

ФИТОСАНИТАРНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ ВРЕДНЫХ НЕСТАДНЫХ САРАНЧОВЫХ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РАЙОНАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

*Байбусенов К.С., Ажбенов В.К.,
Сарбаев А. Т.*

Аннотация

В статье приведены результаты исследований в области фитосанитарного прогнозирования фазового состояния комплекса вредных нестадных саранчовых в земледельческих районах северного Казахстана. На основе моделирования многолетней популяционной динамики данных вредителей, выработаны основные предикторы прогнозирования их фазового состояния. С помощью анализа многолетних данных внешних факторов (комплекс погодных условий, площади химических обработок) влияющих на ход динамики численности фитофагов, были вычислены коэффициенты уравнения регрессии. Это может служить одним из ключевых факторов при долгосрочном прогнозировании фазового состояния динамики численности вредных нестадных саранчовых в регионах северного Казахстана. На основании выработанных предикторов прогнозирования, обоснованы планируемые площади сельскохозяйственных угодий подлежащие обработке при разном фазовом состоянии изучаемых фитофагов.

Ключевые слова: прогнозирование, фазовое состояние, популяционная динамика, вредные нестадные саранчовые, защитные мероприятия, северный Казахстан.

Введение

Ведение системы фитосанитарной безопасности на современном этапе развития агропромышленного комплекса республики немислимы без применения прогнозов. Современный химический метод борьбы, обусловленный применением современного ассортимента инсектицидов против

саранчовых вредителей, в большинстве случаев применяется несвоевременно. Подобный подход к решению проблемы в Казахстане и приграничных территориях на рубеже тысячелетий вызвал немало экологических, экономических и социальных проблем [1]. В связи с дальнейшим индустриально-инновационным развитием

аграрного сектора страны, требуется разработка таких принципов и методов защиты растений, фитосанитарного мониторинга и прогноза, которые, отличаясь высокой эффективностью, в максимальной степени базировались бы на использовании природных факторов подавления вредных объектов и не оказывали отрицательного влияния на окружающую среду [2-3].

Северные регионы Казахстана со времен освоения целины являются экономически значимыми сельскохозяйственными районами в республике. Вместе с этим, данные регионы считаются наиболее оптимальной средой для обитания и распространения всех видов саранчовых, в том числе и вредных нестатных видов. Актуальным остается вопрос предупреждения массового размножения и борьбы с вредными нестатными саранчовыми, которые при массовом распространении причиняют не меньший вред, чем их статные сородичи [3-4]. В сельскохозяйственных районах Северного Казахстана из вредных нестатных саранчовых широко распространены малая крестовичка - *Doclostaurus brevicollis* (Ev.), атбасарка - *Doclostaurus kraussi kraussi* (INGEN.), темнокрылая кобылка - *Stauroderus scalaris* (F.-W.), сибирская кобылка - *Aeropus sibiricus sibiricus* (L.), крестовая кобылка - *Pararcyptera microptera microptera* (F.-W.), белополосая кобылка - *Chorthippus albomarginatus albomarginatus* (DEG.), степной конек - *Euchorthippus pulvinatus* (F.-W.) [4-8].

Для защиты от саранчовых вредителей в Казахстане уже разрешено применение более 50 химических препаратов (инсектицидов, инсектоакарицидов). Так в сельскохозяйственных районах Северного Казахстана объем обработанных площадей против комплекса вредных нестатных саранчовых возрос с 33,6 тыс.га в 2000 году и до 328,0-564,2 тыс.га в 2014-2015 годах, при этом в последние годы обработанные площади примерно были равны обследованным. Это говорит о том, что численность данных вредителей постоянно возросла и в последние годы была выше ЭПВ, т.е. более 10 экз/м² [9].

