяных почвах, подстилаемых с глубины 35-45 см песком. Почва пахотного горизонта по годам исследований по степени минерализованности относится к

сильноминерализованной (ОВ 22-28 %). Выращиваемая культура – яровое тритикале сорта Лана. Кроме того, нами использованы данные ежедневных среднесуточных температур и осадков по метеостанции «Полесская» Лунинецкого района за 1964-2007 гг., урожайностям яровых зерновых на стационаре ПОСМЗиЛ с постоянным уровнем питания ( $P_{60}K_{150}$ ) за 1964-2002 гг. Данные обрабатывались согласно модели [2]. Модель применима не только для оценки одиночных факторов, но и для оценки благоприятности погодных условий по периодам в ходе выращивания сельскохозяйственных культур с учетом их фаз развития.

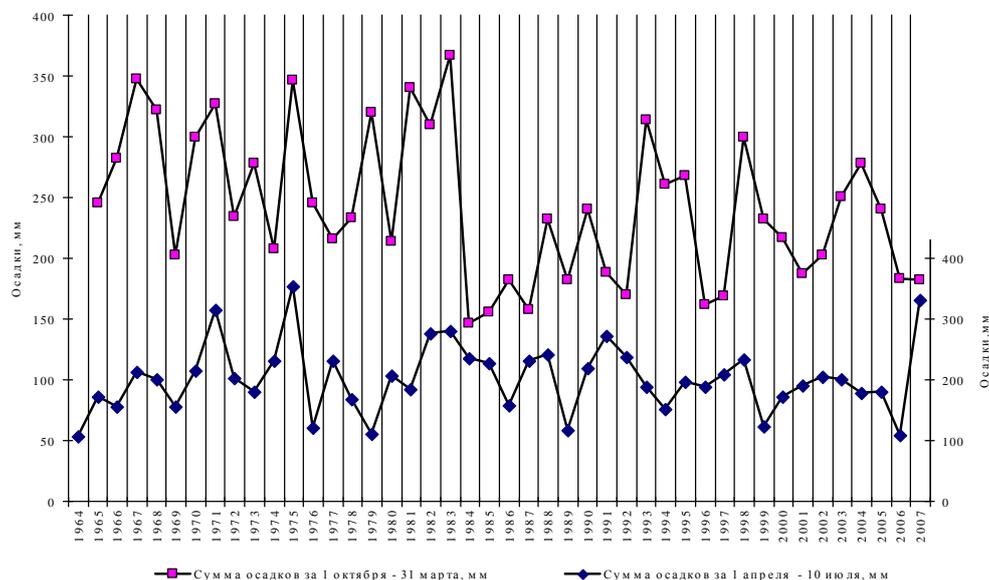
#### **Сравнение исследуемого периода (2001-2005 гг.) с многолетием**

Прежде чем рассматривать развитие растений поэтапно, следует сравнить метеоданные исследуемых лет с многолетними данными и определить, к каким годам по тепловлагодобеспеченности относятся исследуемые годы. Продуктивность сельскохозяйственных культур определяется особенностями складывающихся погодных условий осенне-зимнего и весенне-летнего периодов. Поэтому отдельные факторы осенне-зимнего и весеннего периодов также анализировались нами.

