

КОРРЕЛЯТИВНАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ КЛИМАТА И УРОВНЕМ РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

CORRELATIVE LINK BETWEEN CLIMATE PARAMETERS AND THE LEVEL OF THE DEVELOPMENT OF WINTER WHEAT DISEASES

Вронских М.Д.

Научно-исследовательский институт полевых культур
«Селекция»,
мун.Бэлць, РМ
E-mail: selectia3@mail.com

С целью формирования информационной базы для прогноза развития болезней с/х культур, в частности, озимой пшеницы, был проведен корреляционный анализ связей между основными метеоданными (температуры, осадки, ГТК) и уровнем развития и основных заболеваний озимой пшеницы (бурая ржавчина, мучнистая роса, корневые гнили и фузариоз колоса) за 36-летний период (1972–2007 годы). Исходные многолетние метеоданные («Молдгидрометео» и метеостанции НИИ полевых культур «Селекция») были так же структурированы по 3 почвенно-климатическим регионам Молдовы, подвергнуты математической обработке (кластерный и системный анализ и т.п.). Аналогичной обработке были подвергнуты и данные ежегодных обследований республиканской станции защиты растений и лаборатории защиты растений НИИ полевых культур «Селекция» за этот же период. В результате было установлено наличие достоверной корреляционной связи между сезонными параметрами температур воздуха (в основном, отрицательная), объемами атмосферных осадков и ГТК (преимущественно, положительная) с уровнем развития болезней озимой пшеницы (по критерию процент распространения возбудителей заболеваний и по проценту пораженных растений). Рассчитанные коэффициенты уровня корреляции между этими объектами являются необходимой информационной основой для прогнозов развития болезней (годовых, сезонных и оперативных), в т.ч. и на электронных носителях. Кроме того, проведена оценка последствий для фитосанитарной ситуации на посевах озимой пшеницы для 2 возможных сценариев: последующее потепление климата до 10,5–11,5 °C (снижение уровня развития для бурой ржавчины, фузариоза колоса, а также корневых гнилей (но, наоборот — повышением процента пораженных растений); возможное похолодание климата до 8,0–8,9 °C (акцентированное усиленное развитие бурой ржавчины и фузариоза колоса, а также корневых гнилей, но снижением уровня поражения растений), кроме того прогнозируется умеренное усиление развития мучнистой росы.

Ключевые слова: корреляция, температура воздуха, атмосферные осадки, ГТК (гидротермический коэффициент), бурая ржавчина, мучнистая роса, корневые гнили, фузариоз колоса.

Для цитирования: Вронских М.Д. КОРРЕЛЯТИВНАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ КЛИМАТА И УРОВНЕМ РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ. Аграрная наука. 2019; (6): 148–153.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-148-153>

Колебания значений параметров климата, наиболее выраженные в последние 35–40 лет, сопровождаются не только нестабильным характером уровня продуктивности с.-х. культур, но и существенными изменениями в структуре их агроценозов, в особенности вредных видов (вредители, возбудители болезней, сорные растения и т.п.).

В предлагаемой работе сделана попытка на основе анализа многолетних метеоданных (1945–2015 годы)*

Vronskih M.D.

Research Institute of Field Crops "Selectia"
E-mail: selectia3@mail.com

In order to form an information base for predicting the development of diseases of agricultural crops, in particular, winter wheat, a correlation analysis was made of the links between the main meteo-data (temperature, precipitation, SCC) and the level of development and major diseases of winter wheat (brown rust, powdery mildew, root rot and spike fusarium) for a 36-year period (1972–2007). The original long-term meteo-data ("Moldgidrometeo" and meteorological stations of the Research Institute of Field Crops "Selectia") were also structured in 3 soil-climatic regions of Moldova, subjected to mathematical processing (cluster and system analysis, etc.). The data of annual surveys of the republican plant protection station and the plant protection laboratory of the Research Institute of Field Crops "Selectia" for the same period were subjected to similar processing. As a result, a reliable correlation was established between the seasonal parameters of air temperature (mainly negative), precipitation volumes and SCC (mostly positive) with the level of development of winter wheat diseases (by the criterion of the percentage of occurrence of pathogens and the percentage of affected plants). The calculated coefficients of the level of correlation between these objects are the necessary information basis for the prognosis of the development of diseases (annual, seasonal and operational), including and on electronic media. In addition, an assessment was made of the consequences for the phytosanitary situation on winter wheat sowings for 2 possible scenarios: subsequent climate warming up to +10.5 ... + 11.5 °C (decrease in the level of development for brown rust, ear fusarium, and root rot (but, on the contrary, an increase in the percentage of affected plants); a possible cooling of the climate to +8.0 ... + 8.9 °C (accented enhanced development of brown rust and fusarium ear, as well as root rot, but a decrease in the level of plant damage), in addition a moderate increase in the development of powdery mildew is predicted.