В связи с частыми массированными химическими обработками, система защиты растений от саранчовых вредителей неразрывно связана с прогнозированием их развития и распространения. Прежде всего это связано с разработкой системы прогнозов для раннего обнаружения подъема численности, определения нужной площади обработок и обоснования защитных мероприятий в целях обеспечения продовольственной безопасности. Данные фитосанитарные прогнозы не только помогают раскрыть складывающуюся ситуацию, но и определяют пути их оптимального решения.

Целью работы является обзор и представление на основе собственных проведенных исследований системы фитосанитарного прогнозирования вредных нестатных саранчовых в сельскохозяйственных районах Северного

Казахстана для обоснования и планирования защитных

мероприятий.

Материалы и методы исследований

Для составления фитосанитарных прогнозов, необходимы многолетняя информация о динамике численности вредных организмов. В связи с этим, данные исследования были проведены совместно РГУ «Республиканский методический центр фитосанитарной диагностики и прогноз» МСХ РК и ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений» МСХ РК. Исходной информацией служили мно-

голетние официальные сведения данных научных организаций. Данные о многолетней динамике численности определялись анализом многолетней информации о распространении и заселении вредных нестадных саранчовых на сельскохозяйственных угодьях.

Разработка фитосанитарных прогнозов проводилась по общепринятым методикам в фитосанитарном мониторинге и прогнозе [10-13].

Результаты и их обсуждение

В процессе динамики численности вредителей наблюдаются закономерные фазовые изменения качественного состояния популяций, предопределяющие внутривидовые, внутривидовые и межвидовые взаимоотношения. Изменчивость фаз динамики популяций определяется, прежде всего, воздействиями кормовой базы и погоды на их формирование и стадийное распределение. В течение полного цикла динамики размножения вредителей может быть выделено пять фаз популяционной изменчивости [14].

Чаще всего указанный цикл динамики численности вредного вида бывает неполным. Так, фаза депрессии может наступить сразу после начала расселения, если резко ухудшаются условия существования. [4, с. 278]. Для составления долгосрочных прогнозов крайне важна информация статистического сис-

темного анализа по изменению популяционной динамики за несколько лет.

Нами был проведен системный анализ динамики численности популяции комплекса нестадных саранчовых в Северном Казахстане за период 1998-2016 годов. Он позволил выстроить и разработать систему численных показателей, важных в прогностическом направлении. Наибольшую прогностическую ценность представляют вариации по годам таких показателей как относительная и абсолютная заселенность (Зотн, Зобс), коэффициент размножения (Крм), энергия расселения и размножения (Эрс, Эрм) и коэффициент проградации (Кпр). Установлены диагностические признаки градационных фаз нестадных саранчовых по анализируемым годам [9, с. 1537].

На основании результатов этих анализов, были построены опорные схемы (таблицы 1,2) диагностических предикторов состояния популяций вредных нестатных саранчовых и их количественных

характеристик на разных фазах их динамики для составления долгосрочных прогнозов. Нужно отметить, градационные данные были построены с учетом системного анализа за эти 18 лет.

Таблица 1 - Диагностические предикторы состояния фаз популяций вредных нестатных саранчовых на разных фазах их динамики (в среднем по Северному Казахстану).

| Диагностические показатели | Фаза динамики популяций | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|-----------------|------------------|
| | Депрессия | Подъем численности | Массовое размножение | Пик численности | Спад численности |
| Заселенность относительная, %/По | 0-35 | 35-75 | 75-100 | 75-50 | 50-35 |
| Заселенность абсолютная, ед./По | 0-2 | 2-4 | 4-6 | 6-4 | 4-2 |
| Энергия расселения | 0,1-0,9 | 0,9-1,1 | 1,1-2,0 | 2,0-0,9 | 0,9-0,1 |
| Энергия размножения | 0,1-0,7 | 0,7-1,5 | 1,5-1,7 | 1,7-0,7 | 0,7-0,1 |
| Коэффициент размножения | 0,1-0,7 | 0,7-1,2 | 1,2-1,6 | 1,6-0,7 | 0,7-0,1 |
| Коэффициент проградации | 0,1-0,3 | 0,3-1,5 | 1,5-3,3 | 3,3-0,3 | 0,3-0,1 |

Результаты анализов показателей мер уровней численности вредителей, приведенные в таблице 1 были взяты в округленной цифре основываясь на данные исследований по

многолетней популяционной динамике. Так как, для построения градационной системы требуется системная последовательность показателей и цифр.

