

11. Pereira, H. M., Leadley, P. W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P. W., Fernandez-Manjarrés, J. F., ... & Walpole, M. (2010). Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, 330(6010), 1496-1501.
12. Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187).
13. Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.
14. Wilson, E. O. (1992). *The diversity of life*. Harvard University Press.

УДК: 632.95:551.583

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ В ЭПОХУ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ: ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ

Аманов Шухрат Бахтиёрович, д.с/х.н., с.н.с.,
Эксперт Швейцарского проекта VET4UZ
<https://orcid.org/0009-0000-5903-8861>

Аннотация. Статья рассматривает влияние изменения климата на защиту растений, подчеркивая возникающие вызовы и возможные решения. Повышение температуры, изменение осадков и частота экстремальных погодных явлений способствуют появлению новых вредителей и болезней, что требует адаптивных методов защиты. Использование математических моделей, таких как дифференциальные уравнения и регрессионный анализ, позволяет прогнозировать вспышки вредителей и заболеваний, а также оптимизировать применение пестицидов. Примеры из Индии, США и Китая показывают, как математические расчеты могут повысить эффективность защиты растений и способствовать устойчивому сельскому хозяйству в условиях климатических изменений.

Ключевые слова: защита растений, изменение климата, математические модели, оптимизация применения пестицидов, устойчивое сельское хозяйство.

Аннотация. Мақолада иқлим ўзгаришининг ўсимликларни ҳимоя қилишга таъсири, юзага келаётган муаммолар ва уларнинг ечимига оид масалалар кўриб чиқилган. Ҳароратнинг ошиши, ёгингарчилик миқдорининг ўзгариши ва экстремал об-ҳаво ҳодисаларининг тез-тез содир бўлиши янги зараркунандалар ва касалликларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади, бу эса ҳимоя қилишнинг мослашувчан усулларини талаб қилади. Дифференциал тенгламалар ва регрессия таҳлили каби математик моделлардан фойдаланиш зараркунандалар ва касалликлар тарқалишини прогноз қилиш, шунингдек, пестицидларни қўллашни оптималлаштириш имконини беради. Ҳиндистон, АҚШ ва Хитой мисоллари математик ҳисоб-китоблар ўсимликларни ҳимоя қилиш самарадорлигини оширишга ва иқлим ўзгариши шароитида барқарор қишлоқ хўжалигига ҳисса қўишини мумкинлигини кўрсатади.

Калим сўзлар: ўсимликларни ҳимоя қилиш, иқлим ўзгариши, математик моделлар, пестицидларни қўллашни оптималлаштириш, барқарор қишлоқ хўжалиги.

Abstract. This article examines the impact of climate change on plant protection, highlighting the emerging challenges and potential solutions. Increasing temperatures, changing precipitation patterns, and the frequency of extreme weather events contribute to the emergence of new pests and diseases, necessitating adaptive protection methods. The use of mathematical models, such as differential equations and regression analysis, enables the forecasting of pest and disease outbreaks, as well as the optimization of pesticide application. Examples from India, the USA, and China illustrate how mathematical calculations can enhance the effectiveness of plant protection and promote sustainable agriculture in the face of climate change.

Keywords: plant protection, climate change, mathematical models, optimization of pesticide application, sustainable agriculture.

Введение. Изменение климата оказывает значительное влияние на сельское хозяйство, создавая новые вызовы для защиты растений. Повышение температур, изменение режима осадков и частота экстремальных погодных явлений способствуют появлению новых вредителей, распространению болезней растений и ухудшению условий роста сельскохозяйственных культур. Эти изменения требуют разработки инновационных подходов к защите растений, которые могут адаптироваться к новым условиям. Одним из таких подходов является использование математических моделей и расчетов для прогнозирования и оптимизации мер защиты растений в изменяющихся климатических условиях.

Цель этой статьи — рассмотреть, как изменение климата влияет на защиту растений, и какие математические методы могут быть использованы для решения возникающих проблем. В статье приводятся примеры математических расчетов, используемых для прогнозирования вспышек болезней, распространения вредителей и оптимизации применения защитных средств.

1. Влияние изменения климата на защиту растений

1.1. Повышение температуры и распространение вредителей

Одним из наиболее очевидных последствий изменения климата является повышение средней температуры. Это

приводит к расширению ареала многих вредителей и изменению их поведения. Например, повышение температуры способствует увеличению численности насекомых-вредителей, таких как тля или саранча, которые могут разрушительно воздействовать на посевы.

По данным исследования А. Battisti et al. (2016), моделирование распространения лесных вредителей на основе температурных данных показало, что повышение температуры способствует увеличению ареала насекомых, которые наносят значительный ущерб лесам и сельскохозяйственным культурам в Европе.