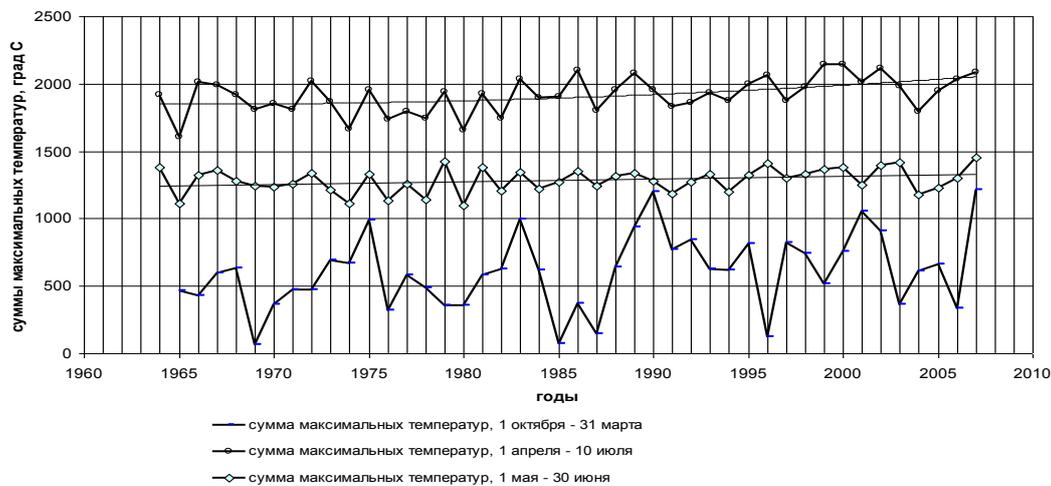
На рис. 1 представлены суммы осадков временных интервалов, которые наблюдались в каждом году, за 1964 – 2007 гг. Суммы осадков 2001-2005 гг. за период 1 мая – 30 июня (на этот период попадают критические фазы роста растений) в многолетнем ряду были невысокими, скорее средними и ниже средних. Суммы осадков за период 1 апреля – 10 июля характеризуются выбросами, один из которых произошел в 2007 г. Следует обратить внимание, что для изучаемых лет значения сумм осадков 1 апреля – 10 июля близки. В то же время урожайность ярового тритикале в эти годы получена различная. Это говорит о том, что влияние на урожайность оказывает распределение осадков внутри периода. Важно, в какие фазы или периоды вегетации выпадает большее их количество. Можно сделать общий вывод по осадкам: вегетационные периоды рассматриваемых лет (2001-2005) не были избыточно влажными по сумме осадков.

Суммы осадков холодного периода 1 октября – 31 марта характеризуются меньшими в последнее двадцатилетие значениями, чем в предыдущее двадцатилетие.

На рис.2 представлены суммы максимальных температур за те же периоды и годы по Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства. Суммы температур периода 1 апреля – 10 июля в течение 1964-2005 гг. характеризуются наличием возрастающего тренда. Годы 2001-2005 по максимальным температурам основной части вегетационного периода (1 апреля – 10 июля) были разными: 2002 и 2003 – выше тренда, 2004 и 2005 – ниже тренда (прохладнее). Зимний период 2003 г. характеризовался более низкими температурами относительно других лет, а летом был очень жаркий период. Можно также заметить, что последнее

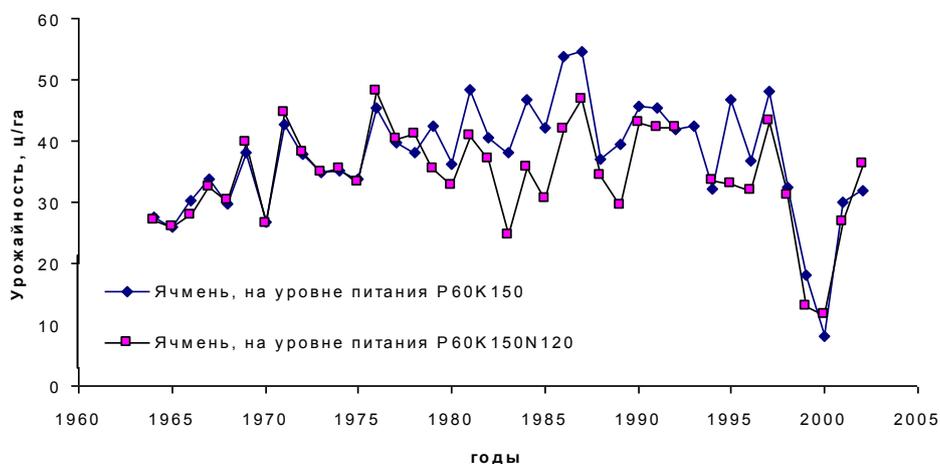


**Рис. 1. Суммы осадков за периоды: предшествующий вегетации осенне-зимне-весенний (1 октября – 31 марта) и частично вегетационный (1 апреля – 10 июля) на ПОСМЗиЛ**



**Рис.2. Суммы максимальных температур за периоды: предшествующий вегетации осенне-зимне-весенний (1 октября – 31 марта) и частично вегетационный (1 апреля – 10 июля) на ПОСМЗиЛ**