Таблица 2 - Прогнозная модель количественной характеристики популяций нестатных саранчовых на разных фазах их динамики (в среднем по Северному Казахстану)

| Фаза динамики популяции | Летнее обследование | | Осеннее обследование | |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| | Заселенность относительная, %/По | Плотность имаго, экз/м ² | Плотность кубышек в почве, экз/м ² | Зараженность кубышек паразитами, % |
| Депрессия | 0-35 | 3,0-5,0 | 0,01-3,5 | >25 |
| Подъем численности | 35-75 | 5,0-15 | 3,5-5 | 25-15 |
| Массовое размножение | 75-100 | 15-30 | 5-15 | 15-10 |
| Пик численности | 75-50 | 30-15 | 10-5 | 10-15 |
| Спад численности | 50-35 | 15-3,0 | 5-3,5 | <15 |

В таблице 2 приведена прогнозная модель количественной ха-

рактеристики популяций нестатных саранчовых на разных фазах их ди-

намики. Также, данные показатели требуются для ссылки в составлении заблаговременных прогнозов при определении фазы динамики популяции вредителей.

При построении фитосанитарного прогноза выделяют два этапа: логическое и математическое моделирование. В логическом этапе производится сбор и анализ биологических основ для математического моделирования, а в математическом моделировании разрабатываются уравнения или уравнения регрессии для долгосрочного прогноза. Особенность математического моделирования заключается в возможности проверить достоверность или ошибку прогноза по численным показателям, чего нельзя сделать при логической системе прогнозирования [12, с. 177].

В прогнозировании численности вредных нестадных саранчовых, из исходной информации очень большую роль играют данные о плотности кубышек в почве (экз/м²), численность яиц в кубышках (шт.) и зараженность кубышек паразитами (%). Так как именно эти показатели могут определить вероятную плотность личинок в следующем году. Умножая среднюю плотность кубышек на среднюю численность яиц в кубышках, выходит предполагаемая плотность личинок в следующем году. От этой цифры отнимается вероятный процент гибели кубышек от холода за зимний период и процент гибели от паразитов. Таким образом, нами составлено следующее простое прогностическое уравнение фаз динамики популяций вредных нестадных саранчовых:

$$Y = (X_1 \times X_2) - \frac{(X_1 \times X_2) \times (X_3 + X_4)}{100\%}, \quad (1)$$

Где,

Y - Прогнозируемая средняя численность нестадных саранчовых в будущем году, экз/м²;

X_1 – средняя плотность кубышек в почве при осеннем обследовании, экз/м²;

X_2 – средняя численность яиц в кубышках, шт;

X_3 – процент гибели кубышек во время зимовки;

X_4 – процент зараженности кубышек паразитами в зависимости от характеристики погодно-климатических условий года.

В большинстве случаев, процент гибели кубышек во время зимовки равен 10%, а процент зараженности кубышек паразитами в зависимости от характеристики погодно-климатических условий

года может колебаться от 1 до 25 % в зависимости от характеристики погодно-климатических условий года. Зная среднюю плотность популяции, опираясь на логическая модель количественной

характеристики популяций нестатных саранчовых на разных фазах их динамики можно прогнозировать фазовое состояние в будущем году. Необходимо вычислять прогнозируемую численность по данной формуле по всем трем вышеуказанным метеорологическим

годам и вывести средние значения или вставлять усредненные цифры. Тогда можно получить предполагаемые данные о фазовом состоянии вредителей в будущем году. Численность вредителей определяет их фазовое состояния. Это можно выразить по схеме:

$$Y \rightarrow F_s, \quad (2)$$

Где,

Y – Прогнозируемая средняя численность особей нестатных саранчовых в будущем году, экз/м²,

F_s – фазовое состояние.