Key words: air temperature, precipitation, HTC, brown rust, root rot, ear fusarium.

For citation: Vronskih M.D. CORRELATIVE LINK BETWEEN CLIMATE PARAMETERS AND THE LEVEL OF THE DEVELOPMENT OF WINTER WHEAT DISEASES. Agrarian science. 2019; (1): 148–153. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-148-153>

и данных мониторинга динамики уровня распространения, а также процента пораженных растений озимой пшеницы за 35-летний период (1972–2007 годы)** определить параметры, необходимые для разработки прогнозов (долгосрочных, годовых, сезонных и др.) развития возбудителей основных заболеваний этой культуры.

В целом были проведены расчеты по 25 видам заболеваний и 36 видам вредителей 6 основных с.-х. культур.

*) были использованы официальные данные «Молдгидрометео» и метеостанции НИИ полевых культур «Селекция» за этот период.

**) были использованы исходные данные ежегодных мониторингов Республиканской станции защиты растений и данные лаборатории защиты растений НИИ полевых культур «Селекция» за период 1972–2007 гг.

Основной объем этих материалов был опубликован в предыдущие годы (Вронских М.Д., 2011). В настоящей работе приведены в качестве примера данные по болезням зерновых колосовых культур, проведенные с целью «селекции» определенных индексов метеопозказателей, обладающих наиболее выраженной коррелятивной связью (положительной, или отрицательной), пригодных для разработки прогнозов развития возбудителей этих заболеваний. Влияние антропогенных факторов селекции сортов на иммунитет, совершенствование технологий возделывания культуры в данной работе не рассматривали.

В работе использовали различные методы обработки статистических и экспериментальных данных (кластерный анализ, корреляционный анализ, анализ биологических систем и т.п.).