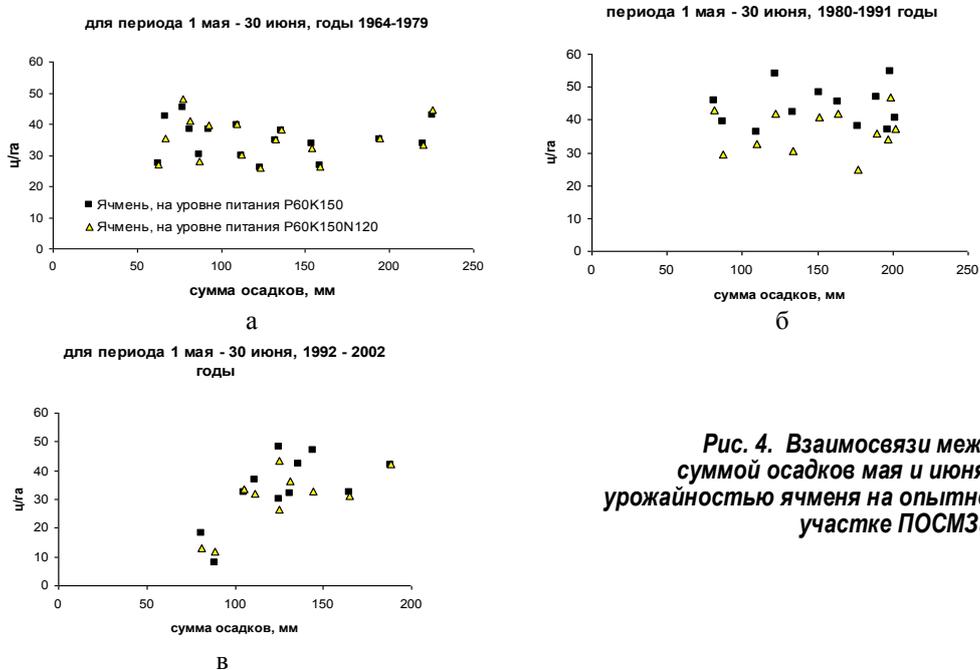
двадцатилетие на ПОСМЗиЛ характеризуется потеплением периода 1 октября – 31 марта. Следует обратить внимание на тот факт, что изменились тенденции зависимости урожая яровых культур от выпадающих осадков. На рис. 3 представлена изменчивость урожайности ячменя за многолетие (1964-2002 гг.) на опытном стационаре с постоянным



**Рис.3. Изменчивость урожайности ярового ячменя на опытном стационаре с постоянным уровнем питания, ПОСМЗиЛ**

уровнем внесения минеральных удобрений:  $P_{60}K_{150}$  с азотом  $N_{120}$  и без азота.

На рис. 4 отражены взаимосвязи между суммой осадков основной части вегетационного периода (1 мая – 30 июня) и конечной урожайностью ячменя на опытном участке ПОСМЗиЛ. Рис. 4,а показывает, что более высокие урожаи характерны для лет, когда летом было более сухо, на рис.4,б четкой тенденции не выявлено, на рис.4,в наблюда-



**Рис. 4. Взаимосвязи между суммой осадков мая и июня и урожайностью ячменя на опытном участке ПОСМЗиЛ**

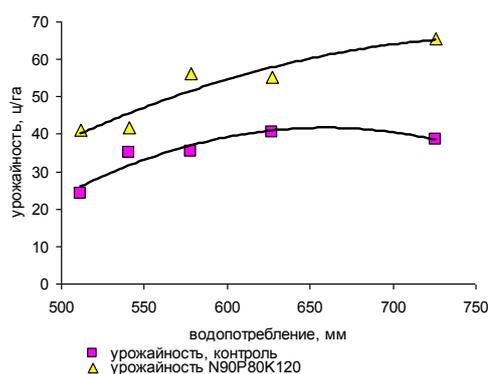
ется тенденция: чем больше осадков в критический весенне-летний период – тем выше урожай.

Взаимосвязи урожайности с осадками и максимальными температурами, которые мы приводим в данной статье, на наш взгляд, не противоречат опубликованным в работе [5] результатам по динамике продуктивности зерновых и зернобобовых и ее зависимости от осредненных за вегетационный период факторов. Следует учесть, что мы приводим результаты опытов, а в упомянутой работе анализировались данные хозяйственной отчетности. Как известно, в опытах тщательнее следят за соблюдением технологии, поэтому меньше играют роль технологические, организационные, агротехнические и другие факторы: сорта, сроки технологических операций, внесения удобрений. Условия для растений на опытных участках отличаются от условий в производстве, а значит, следует ожидать и изменения реакций растений.

Еще один факт, характеризующий изменение погоды: среднее значение осадков за 1 октября - 10 апреля в 1964-1983 гг. – 289 мм, а в 1984-2005 гг. – 216 мм. Таким образом, анализ показывает, что тенденции погоды меняются и влекут за собой изменение взаимосвязей и взаимозависимостей между урожайностью и погодой. За изменениями поступления влаги и тепла следуют другие реакции растений. При рассмотрении и изучении взаимосвязей необходимо учитывать наблюдающиеся тенденции.