На современном этапе развития фитосанитарного мониторинга важной составной является математическое моделирование с помощью современного персонального компьютера (ПК). Это является одним из признанных методов в современной науке. Обработка данных проводится с помощью широко используемой программы «Microsoft Excel».

Электронные таблицы данной программы позволяют производить обработку чисел и текста, прогнозировать данные на основе сценария. Данный способ обработки данных предложен в современных методиках прогнозирования вредных организмов [12 с. 100-150]. Таким образом, с помощью ПК используется вычисление парного и множественного корреляционного анализа, и т.д. С помощью чего, можно изучить взаимосвязи изучаемого явления с одним, с двумя или с несколькими влияющими факторами. Инструмент «Регрессия», который на основе матричного

построения позволяет определить коэффициенты уравнения регрессии, предполагая что зависимость линейная. При этом можно сделать долгосрочный прогноз, проверить достоверность и ошибку прогноза.

В результате наших многолетних исследований начиная с 1998 года, была установлена зависимость между годовой изменчивостью абсолютной заселенности (Забс) вредными нестатными саранчовыми на сельскохозяйственных угодьях, средневзвешенным показателем ГТК года и обработанной пестицидами площадью (тыс.га). Так как, данные обработанной площади (антропогенный прессинг) против вредителей исходят от этих дополнительных показателей и имеют прямую зависимость между собой. Стоит отметить, что эти исходные данные взяты в среднем по всему Северному Казахстану, так как для вычисления коэффициентов парной регрессии необходимы усредненные данные. В связи с тем, что здесь были учтены особенности всех четырех областей Северного Казахстана, вычисленные коэффици-

енты с целью прогнозирования могут быть использованы для каждой из данных областей.

В результате проведенного регрессионного анализа вышло следующее уравнение регрессии:

$$Y = 4,34 - 2,18x_1 + 0,005x_2 \quad (3)$$

Где,

Y – Заселенность абсолютная (Забс),

x_1 – средневзвешенный показатель ГТК года,

x_2 – обработанная инсектицидами площадь.

Из данного уравнения регрессии, можно сделать вывод о том, что при изменении значения x_1 на 1 единицу значения, Y – уменьшится на 2,18 единицы, а значение x_2 - увеличится на 0,005 единицы. Таким образом, можно спрогнозировать дальнейшее изменение годовой изменчивости абсолютной заселенности вредных нестадных саранчовых, Забс (переменная Y) в зависимости от переменных средневзвешенного показателя ГТК года (переменная x_1) и среднестатистическими данными по обработанной инсектицидами площади, тыс.га. (переменная x_2).

После вычисления переменных регрессии с помощью подставления значений на переменные x_1 и x_2 анализируемого года, получаем прогноз абсолютной заселенности (Забс) на будущий год. Точность прогноза можно уточнять каждый наступивший

год. Однако, с научной точки зрения оценку прогноза с вычислением средней ошибки и отклонений можно сделать за несколько последних лет. В связи с этим, на данном этапе нами ведутся исследования по уточнению прогноза по данному уравнению регрессии за 2015, 2016 и 2017 годы. После получения результатов возможным станет получить среднюю ошибку прогноза за 3 года и коэффициенты отклонений.

Все фитосанитарные прогнозы направлены на рациональное планирование объемов защитных мероприятий и являются важным элементом организации профилактической защиты растений. Планирование средств защиты растений опираются на соответствующие прогнозы распространения и развития вредных организмов [11, с. 263].