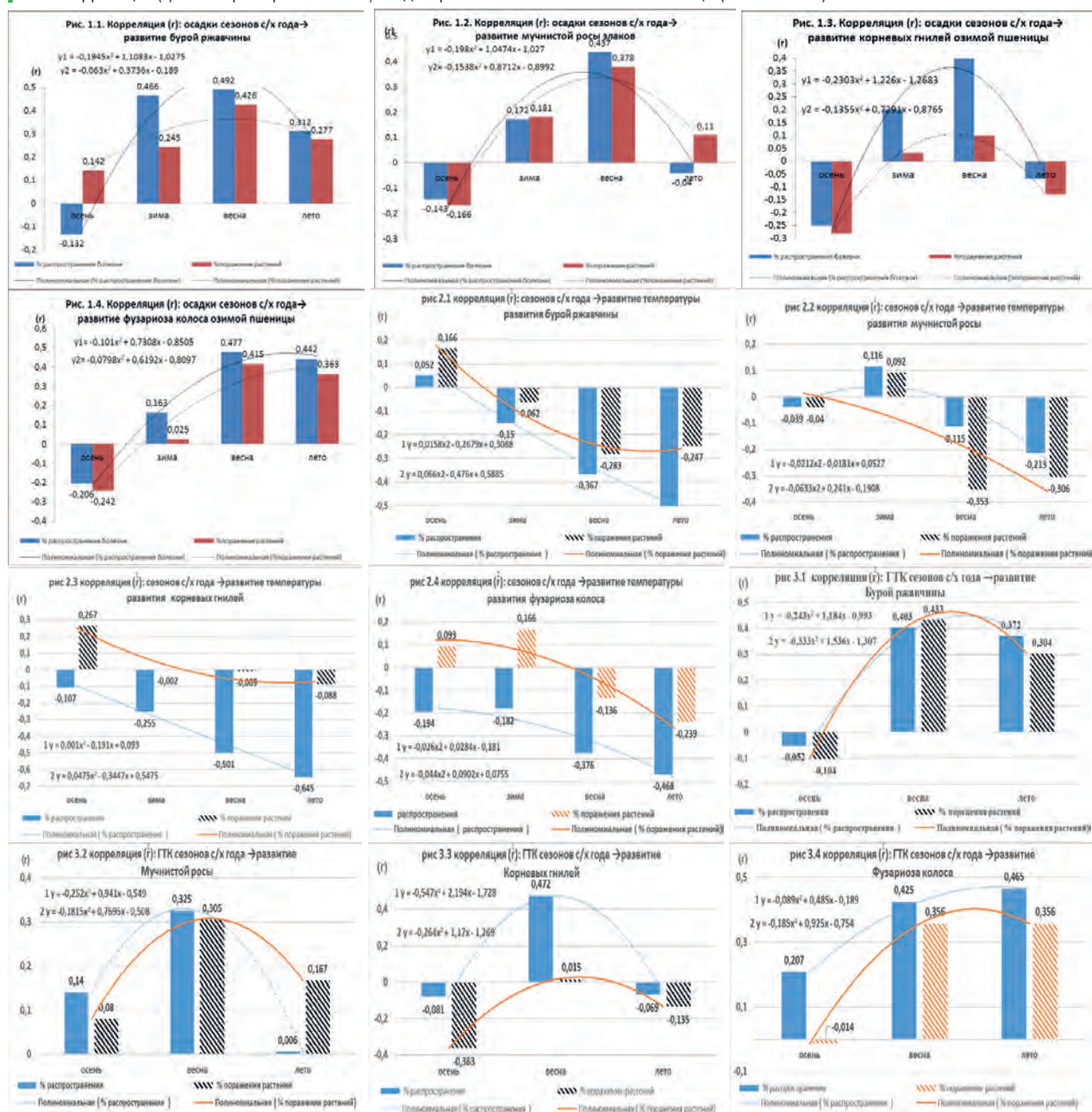
Реакция возбудителей болезней зерновых культур на колебания объемов сезонных осадков (по критерию уровня распространения болезни) (рис. 1.1–1.4).

- наиболее высокие значения коэффициентов корреляции (r) между уровнем распространения болезни и объемами сезонных осадков были характерны для возбудителей бурой ржавчины и фузариоза колоса и менее всего — для мучнистой росы (кроме весенних объемов). Среднегодовые объемы осадков наиболее акцентировано коррелировали (положительно) с фузариозом колоса (+0,381 ед.).

- возбудители всех изученных заболеваний продемонстрировали наиболее высокие значения положительной корреляции с объемами весенних осадков (r от +0,398 до +0,477 ед.), несколько меньше — с объемами летних осадков (r от +0,312 до +0,442 ед.), еще ниже с объемами зимних осадков (r от +0,163 до +0,406 ед.), но отрицательную корреляцию — с осенними объемами (r от -0,132 до -0,247 ед.).

- таким образом, общая тенденция динамики уровня влияния сезонных объемов осадков определялась возрастающей кривой, начиная с осенних объемов до

Рис. Корреляция (r): метеофакторы сезонов с/х года и развитие болезней озимой пшеницы (1972–2007гг.)



объемов осадков весны и умеренным снижением — для осадков летнего сезона, определяемых общими формулами: $y_1 = 0,1945x^2 + 1,083x - 1,0275$ (1), для бурой ржавчины: $y_2 = 0,198x^2 + 1,0474x - 1,027$ (2) — для мучнистой росы; $y_3 = -0,230x^2 + 1,226x - 12683$ (3) — для корневых гнилей, а также: $y_4 = -0,0798x^2 + 0,619x - 0,8097$ (4) — для фузариоза колоса.

а) особенности реакции возбудителей болезней зерновых культур на динамику сезонных объемов осадков (по критерию процент пораженных растений (рис. 1.1–1.4).

- наиболее высокие значения коэффициентов положительной корреляции между уровнем поражения растений болезнями и уровнем увлажнения сезонов с/х года были зарегистрированы также для объемов весенних осадков в т.ч.: $r = +0,318...+0,426$ ед. — для мучнистой росы, фузариоза колоса и бурой ржавчины, но только $-0,077$ ед. — для корневых гнилей.