#### Анализ оптимальности года по водному режиму

Кроме осадков, температур нами проанализировано водопотребление ярового тритикале за вегетационный период. На рис. 5 показана его связь с конечным урожаем. Она близка к параболической зависимости, в годы с большим урожаем водопотребление было выше. Очевидно, это следует из характеристик лет относительно многолетия: величина осадков в исследуемые годы за вегетационный период была средней и меньше средней, сумма температур за вегетационный период была средней и выше тренда, т.е.



**Рис.5. Зависимость урожайности ярового тритикале от водопотребления за период посев-созревание**

в исследуемые годы растения испытывали потребность во влаге. И год из исследуемых с наибольшими ресурсами воды (2005) дал наибольший урожай. Другими словами, урожайность в 2001-2005 гг. в значительной степени определялась тем, достаточно ли воды растениям в течение вегетационного периода. Е.С.Уланова [6] также указывает на определяющее значение влагообеспеченности в формировании урожая. В научной литературе приводятся связи урожайности яровых культур

с величиной влагообеспеченности посевов, под которой понимается отношение фактически израсходованной почвенной влаги к количеству влаги, которое требовалось в текущем году по условиям погоды.

Из исследуемых лет максимальная урожайность ярового тритикале была получена в 2005 г., ярового ячменя – в 1987 г. Можно предположить, что в эти годы водный и тепловой режимы складывались если не оптимальным, то наиболее из всех лет близким к оптимальному образом. И суммы осадков были достаточные, и распределение осадков в течение вегетационного периода было приближенным к оптимальному. Если сравнить водный и тепловой режимы этих и остальных лет, можно получить критерии оценки благоприятности лет для выращивания яровых культур. Анализ водообеспеченности за 2001-2005 гг. выполнен по данным измеренной влажности почвы в основные фазы развития ярового тритикале в течение вегетационного периода. При рассмотрении водного режима за другие годы (1964-2000) на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства можно оперировать только осадками (табл.1).

**Таблица 1. Распределение осадков в 2005 и 1987 гг. в сравнении со среднемноголетним распределением осадков, мм, за те же периоды**

Период	Сумма осадков, мм				
	среднемного- летняя, 1964- 2005 гг.	2005 г.	отношение 2005 г. к среднемно- голетней	1987 г.	отношение 1987 г. к среднемно- летней
1 января -10 апреля	109	100,9	0,92	86,1	0,79
1 октября - посев	250	240,2	0,96	156,7	0,63
11 апреля - 04 мая	32	48,6	1,52	18,3	0,57
5 мая - 25 мая	36	90,9	2,55	54,6	1,53
26 мая - 14 июня	51	10,0	0,20	126,1	2,47
15 июня - 30 июня	41	13,5	0,33	18,0	0,44
01 июля - 17 августа	115	155,0	1,35	79,5	0,69

Для анализа взаимосвязей водного режима с формированием урожайности определены средние продолжительности и средние даты начала фаз развития ярового тритикале. Рассмотрена изменчивость водного и теплового фактора по периодам и фазам развития данной культуры.

Приведенные в табл.1 данные демонстрируют, какие периоды в течение года оказывают наибольшее влияние на урожайность. Существенным образом сказались на увеличении урожайности значительное количество (в 2-3 раза выше средних) осадков в критические периоды развития растений (май – июнь).

Анализ режима осадков других лет показал, что высокие уровни урожайности характерны для лет, когда водный режим был достаточным, а в критические фазы и не-

много избыточным для наблюдавшегося теплового режима. Возможные благоприятные по распределению осадков варианты: 1) осадки приближаются к среднегодовым величинам и распределению, но температуры не очень жаркие и растениям для развития влаги достаточно; 2) если с весны достаточно влаги и ее хватает на продолжительный период, то требуются только значительное выпадение осадков в критические фазы роста растений и равномерное, не избыточное их количество в другие фазы; 3) запасы весенней влаги недостаточны, но распределение и величины осадков в течение вегетации позволяют компенсировать весенний недостаток влаги.

Закономерно возникает вопрос: как часто водный режим формируется удачным для растений образом? Идентичных 1987 и 2005 гг. по выпадению осадков среди 1964-2007 гг. нет. Даже с такими диапазонами сумм осадков, как в 2001-2005 гг., оказалось всего два года из 42 рассматриваемых. Они подтвердили наши наблюдения.