Таблица 3 - Обоснование и планирование объемов химических обработок против комплекса вредных нестадных саранчовых в зависимости от фазы динамики популяций (Северный Казахстан)

| Фаза динамики популяции | Заселенность относительная, %/По | Заселенность абсолютная, ед./По | Средняя плотность личинок экз./м ² | Площадь подлежащая обработкам в % от заселенной |
|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Депрессия | 0-35 | 0-2 | 3,0-5,0 | <10 |
| Подъем численности | 35-75 | 2-4 | 5,0-15 | 40-45 |
| Массовое размножение | 75-100 | 4-6 | 15-30 | 60-70 |
| Пик численности | 75-50 | 6-4 | 30-15 | 50-60 |
| Спад численности | 50-35 | 4-2 | 15-3,0 | <30 |

Нами предложено обоснование и планирование защитных мероприятий против комплекса вредных нестадных саранчовых путем рекомендаций к обработке заселенных площадей в зависимости от количественных характеристик фаз динамики популяций фитофагов. Вычисленные предикторы и коэффициенты прогноза, полученные при обработки многолетних данных фаз динамики популяций вредных нестадных саранчовых, дали возможность составить карту планирования площадей

Заключение

Комплекс вредных нестадных саранчовых является одним из дестабилизирующих факторов производства полевых культур в земледельческих районах Северного Казахстана. На сегодняшний день, борьба с вредными нестадными саранчовыми не финансируется из средств республиканского бюджета в Казахстане, и поэтому, очень важно вовремя и правильно направлять средства на борьбу с данными вредителями, опираясь на современные научно-обоснованные подходы фитосанитарного контроля

сельскохозяйственных угодий подлежащих пестицидным обработкам на разных фазах динамики популяций данных вредителей (таблица 3). Таким образом, полученные данные прогноза уравнений 1 и 2 можно сопоставлять с показателями данной таблицы по средней плотности личинок саранчовых, а значения прогноза регрессионного уравнения 3 сопоставляются с абсолютной заселенностью (Забс) при планировании площадей подлежащих обработке.

и прогнозирования. Результаты исследований могут служить основой для составления долгосрочного прогнозирования численности вредных нестадных саранчовых на предстоящий сезон, которые основаны на конкретных вычисленных показателях. Вычисленные предикторы и коэффициенты полученные при обработки многолетних данных фаз динамики популяций вредных нестадных саранчовых, дали возможность составить опорную схему планирования площадей сельскохозяйственных угодий

подлежащих химическим обработкам на разных фазах динамики исследуемых вредителей.

Список литературы

1 Azhbenov V. K., Baibussenov K.S., Sarbaev A. T., Harizanova V. B. Preventive approach of phytosanitary control of locust pests in Kazakhstan and adjacent areas // Proceedings of Conference ИСВЕ-2015. - Penang, Malaysia, 2015. – P. 33-37.

2 Abdalla M. Abdalla. Towards ameliorated locusts and grasshopper management in Western Sudan // Third conference of pests management in Sudan. - Wad Medani (Sudan), 2014. - P. 19-23.

3 Ажбенев В. К. Научные основы фитосанитарного контроля и прогноза особо опасных вредных организмов в Республике Казахстан // Фитосанитарная безопасность агроэкосистем. The phytosanitary safety of agroecosystems. - Новосибирск, 2010. – С. 5-13

4 Baibussenov K. S., Sarbaev A. T., Azhbenov V. K., Harizanova V. B. Environmental features of population dynamics of hazard nongregarious locusts in northern Kazakhstan // Life Science Journal. – New York, 2014. – Vol. 11, № 10. - P. 277-281.

5 Azhbenov V. K. etc. Technological innovation and novercraft for phytosanitary monitoring of dangerous pests in remote areas // Science Review of Kazakh Agro Technical University named after S.Seifullin. - 2012. - P. 3-11.

6 Чильдебаев М. К. К фауне и экологии саранчовых (Orthoptera, Acridoidea, Tetrigoidea) в Северном Казахстане. Tethys Entomological Reseach. – Almaty, 2002. - № 6. - С.268-270.