- осадки летнего сезона характеризовались менее выраженным положительным влиянием, чем весенние осадки на развитие всех заболеваний, в т.ч.: $r = +0,100...+0,363$ ед. — для мучнистой росы, бурой ржавчины и фузариоза колоса, но отрицательной ($r = -0,190$ ед.) — для корневых гнилей.

- отрицательная корреляция между значениями осенних объемов осадков и процентом пораженных растений была характерна для возбудителей всех изучаемых заболеваний (кроме бурой ржавчины $+0,142$ ед.), но наиболее выраженной она оказалась для корневых гнилей ($r = -0,286$ ед.);

- менее акцентированной (но положительной) оказалась корреляция с объемами осадков зимнего сезона ($r = +0,250...+0,245$ ед.), причем менее всего выраженной — для фузариоза колоса ($+0,0250$ ед.);

- корреляция со среднегодовыми объемами осадков оказалась положительной ($r = +0,186...+0,511$ ед.) для всех возбудителей болезней, кроме корневых гнилей ($r = -0,190$ ед.).

Формулы для определения трендов изменения этих индексов имели вид: $y_1 = 0,0639x^2 + 0,3736x - 0,189$ (1) — для бурой ржавчины; $y_2 = -0,1538x^2 + 0,872x - 0,8902$ (2) — для мучнистой росы; $y_3 = 0,1298x^2 + 0,6981x - 0,8478$ (3) — для корневых гнилей; $y_4 = -0,0798x^2 + 0,619x - 0,8097$ (4) — для фузариоза колоса.

Реакция возбудителей болезней зерновых культур на колебания значений сезонных температур (по критерию уровень распространения болезни) (рис. 2.1–2.4).

Реакция возбудителей всех болезней на повышающие значения температур сезонов (и среднегодовых также) оказалась отрицательной (за исключением температур осени для бурой ржавчины $(+0,052$ ед.), а также зимних температур $(+0,11$ ед.) — для мучнистой росы.

Наиболее выраженная отрицательная корреляция между температурами и уровнем распространения возбудителей болезней была характерна для летнего сезона ($r = \text{от } -0,213 \text{ до } -0,645$ ед.) и несколько сниженной ($r = -0,153...-0,501$ ед.) — для весеннего сезона.

- менее значимыми были коэффициенты отрицательной корреляции между уровнем распространения болезней и температурами осеннего и зимнего сезонов ($r = \text{от } -0,079 \text{ до } -0,205$ ед., а также: $r = \text{от } -0,150 \text{ до } -0,255$ ед. — соответственно).

- реакция на среднегодовые температуры колебалась в интервале: от $-0,075$ ед. (мучнистая роса) до $-0,533$ ед. (корневые гнили).

- для возбудителей всех заболеваний оказался характерным тренд последовательного увеличения значений коэффициентов отрицательной связи (в пределах с/х года) от осеннего к летнему сезону.

Формулы для расчетов имели следующий вид: $y_1 = 0,0158x^2 - 0,2679x + 0,3088$ (1) — для бурой ржавчины; $y_2 = 0,0538x^2 + 0,1897x - 0,1433$ (2) — для мучнистой росы; $y_3 = 0,001x^2 - 0,191x + 0,093$ (3) — для корневых гнилей; $y_4 = -0,025x^2 + 0,0284x - 0,181$ (4) — для фузариоза колоса.

а) Реакция возбудителей болезней зерновых культур на колебания значений сезонных температур (по критерию процент пораженных растений) (рис. 2.1–2.4).

- как и по критерию уровень распространения болезни, подтвердилось наиболее выраженное отрицательное влияние температур весеннего сезона (за исключением фузариоза колоса), которое оценивалось в интервале: $r = \text{от } -0,090 \text{ до } -0,353$ ед., а также несколько сниженными индексами — для летних температур ($r = -0,088 \text{ до } -0,306$ ед.). Как и в предыдущем случае, для фузариоза колоса закономерность оказалась обратной: значения коэффициента корреляции с температурами летнего сезона оказались значительно выше: $r = -0,239$ по сравнению с $r = -0,11$ ед. (для весеннего сезона).

- отрицательная корреляционная связь оказалась менее выраженной между температурами зимнего сезона и процентом пораженных растений ($r = \text{от } -0,20 \text{ до } -0,063$ ед.) для возбудителей большинства заболеваний, но положительной ($r = +0,106$ ед.) — для фузариоза колоса.