Мы вынуждены сравнивать годы другим способом. Выделили годы с благоприятным, как описано выше, распределением осадков по периодам года, и подсчитали, сколько было таких лет. Всего оказалось 13 лет из 19 (мы рассматривали только последние десятилетия, когда наблюдается прямая связь между количеством осадков мая-июня и урожайностью, см. рис. 4,в). Высокие урожаи ячменя были получены во все эти годы, они составили 0,7-1,0 от максимального на данном опытном поле, полученного в 1987 г. Таким образом, наши подходы подтверждаются опытными данными. Следует подчеркнуть, что выводы верны для конечного диапазона условий: водного режима, типа почв и т.д. Изменение условий потребует проверки, возможно, корректировки или уточнения зависимостей.

Есть еще один важный момент – режим питания растений, который является одним из основных регулируемых факторов. Заметим, что выводы справедливы для конкретных рассмотренных уровней питания. Снижение урожайности между вариантами без азота и с полным удобрением по яровому тритикале за 2001-2005 гг. приведены в табл.2.

**Таблица 2. Снижение урожайности ярового тритикале в годы с разным водным режимом**

Год	Урожайность		Снижение урожайности
	контроль	N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>120</sub>	
2001	35	41,6	-0,16
2002	35,3	56,3	-0,37
2003	24,1	41,1	-0,41
2004	40,5	55,3	-0,27
2005	38,6	65,4	-0,41

Наибольшим по относительному значению оказалось снижение в год с самым высоким урожаем (2005) и в год с засухой в июне (2003), или другими словами, в самый благоприятный и самый неблагоприятный годы. По предварительным оценкам средняя разница между вариантом урожая ячменя без удобрений и вариантом с внесением азота в благоприятные по водному режиму годы составляет 11 %, в неблагоприятные – 19 %.

### **Выводы**

На антропогенно-преобразованных торфяных почвах подтверждены установленные ранее на других почвах закономерности влияния факторов тепло- и влагообеспеченности в ходе вегетации на урожайность ярового тритикале.

Осадки и температуры в ходе вегетационного периода, как характеристики влаго- и теплообеспеченности, можно использовать только для приближенной оценки года.

В качестве наилучшего фактора, характеризующего тепло- и влагообеспеченность вегетационного периода в Полесье, целесообразно использовать комплексную характеристику – суммарное водопотребление, показавшее наиболее тесную статистическую связь с урожайностью ярового тритикале.

### **Литература**

1. Ламан, Н. А. Биолого-экологические основы формирования высокопродуктивных ценозов хлебных злаков: технологические аспекты / Н. А. Ламан, В. Н. Прохоров // Весці акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь. – 1999. – № 2. – С. 33-39.
2. Лихацевич, А. П. Модель влияния регулируемых факторов окружающей среды на урожайность сельскохозяйственных культур. / А. П. Лихацевич // Мелиорация переувлажненных земель. – 2004. – № 2(52). – С. 123-143.
3. Лихацевич, А. П. Влияние влаго- и теплообеспеченности на продолжительность фенологических фаз развития и урожайность ярового тритикале. / А. П. Лихацевич, Н. Н. Семеновко, Е. И. Волкова, В. А. Журавлев // Мелиорация переувлажненных земель. – 2007. – № 1(57). – С. 39-46.
4. Волкова, Е. И. Связь урожайности с тепловлагообеспеченностью по фазам развития сельскохозяйственных культур. / Е. И. Волкова // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – № 2(56). – С. 85-93.
5. Мееровский, А. С. Устойчивость продуктивности зерновых культур в агроландшафте с торфяными почвами. / А. С. Мееровский, Н. М. Авраменко, В. И. Постыка, В. П. Трибис // Земляробства ахова раслін. – 200. – № 6(55). – С. 50-52.
6. Уланова, Е. С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. / Е. С. Уланова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 302 с.

### **Summary**

#### ***Volkova E., Semenenko N. Influence of Weather Conditions on the Formation of Crop Yield of Spring Triticale on Peat-Mineral Soils of Polesie***

Analyzed: water demand of spring triticale during the period of vegetation on peat-mineral soil in 2001-2005. Demonstrated: total water demand as a complex characteristic of heat and water provision for the period of vegetation in Polesie can be used as a factor of influence to productivity of spring crops. Given: dependences of spring crops productivity on research field from total precipitation during the period of vegetation, described: tendencies observed in long-term series of precipitation and temperature of Polesie station.

Поступила 7 февраля 2008 г.