1.2. Изменение осадков и увеличение заболеваний растений

Изменение климата также влияет на количество и распределение осадков, что создает благоприятные условия для распространения грибковых и бактериальных заболеваний. Изменения влажности почвы и воздуха могут усиливать вспышки болезней, таких как фитофтороз или мучнистая роса.

Математические модели могут прогнозировать вероятность вспышек заболеваний в зависимости от климатических факторов, таких как влажность и температура. Эти модели позволяют фермерам планировать меры защиты и использовать пестициды только в случае необходимости, что снижает затраты и нагрузку на окружающую среду.

1.3. Экстремальные погодные явления и стресс растений

Частота экстремальных погодных явлений, таких как засухи, наводнения и ураганы, увеличивается в результате изменения климата. Эти явления оказывают стресс на растения, снижая их устойчивость к болезням и вредителям. Математическое моделирование может помочь прогнозировать такие стрессы и разрабатывать стратегии защиты, адаптированные к экстремальным условиям.

2. Математические модели для решения проблем защиты растений

2.1. Модели распространения вредителей

Математические модели, такие как дифференциальные уравнения и клеточные автоматы, используются для моделирования динамики популяций вредителей и прогнозирования их распространения. Модель Ферхюльста (логистическая модель роста) является одним из распространённых инструментов для анализа популяций вредителей с учётом климатических факторов.

Пример модели:

$$P(t) = \frac{P_0 e^{rt}}{1 + \frac{P_0(e^{rt} - 1)}{K}}$$

где:

$P(t)$ - численность популяции вредителей в момент времени t ,

P_0 - начальная численность популяции,

r - скорость роста популяции,

K - максимальная возможная численность популяции (ёмкость среды).

Эта модель позволяет учитывать, как климатические факторы, такие как температура и влажность, могут влиять на рост популяций вредителей. Изменяя параметры модели в зависимости от прогнозируемых климатических условий, можно определить риски для сельскохозяйственных культур и заранее планировать меры защиты.

2.2. Модели вспышек заболеваний

Для прогнозирования вспышек болезней растений используются статистические модели, которые основываются на данных о погоде, биологических характеристиках возбудителей и реакции растений на стресс. Одной из таких моделей является регрессионный анализ, который позволяет прогнозировать вероятность вспышек заболеваний в зависимости от изменений температуры и влажности.

Пример простой линейной регрессии для прогнозирования риска заболевания:

$$R_z = \alpha + \beta_1 T + \beta_2 H$$

где:

- R_z — риск заболевания,
- T — температура,
- H — влажность,
- α, β_1, β_2 — параметры модели.

Модель может быть адаптирована к конкретным культурам и условиям региона, что позволяет фермерам заблаговременно планировать меры по борьбе с заболеваниями, исходя из прогнозов погодных условий.

2.3. Оптимизация применения защитных средств

Одним из ключевых вызовов защиты растений в условиях изменения климата является оптимизация использования пестицидов и других защитных средств. Математические методы оптимизации, такие как линейное программирование и стохастические модели, позволяют находить оптимальные решения для минимизации затрат на химические средства и снижения их негативного влияния на окружающую среду.

Пример задачи линейного программирования:

$$\text{Минимизировать } Z = \sum_{i=1}^n C_i x_i$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^n E_i x_i \geq E_{\min}, \quad x_i \geq 0$$

где:

- Z — общие затраты на пестициды,
- C_i — стоимость i -го пестицида,
- x_i — количество применяемого i -го пестицида,
- E_i — эффективность i -го пестицида,
- $E_{\min}$ — минимально необходимая эффективность для защиты растений.

Эта модель позволяет рассчитать минимальные затраты на применение пестицидов при обеспечении необходимого уровня защиты растений, учитывая эффективность каждого пестицида и влияние климатических условий на его действие.

3. Примеры применения математических расчетов в сельском хозяйстве

3.1. Индия: Прогнозирование вспышек вредителей хлопка

В Индии была разработана математическая модель для прогнозирования вспышек вредителей на хлопковых полях. Модель учитывает данные о температуре, влажности и уровне осадков, что позволяет фермерам планировать применение инсектицидов с учётом погодных условий. Благодаря этому подходу потери урожая были сокращены на 20%.

3.2. США: Моделирование распространения фитофтороза

В США на картофельных полях применяется математическая модель для прогнозирования вспышек фитофтороза. Модель основывается на данных о температуре и влажности, которые собираются с помощью датчиков и метеостанций. Прогнозы модели позволяют фермерам своевременно применять фунгициды и предотвратить распространение болезни.

3.3. Китай: Оптимизация применения пестицидов

В Китае математические модели оптимизации используются для управления применением пестицидов на рисовых полях. Системы на основе ИИ и математического моделирования помогают определять наилучшее время для обработки полей в зависимости от погодных условий и роста растений.