- положительной была зарегистрирована корреляция между температурами осеннего сезона и процентом пораженных растений ($r = \text{от } +0,093 \text{ до } +0,267$ ед.), за исключением возбудителя мучнистой росы ($r = -0,044$ ед.).

- среднегодовые температуры обладали отрицательной корреляционной связью с процентом пораженных растений ($r = \text{от } -0,037 \text{ до } -0,275$ ед.), за исключением возбудителей корневых гнилей, где этот показатель оказался положительным ($r = +0,103$ ед.), но невысокого уровня достоверности.

- аналогично, как и по критерию уровень распространения болезни, был зарегистрирован тренд последовательного увеличения значений отрицательной корреляции (в пределах с.-х. года) от осеннего к летнему сезону.

Расчеты трендов изменения значений этого индикатора проводились по следующим формулам: $y_1 = 0,0663x^2 - 0,4778x + 0,5893$ (1) — для бурой ржавчины; $y_2 = 0,0238x^2 - 0,2235x + 0,1818$ (2) — для мучнистой росы; $y_3 = 0,0723x^2 - 0,4748x + 0,6623$ (3) — для корневых гнилей; $y_4 = -0,049x^2 + 0,1172x + 0,0505$ (4) — для фузариоза колоса.

Реакция возбудителей болезней зерновых культур на колебания значений ГТК:

а) по критерию уровень распространения болезни (рис. 3.1–3.4).

- отмечено наиболее акцентированная положительная реакция возбудителей болезней на повышающиеся значения ГТК весеннего сезона ($r = +0,305...+0,472$ ед.), а также более умеренная — для значений ГТК летнего сезона ($r = +0,006 \text{ до } +0,372$ ед.), за исключением фузариоза колоса ($r = +0,465$ ед.), с превышением индекса зарегистрированного для весеннего сезона ($r = +0,425$ ед.).

- значения ГТК осеннего сезона сопровождалась положительной корреляцией с уровнем распространения

возбудителя мучнистой росы ($r = +0,140$ ед.) и фузариоза колоса ($r = +0,207$ ед.), но отрицательной — для бурой ржавчины ($r = -0,052$ ед.) и мучнистой росы ($r = -0,051$ ед.).

- среднегодовые значения ГТК сопровождалось наиболее последовательными и акцентированными значениями коэффициентов корреляции для всех изучаемых заболеваний в интервале: $r = +0,259$ до $+0,572$ ед.

- для развития бурой ржавчины наиболее выраженная коррелятивная положительная связь была характерна для среднегодовых значений ГТК ($r = +0,526$ ед.), для ГТК весеннего ($r = +0,403$ ед.) и летнего сезонов ($r = +0,372$ ед.), при низком уровне отрицательной корреляции с ГТК осеннего сезона ($r = -0,052$ ед.).

- для возбудителя мучнистой росы была отмечена четко выраженная положительная корреляционная зависимость от значений ГТК весеннего сезона ($r = +0,325$ ед.), но сниженные значения — для ГТК осеннего ($r = +0,140$ ед.) и еще более сниженные — для летнего сезона ($r = +0,006$ ед.), при $r = +0,305$ ед. ГТК в среднем за с/х год:

- еще более разительная дифференциация между показателями ГТК сезонов года и реакцией возбудителей была отмечена для корневых гнилей: $r = +0,472$ ед. — для ГТК весеннего сезона, но отрицательная — для ГТК летнего ($r = -0,069$ ед.) и осеннего сезонов ($r = -0,081$ ед.).

- четко выраженная положительная корреляционная связь была характерна между значениями ГТК сезонов с/х года и развитием возбудителей фузариоза колоса, в т.ч.: $r = +0,465$ ед. — для летнего, $r = +0,425$ ед. — весеннего и $r = +0,207$ ед. для осеннего сезонов.

- наиболее высокий уровень коррелятивной связи между среднегодовыми значениями ГТК и развитием возбудителей болезней зерновых колосовых культур был характерен для фузариоза колоса ($r = +0,572$ ед.), бурой ржавчины ($r = +0,526$ ед.), мучнистой росы ($r = +0,305$ ед.) и корневых гнилей ($r = +0,259$ ед.).