7 Акмоллаева А. С. Саяқ шегірткелердің әр түрлі биотоптардағы түр құрамы // Международная научная конференция // Международная научная конференция «Стратегия научного обеспечения АПК РК в отраслях земледелия, растениеводства и садоводства: реальность и перспективы». – Алматы, 2004. Книга 2. - С. 202-203.

8 Байбусенов К. С., Сарбаев А.Т., Ажбенев В. К. Биоэкологические особенности и распространение вредных нестадных саранчовых в Северном Казахстане // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук. – Алматы, 2013. - № 6. – С. 29-35.

9 Baibussenov K. S., Sarbaev A. T., Azhbenov V. K., Harizanova V. B. Predicting the phase state of the abundance dynamics of harmful non-gregarious locusts in Northern Kazakhstan and substantiation of protective measures // Biosciences Biotechnology Research Asia - 2015. - Vol. 12, Issue 2. - P. 1535-1543.

10 Сулейменов С. И., Абдрахманов М. А., Сулейменова З. Ш., Камбулин В. Е. и др. Методические указания по учету и выявлению вредных и особо опасных вредных организмов сельскохозяйственных угодий. – Астана, 2009. – 312 с.

11 Поляков И. Я., Персов И. П., Смирнов В. А. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом). – Л., Колос, 1984. – 318 с.

12 Дубровин В. В., Теняева О. Л., Крицкая В. П. Методы фитосанитарного мониторинга в защите растений от вредных насекомых. – Саратов, 2011. – 230 с.

13 Ажбенев В. К. Руководство для выполнения мониторинговых работ по итальянской саранче с использованием GPS-технологий. - Астана, 2013. – 41с.

14 Azhbenov V. K. Analysis and Forecast of Kazakhstan farmland phytosanitary on locust pests // Materials of the International Round Table "Problems of management with locusts in Central Asia" - Almaty, 2001. - P. 25-26.

Түйін

Мақалада солтүстік Қазақстанның егіншілік аудандарындағы зиянды саяқ шегірткелер фазалық күйін сипаттайтын фитосанитарлық болжам беру жайындағы зерттеулер нәтижелері келтірілген. Осы зиянкестердің көпжылдық сандық динамикасын модельдеу негізінде олардың фазалық күйін сипаттайтын болжам беру предикторлары құрастырылған. Фитофагтардың сандық динамикасының өзгеруіне әсер ететін сыртқы орта факторларын (ауа райы жағдайы, химиялық өңдеулер алаңдары) көпжылдық талдау көмегімен регрессия теңдеуінің коэффициенттері есептелінген. Бұл қағида солтүстік қазақстан аймақтарында зиянды саяқ шегірткелер сандық динамикасындағы фазалық күйін ұзақ мерзімді болжауда кілттік факторы ретінде қолданылуы мүмкін. Құрастырылған болжам беру предикторлары негізінде зерттелетін фитофагтардың әр түрлі фазалық күйі жағдайында химиялық өңдеулерге жоспарланатын ауылшаруашылық алқаптарының көлемдері негізделген.

Summary

Scientific paper presents the results of the research in the field of phytosanitary forecasting of phase state of the harmful non-gregarious locusts in cropping areas of northern Kazakhstan. Based on the modeling of the long-term population dynamics of these pests, the main predictors of the forecast of their phase state have been developed. Using the long-term analysis of the external factors (a complex of weather conditions, areas of chemical treatments) influencing the change of phytophagous' population dynamics, the coefficients of the regression equation were calculated. It can serve as one of the key factors for the long-term prediction of the phase state of population dynamics of harmful non-gregarious locusts in the regions of northern Kazakhstan. On the basis of developed forecast predictors, the planned areas of agricultural lands to be treated at different phase states of the studied phytophagous organisms are justified.