УДК 001(066):63

ДЕВИАНТНОСТЬ РОЛИ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В АГРОБИОЦЕНОЗАХ С УЧЁТОМ РИСКОВ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ КЛИМАТИЧЕСКОЙ НОРМЫ

Перевертин К.А.

Центр паразитологии ФГБНУ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, perevertink@mail.ru

Ключевые слова: климатические риски, вредные организмы, земледелие

Полемика относительно объективности (достоверности) глобальных климатических изменений в последнее время не представляется продуктивной в отрыве от аграрных практик и в первую очередь – земледелия, где климатические риски имеют действительно критический характер. Речь идёт не только об «условно-приемлемых» отклонениях от климатической нормы, приводящих к недобору урожая на уровне десятков процентов. В последние десятилетия наблюдается частотное повышение рекордных отклонений (катастроф) иногда приводящих к почти полной гибели урожайной продукции и (или) неприемлемому снижению её качества. Кроме прямых факторов, влияющих на урожай – засухи, осадки в неблагоприятный период, заморозки и т.д., климатические условия определяют «аномалии» в развитии вредителей и болезней сельхозкультур – от катастрофических вспышек численности (плотности популяций) до расширения ареала.

Климатически обусловленные процессы трансформации систем хозяинно-паразитных отношений в агробиоценозе предлагается характеризовать тремя типами – качественные, количественные, интродукционные. Другими словами, существующие тенденции климатических изменений определяют следующие процессы:

1. Активизация присутствующих в ценозе вредных организмов. Изменения климата приводят к изменениям в структуре экосистем, в том числе и агробиоценозов. Иногда, например, в популяциях почвенных нематод наблюдается переход из рецедентов в субдоминанты, а то и доминирующие вредные организмы. А.А. Шестепёров указывает, что ранее хозяйственно-незначимые (фоновая вредоносность) фитогельминты рода *Helicotylenchus* при благоприятных климатических условиях, обеспечивающих урожайность зерновых свыше 40 ц/га становятся серьёзнейшей проблемой. Свекловичная цистообразующая нематода, ранее развивавшаяся в условиях региона Воронеж-Белгород в трёх генерациях (иногда регистрировалась редуцированная неполная 4-я генерация) теперь даёт 4 полноценные генерации, что быстро приводит к явлению «свеклоутомления почв» (Zuckerrubenmudigkeit) [3].

2. Расширение существующих ареалов вредных организмов. Наряду с участившимися миграционными «вспышками» расселения факультативных паразитов (азиатская саранча), наблюдается устойчивая тенденция к базовому

расширению ареалов вредных организмов. Математическое моделирование показывает по ряду сценариев неизбежность стремительного расширения ареалов от юга к северу России [1].

3. Акклиматизационная приемлемость интродукции новых карантинных вредных организмов. Климатические изменения предполагают возможность заноса, акклиматизации и необратимого расселения на территории РФ целого ряда вредных организмов, ранее не представлявших опасности [2]

Сложность существующей ситуации по климатическим рискам заключается в том, что: 1) существующие агротехнологии (неотъемлемой частью которых является защита растений), в том числе и такие прогрессивные, как АЛСЗ (адаптивно-ландшафтные системы земледелия) адаптированы для незначительных девиаций региональной климатической нормы и лишь косвенно и неэффективно учитывают климатические риски; 2) существующие модели климата для сельского хозяйства, к сожалению, во многих случаях имеют лишь ретроспективную адекватность.

Моделирование учёта климатических рисков в оптимизации агрономических решений с неотложным производственным внедрением безусловно повысит эффективность сельхозпроизводства. Рассмотренная нами ещё в 1987 году [3] с теоретических позиций и реализуемая теперь задача представляется не просто актуальной, но остро социально-востребованной**.** Впервые был предложен метод учёта климатических рисков, где (внешне парадоксально) собственно метеопрогнозирование объявляется вторичным (а в граничных условиях — даже необязательным). В качестве вероятностных входных переменных модели оптимизации агрономических решений недостоверные (условно) метеопрогнозы первично замещаются множеством (вполне достоверных) оценок метеорологически-детерминированных исходов игры (строго в рамках математической Теории игр) в предлагаемом формате А*vs*П (Агроном против «капризов» Природы). Вопрос – если метод эффективен, то почему он не был востребован и внедрён ранее, имеет простой ответ: — во-первых, не было (регионально-доступных) компьютеров соответствующей мощности; — во-вторых, повторим, внедрённые в последние десятилетия агротехнологии, скрупулёзно прописанные до технологических карт не имеют «запаса прочности» на фоне «рекордных» климатических рисков. Впрочем, за тысячелетия практики земледелия имеется достаточно даже документальных свидетельств интуитивного применения передовыми аграриями предлагаемого метода: «рискнуть» на части посевных площадей (сроками сева, глубиной заделки семян и т.д.), справедливо полагая климат изменчивым.