Тренды изменения значений этого индикатора определялись по формулам: $y_1 = 0,2437x^2 + 1,184x + 0,993$ (1) — для бурой ржавчины; $y_2 = 0,254x^2 + 0,941x - 0,519$ (2) — для мучнистой росы; $y_3 = 0,547x^2 + 2,194x - 1,728$ (3) — для корневых гнилей; $y_4 = -0,089x^2 + 0,485x - 0,189$ (4) — для фузариоза колоса.

б) по критерию процент пораженных растений (рис.3.1–3.4):

- аналогичным образом, по критерию процент пораженных растений было зарегистрировано наиболее акцентированная положительная корреляция со значениями ГТК весеннего сезона для возбудителей всех болезней ($r = +0,015$ до $+0,433$ ед.).

- несколько сниженными оказались индексы этого коэффициента со значениями ГТК летнего сезона, с тем исключением, что эти параметры для корневых гнилей опустились до отрицательного уровня ($-0,135$ ед.), а для фузариоза колоса они, наоборот — оказались даже несколько выше, чем для ГТК весеннего сезона ($r = +0,356$ против: $r = +0,340$ ед.).

- коэффициенты корреляции процента пораженных растений со значениями ГТК осеннего сезона оказались отрицательными, но невысокого уровня достоверности ($r = -0,0140$ до $-0,143$ ед.), за исключением этого индикатора для мучнистой росы ($r = +0,080$ ед.)

- повышающиеся среднегодовые значения ГТК сопровождалось положительной корреляцией с фитопатогенами всех болезней (от $r = +0,357$ до $+0,386$ ед.), за исключением корневых гнилей ($r = -0,143$ ед.).

- для возбудителя бурой ржавчины была зарегистрирована высокого уровня положительная корреляционная связь со значениями ГТК весеннего сезона: ($r = +0,433$ ед.), несколько сниженная ($r = +0,304$ ед.) — с ГТК летнего сезона и умеренная, но отрицательная ($r = -0,124$ ед.) — с ГТК осеннего сезона.

- аналогичная ситуация была зарегистрирована и для возбудителя мучнистой росы: $r = +0,315$ ед. — для ГТК весеннего сезона, но только: $r = +0,167$ ед. — для ГТК летнего и $r = +0,080$ ед. — для ГТК осеннего периодов.

- для возбудителей корневых гнилей, аналогичная закономерность связи между ГТК сезонов с/х года была размещена в зоне отрицательных коррелятивных связей $r = -0,363$ ед. — для ГТК осеннего сезона, но несущественная: и $r = +0,015$ ед. — для весеннего и $r = -0,135$ ед. — для ГТК летнего сезона.

- положительная корреляция связь между возбудителями фузариоза и ГТК весеннего сезона ($r = +0,340$ ед.) сопровождалась несколько более высоким индексом для ГТК летнего сезона ($r = +0,356$ ед.) и отрицательной (но низкого уровня достоверности $r = -0,014$ ед.) — с ГТК осеннего сезона.

- среднегодовые значения ГТК сопровождалось положительной корреляционной связью с возбудителями бурой ржавчины ($r = +0,386$ ед.), фузариоза колоса ($r = +0,367$ ед.) и мучнистой росы ($r = +0,353$ ед.), но отрицательной — с возбудителями корневых гнилей ($r = -0,143$ ед.).

Формулы для расчетов динамики этих закономерностей имели следующий вид: $y_1 = -0,333x^2 + 1,536x + 1,307$ (1) — для бурой ржавчины; $y_2 = 0,1815x^2 + 0,7695x - 0,508$ (2) — для мучнистой росы; $y_3 = 0,264x^2 + 1,17x - 1,269$ (3) — для корневых гнилей; $y_4 = -0,185x^2 + 0,925x - 0,754$ (4) — для фузариоза колоса.

Таким образом, для разработки сезонных прогнозов развития этих заболеваний необходимо располагать динамикой изменений многолетних метеоданных (по крайней мере, не менее 32–35 лет), в т.ч. и по значениям ГТК:

а) по индикатору уровень распространения болезни:

- для бурой ржавчины: ГТК весеннего и летнего сезонов и среднегодовыми значениями этого индикатора;
- для мучнистой росы и корневых гнилей: ГТК весеннего сезона и среднегодовыми значениями этого индикатора;

- для фузариоза колоса: ГТК весеннего и летнего сезонов и среднегодовыми значениями в т.ч. по критерию процент пораженных растений;

б) по критерию процент пораженных растений:

- для бурой ржавчины: ГТК весеннего и летнего сезонов и среднегодовые индексы;

- для мучнистой росы: ГТК весеннего сезона и среднегодовые параметры;

- для корневых гнилей: ГТК осеннего сезона (отрицательная связь);

- для фузариоза колоса: ГТК весеннего и летнего сезонов и среднегодовые значения этого индикатора.