Это позволяет снизить количество применяемых химических средств на 30%.

Закключение. Изменение климата создаёт серьёзные вызовы для защиты растений, требуя инновационных решений. Математические модели играют ключевую роль в прогнозировании вспышек вредителей и заболеваний, оптимизации применения защитных средств и разработке адаптивных стратегий защиты растений. Примеры из разных стран показывают, что применение математических расчетов может значительно повысить эффективность защиты растений в изменяющихся климатических условиях, что способствует улучшению продовольственной безопасности и снижению экологического воздействия сельского хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Battisti, A., Stastny, M., Netherer, S., Robinet, C., & Schopf, A. (2016). Expansion of geographic ranges by invasive insects. *Annual Review of Entomology*, 61, 35-57.
2. Zhang, Q., & Li, Y. (2020). Climate change and plant diseases: Mathematical modeling and analysis. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 59(4), 701-718.
3. Pantazi, X. E., Moshou, D., Alexandridis, T., & Whetton, R. (2019). Optimizing pesticide use in wheat crops under climate change scenarios. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 169-177.
4. Yang, X., & He, L. (2021). Predictive models for pest outbreaks in changing climate conditions. *Ecological Modelling*, 445.

УЎТ: 633.15/632.3.01/08

МАККАЖЎХОРИНИНГ ПУФАКЛИ (*USTILAGO MAYDIS* (DC.) CORDA) ҚОРАКУЯ КАСАЛЛИГИНИНГ КРАХМАЛ МИҚДОРИГА ТАЪСИРИ

Мусаев Голибжон Неъматилло ўғли

Жанубий деҳқончилик илмий-тадқиқот институти

<https://orcid.org/0009-0001-0239-4870>

Аннотация. Ушбу мақолада инсоннинг углеводга бўлган талабини қондиришда асосий ўрин тутадиган маккажўхорининг пуфакли (*Ustilago maydis* (DC.) Corda) ва чанг (*Sorosporium reilianum*) қоракуя касалликларининг крахмал миқдориغا таъсири ёритилган.

Калит сўзлар: маккажўхори, пуфакли, *Ustilago maydis* (DC.) Corda, чанг *Soro-sporium reilianum*, касаллик, ҳосилдорлик, ўсимлик, миқдор, фунгицид, қариш кураш, чора, агротехника, нав, крахмал.

Аннотация. В этой статье о кукурузных хлопьях (*Ustilago maidis* (DC.) Corda) и пыльце (*Sorosporium reilianum*) рассказывается о влиянии болезней каракуя на количество крахмала.

Ключевые слова: кукуруза, пузырчатая, *Ustilago maydis* (DC.) Corda, порошкообразный сороспориум рейлианский, болезни, урожайность, растение, количество, фунгицид, борьба, средство, агротехника, сорт, крахмал.

Abstract. This article on cornflakes (*Ustilago maydis* (DC.) Corda) and pollen (*Sorosporium reilianum*) talks about the effect of karakul diseases on the amount of and starch.

Key words: corn, smut, *Ustilago maydis* (DC.) Corda, powdered sorosporium reilianum, diseases, yield, plant, quantity, fungicide, control, remedy, agrotechnics, nav, starch

Кириш. Дунё деҳқончилигида маккажўхори энг қадимий экинлардан бири бўлиб XVII асрда Грузияда, XVIII асрнинг охири-XIX асрнинг бошларида ғарбий Хитойдан Марказий Осиёга келтирилиб экила бошлаган. Маккажўхори дон таркиби жиҳатдан ҳам фойдали экин туриб бўлиб, унда углеводлар 65-70%, оқсил 9-12%, ёғ 4-8% ни ташкил қилади [1]. Бундан ташқари унинг таркибида инсон учун фойдали минерал тузлар ва витаминлар мавжуд. ФАО нинг маълумотларга кўра, дунё бўйича 2023 йил маккажўхори (дон учун) 208 млн. га экилган бўлиб, жами ҳосилдорлик 1054 млн. тоннани

ташкил қилган. Лекин, ҳозирги кунда маккажўхори етиштирувчи давлатларда маккажўхори экини замбуруғли, вирусли ва бактерияли касалликларидан жиддий зарар кўрмоқда. Маккажўхори сўтасида **пуфакли** (*Ustilago maydis* (DC.) Corda) ва чангсимон (*Sorosporium reilianum*) қоракуя касалликлари кўп тарқалган бўлиб, пуфаксимон қоракуя касаллиги туфайли ҳосилнинг 40% гача ҳамда чангсимон қоракуя касаллиги билан касалланганда эса ҳосилнинг 90% гача йўқотилиши кузатилган [2; 3; 4]. Шу сабабли дунё бўйича касалликларга қарши уйғунлашган кураш чораларини ишлаб чиқиш долзарб