В основе метода лежит совместное применение известных разработок двух Нобелевских лауреатов – Д. Нэша (США) и Л.В. Канторовича (СССР) – Теории игр и Линейного программирования (ЛП). Формулировка задачи для двух игроков (Агронома и Природы) - определить стратегию гарантированно минимизирующую проигрыш (максимизирующую выигрыш). При этом «равновесие по Нэшу» (цена игры V) из уравнения превращается в нестрогое неравенство, т.к. Природа вряд ли будет злонамеренно придерживаться

оптимальной стратегии. Для примера рассмотрим агротехнический приём - ранний посев свёклы на заражённых нематодой площадях. Используется небольшая, но разница в нижних температурных порогах фенологического развития паразита и растения-хозяина. При оптимально низкотемпературной затяжной весне растения успевают миновать самые уязвимые ранние фенофазы (окрепнуть) ещё до агрессии спящего (пока) инвазионного начала. Но здесь решающую роль играют климатические риски — вероятные заморозки могут погубить молодые ростки, что при массовом выпаде чревато даже пересевом. Зато, если заморозков не случилось, выход урожая может значительно превышать варианты с безрисковым поздним посевом. В платёжную матрицу 2×2 теории игр (Таблица 1) сведены нормированные по единице исходы игры между А (агроном) и П (природа) по 2 стратегии у каждого игрока А (X_1- ранний посев, X_2- поздний, безрисковый посев), П ($У_1$ - заморозки, $У_2$ - отсутствие заморозков). Максимальный выигрыш А: a_{12}=1, максимальный проигрыш – a_{11}=0,7. Различие значений платёжной матрицы во второй строке - при позднем посеве (a_{21}=0,9; a_{22}=0,8) объясняется фенологией хозяинно-паразитных отношений условно для «холодной» и «тёплой» весны.

Таблица 1 Платежная матрица исходов игры Природа/Агроном.

Стратегия		
Агроном	Природа	
	Заморозки	Отсутствие заморозков
Ранний посев, X_1	a_{11}=0,7	a_{12}=1
Поздний посев, X_2	a_{21}=0,9	a_{22}=0,8

Оптимальное решение лежит в области смешанных стратегий: X_1=0,25; X_2=0,75; V=0,85. Таким образом, засевая 25% площадей рано, а 75% - поздно, агроном гарантированно имеет цену игры 0,85, тогда как придерживаясь чистой безрисковой стратегии он гарантированно получит лишь 0,8.

Рассмотренная инновационная методика – оптимизация агрономических решений с помощью Теории игр - несомненно заслуживает широчайшего внедрения, т.к. в современных кризисных условиях дефицита ресурсов остаётся недооценённым один из важнейших – интеллектуальный ресурс, выгодно отличающий Россию от многих других стран.

Литература. 1. Перевертин К.А. К 125-летию первого в мире института защиты растений: опыт системного решения агроэкологических проблем свекловодства // Агроэкология, №1, 2015, С. 57-60. 2. Перевертин К.А., Заец В.Г. Опасный карантинный вредитель // Картофель и овощи, №1, 2016, С. 13-15. 3. Сагитов А.О., Перевертин К.А. Фитонематология – сельскохозяйственному производству // «Кайнар», Алма-Ата, 1987, 184 с.

Deviations of the pest organism role in agroecosystem at climate changes situation. **Perevertin K.A.** Center of Parasitology A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS.

Summary. Transformations of pest organisms role in agriculture at the climatic conditions changing are designated.