В итоге, из огромного объема метеопараметров были определены (выделены) наиболее значимые из них, обладающие акцентированным влиянием на возбудителей отдельных заболеваний озимой пшеницы, необходимые для математических расчетов в процессе разработки прогнозов развития этих патогенов.

В качестве факторов многолетнего прогноза развития и распространения заболеваний озимой пшеницы в связи с ожидаемым глобальным потеплением была определена специфика и тренды влияния динамики

среднегодовых и сезонных температур за 36-летний период (1972–2008 гг.):

- динамика повышающихся среднегодовых температур сопровождалась снижением значений уровня распространения, определяемых трендами: (в расчете за каждый +1,0 °C): -9,34% — для бурой ржавчины; -2,02% — для мучнистой росы; -8,15% — для корневых гнилей и -9,13% — для фузариоза колоса. По критерию процент пораженных болезней эти индексы имели следующий вид: -4,25%; -3,52%; +0,32% и -0,7% — соответственно.

- динамика повышающихся температур различных сезонов с/х года сопровождалась более разнообразным влиянием, в т.ч. (за каждый +1,0 °C):

- а) Была определена оптимальная температура осеннего сезона (+9,3 °C), превышение которой провоцировало изменение индексов развития болезней: для бурой ржавчины: +36,4% (в дооптимальном интервале: от +8,8 до +9,3 °C) и -16,8% — в пстооптимальной зоне, для мучнистой росы: +33,6% и -21,5%; для корневых гнилей: +30,8% и -23,5% и для фузариоза колоса: +13,8% и -18,9% — соответственно (по критерию процент распространения болезни).

- б) По индикатору процент пораженных растений была зарегистрирована следующая закономерность: для бурой ржавчины: +27,2% (в дооптимальной зоне) и -3,1% — в пстооптимальном интервале; для мучнистой росы: +24,8% и -15,9%, соответственно. Уровень пораженных растений корневыми гнилями возрастал последовательно по +1,53% за каждый +1,0 °C. Оптимальная точка для развития фузариоза колоса определялась при +10,01 °C и сопровождалась усилением развития +3,08% (за +1,0 °C) в дооптимальной зоне (+8,8...+10,0 °C), но -4,0% (за +1,0 °C) — в пстооптимальной зоне.

- в) Реакция возбудителей этих заболеваний на динамику колебаний температур зимнего сезона также определила оптимальную точку (-3,83 °C), вследствие чего прогнозируемое изменение уровня распространения болезней имело следующий вид: +13,5% (в дооптимальной зоне) и -5,12% (в пстооптимальном интервале) — для бурой ржавчины, +16,25% и -1,16% — для мучнистой росы; +16,6% и -4,88% — для корневых гнилей, а также: -10,35% и +3,89% — для фузариоза колоса — соответственно.

По критерию процент пораженных растений эта закономерность описывалась как: +8,26% в дооптимальной зоне и -2,34% (за +1,0 °C) — в пстооптимальном интервале — для бурой ржавчины; +3,48% и -0,94% — для мучнистой росы; +0,35% и -0,24% — для корневых гнилей; +1,02% и -1,61% — для фузариоза колоса*, соответственно.

- г) Повышающиеся температуры весеннего сезона обладали односторонним отрицательным влиянием на развитие изученных заболеваний (кроме процента пораженных растений корневыми гнилями и процента распространения бурой ржавчины). Так, уровень распространения бурой ржавчины (оптимум: +8,67 °C) в дооптимальной зоне умеренно увеличивался (+1,78%

за +1,0 °C), а пстооптимальном интервале, наоборот — снижался в темпе: -16,72% (за +1,0 °C). Этот индикатор последовательно (и обратно пропорционально) снижался, в т.ч.: -4,50% (за +1,0 °C) — для мучнистой росы, -11,99% — для корневых гнилей и — 7,97% (за +1,0%) — для фузариоза колоса. По критерию процент пораженных растений также было зарегистрировано обратно пропорциональное снижение индексов, в т.ч.: -9,4% (за +1,0 °C) — для бурой ржавчины -7,33% — для мучнистой росы и -0,68% (за +1,0 °C) — для фузариоза колоса. Для корневых гнилей в дооптимальной зоне (+8,10C...+8,67 °C) было зарегистрировано повышение значений (+0,89% за +1,0 °C), а затем (в пстооптимальной зоне), наоборот — снижение: -0,28% (за +1,0 °C).

- д) Обратно пропорциональная реакция возбудителей всех заболеваний на повышающиеся температуры летнего сезона по проценту распространения оценивалась как: -36,27% (в расчете за +1,0 °C) — для бурой ржавчины; -4,29% — для мучнистой росы; -22,8% — для корневых гнилей и -15,7% — для фузариоза колоса. При этом, для бурой ржавчины наиболее существенное падение значений (-74,5% за +1,0 °C) было зарегистрировано в зоне повышения температур наиболее холодных сезонов (с +19,16 до +19,6 °C).

По проценту пораженных растений также было отмечено последовательное обратно пропорциональное снижение индексов всех заболеваний, в т.ч.: -12,8% (за +1,0 °C) — для бурой ржавчины; -7,62% — для мучнистой росы; -0,53% — для корневых гнилей и -2,11% — для фузариоза, соответственно. Также было зарегистрировано наиболее акцентированное падение значений (-30,22% за каждый +1,0 °C) в дозе повышающихся температур наиболее холодных сезонов (с 19,16 до 19,6 °C).

Таким образом, прогнозируемое дальнейшее потепление климата в Молдове (сценарий 1) будет иметь своим следствием и снижение объемов осадков ($r = -0,320$ ед.), а совместное их влияние с температурами воздуха будет оцениваться трендами снижения:

- а) развития бурой ржавчины (акцентированными, особенно в начальный период (с +8,4 до +9,9 °C);

- б) умеренными — для мучнистой росы на протяжении всего интервала изучаемых значений температур;

- в) существенным — для корневых гнилей по критерию уровень распространения болезни, но наоборот — увеличением индекса процент пораженных растений, особенно хорошо акцентированным под влиянием возрастающих температур осеннего сезона;

- г) существенным — для фузариоза колоса, особенно под влиянием температур весеннего и летнего сезонов.

Наоборот — возможное похолодание климата (сценарий 2) будет сопровождаться обратным закономерностями, в т.ч.:

- а) усиленное (акцентированное) развитие бурой ржавчины, особенно в начальный период;

- б) умеренным развитием мучнистой росы;

- в) усилением уровня распространения корневых гнилей, но снижением процента пораженных растений;

- г) существенным увеличением развития фузариоза колоса, особенно в конце весны — начале летнего сезона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Constantinov T., Nedelcov M., etc. „Evaluarea spațio-temporală a factorilor climaterici de risc”. Culeg. „Diminuarea impactului factorilor pedoclimaterici extremali asupra plantelor de cultură” AȘ RM, Chișinău, 2008.
2. Вронских М.Д. «Риски с/х производства и проблемы защиты растений Молдовы». Сб. „Materialele conferinței științifice Internaționale”, Bălți, 2009.
3. Вронских М.Д. «Изменение климата и риски с/х производства Молдовы» из-во „Grafema Libris”, Chișinău, 211, 560 стр.

ОБ АВТОРЕ:

Вронских М.Д., проф., член-корр. АН Молдовы

REFERENCES

1. Constantinov T., Nedelcov M., etc. „ Spatial and temporal assessment of risk climatic factors ”. Collected. "Decreasing the impact of extreme pedoclimatic factors on crop plants", AȘ RM, Chisinau, 2008.
2. Vronskikh MD "Risks of agricultural production and problems of plant protection in Moldova." Sat. "Materials of the International Scientific Conference", Bălți, 2009.
3. Vronskikh MD "Climate change and the risks of agricultural production in Moldova" due to Grafema Libris, Chișinău, 211, 560 pages.

ABOUT THE AUTHOR:

Vronskikh M.D., Prof., Corresponding Member Academy of Sciences of Moldova