

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и
прикладной паразитологии животных и растений имени К. И. Скрабина –
филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН
Лаборатория фитопаразитологии

Компьютерные модели прогноза плотности популяции золотистой картофельной нематоды в почве



Шестеперов А. А.
д.б.н., профессор, гл. научный сотрудник
ВНИИП - филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН

Новые подходы к анализу данных в защите растений

- В настоящее время специалисту по защите и карантину растений приходится перерабатывать большие массивы самых разных данных, поэтому необходимы новые подходы, методы для считывания «главной, полезной» информации. Выделение необходимой информации из многочисленных статей и толстых монографий, написанных научным языком, становится достаточно трудоемким.
- Мода на схемы, презентации, фотографии, инфографику, компьютерные модели – это тренд, который, как считают учёные, будет усиливаться. Будущее, с их точки зрения, за разработкой математического и компьютерного языка. Современную человеческую деятельность, насколько она широка, придётся переводить в математические и компьютерные модели.

Компьютерное моделирование: помощник в борьбе с золотистой картофельной нематодой

Компьютерные модели максимально приспособлены к решению задач управленческой деятельности и являются инструментом, призванным оказывать помощь фермерам, агрономам, специалистам по защите растений, принимающим решения при выращивании картофеля в агрохолдингах, агрофирмах, коллективных фермерских, крестьянских, личных подсобных хозяйствах. Проведение компьютерных экспериментов на прогностических компьютерных диалоговых моделях поможет теоретически обосновать оптимальные мероприятия по профилактике и мерам борьбы с возбудителем глободероза картофеля - золотистой картофельной нематоды (ЗКН) *Globodera rostochiensis* (Woll.)

Компьютерная модель прогноза плотности популяции золотистой картофельной нематоды *Globodera rostochiensis* (Woll.) в почве после выращивания восприимчивых или глободероустойчивых сортов картофеля разных групп спелости



Далее

Министерство науки и высшего образования РФ

Всероссийский научно-исследовательский институт
фундаментальной и прикладной паразитологии животных и
растений - филиал Федерального государственного бюджетного
научного учреждения «Федеральный научный центр -
Всероссийский научно-исследовательский институт
экспериментальной ветеринарии
имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко
Российской академии наук»

Авторы:

Шестеперов Александр Александрович, доктор биологических
наук, профессор

Грибоедова Ольга Геннадьевна, кандидат биологических наук

Емельянов Александр Викторович, инженер, программист

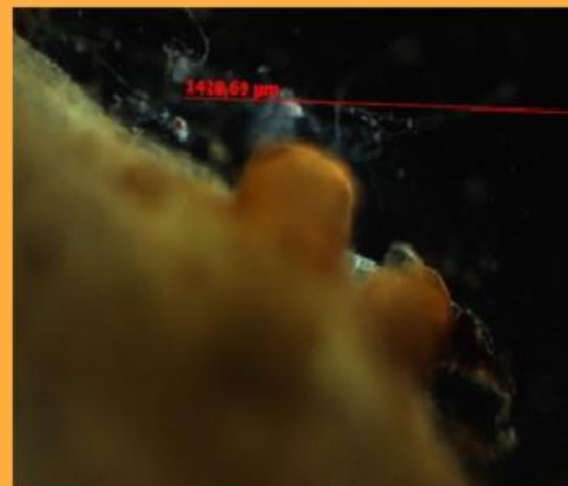
[Назад](#)

[К расчёту](#)

[Далее](#)

Globodera rostochiensis (Woll.) относится к цистообразующим нематодам. Кутикула самок способна превращаться в жесткую и стойкую к внешним воздействиям коричневую оболочку, внутри которой сохраняются яйца и личинки в течение нескольких лет. Погибшая самка, наполненная яйцами, называется цистой.

В цикле развития нематода имеет 4 личиночных стадии. Первая личиночная стадия протекает еще в яйцевой оболочке. После линьки из яйца выходит личинка второй стадии длиной 0,4-0,5 мм. Эта личинка инвазионная, подвижная, при благоприятных условиях она мигрирует из цисты и может инвазировать корень растения. Самый активный выход личинок из цист происходит под воздействием диффузатов корней картофеля. Прежде чем внедриться в корни, личинки задерживаются некоторое время в зоне мелких корневых волосков, которые они повреждают, делая многочисленные уколы. Выделения личинок стимулируют образование в корне нескольких гигантских клеток, которые имеют важное значение в питании нематод. После завершения второй стадии личинка утолщается и приобретает бутылковидную форму. Во время четвертой стадии личинки, которые превратятся в самок, еще более утолщаются, выходят наружу, оставаясь погруженными головным концом в ткани корней. Личинки, которые превратятся в самцов, во время четвертой стадии приобретают червеобразную форму. Выход шарообразных самок из ткани корня наружу сопровождается сильными разрывами его эпидермиса. Покровы самки вскоре начинают утолщаться и менять цвет. Вначале самки-белого, затем золотисто-желтого цвета. К осени самка отмирает, оболочка ее буреет, и она превращается в коричнево-бурую цисту, наполненную яйцами и личинками.

[Назад](#)[Далее](#)

Первые признаки поражения растений картофельной нематодой можно наблюдать вскоре после появления всходов картофеля. Больные растения образуют немногочисленные хилые стебли, которые начинают преждевременно желтеть. Хлороз начинается с нижних листьев, затем распространяется на верхние и постепенно охватывает весь куст. При сильном поражении растения, чтобы получить питательные вещества и воду для своего развития, образуют массу мелких корней, «бородатость» корневой системы. Снижение урожайности картофеля значительное, т. к. инвазированные растения образуют мелкие и немногочисленные клубни. При неблагоприятных условиях (засуха, низкое плодородие почвы) наблюдается полная гибель растений в так называемых «плешинах».



Меры борьбы:

- карантинно-профилактические мероприятия;
- химические методы;
- биологические методы;
- агротехнические мероприятия;
- селекционный метод;
- агрофитоценотический метод;
- интегрированные методы.



[Назад](#)

[Далее](#)

В клетках нематодоустойчивых сортов картофеля образуются вещества, которые, при внедрении нематод, способствуют образованию вокруг головного конца личинок некротических клеток, тормозящих развитие нематод и приводящих их к гибели до окончания цикла развития. Некроз клеток является защитной реакцией растительного организма против картофельной нематоды, в результате которой накопление цист в почве прекращается.

Для разработки компьютерной диалоговой модели были использованы более 540 оригинальных данных и данные анализа научной литературы (более 150 данных).

Были получены опытные данные по снижению плотности популяций ЗКН после выращивания глободероустойчивых сортов разных групп спелости:

- Раннеспелые (70-80 дней выращивания): Пригожий 2, Пушкинец, Латона, Колетьте, Импала, Дельфин, Жуковский ранний, Скарлет, Повинь, Поран, Фреско.

- Среднеранние (80-90 дней): Архидея, Сантэ, Водогрей, Забава, Лукьяновский, Рождественский, Десница, Росианка, Обрий, Бежицка, Ред стар, Середис, Фантазия.

- Среднеспелые (90-110 дней): Расинка, Скарб, Аспия, Живица, Славянка, Сатурна.

- Среднепоздние (110-120 дней): Кристалл, Симфония, Кардинал, Никола, Ван-Гог, Леди Розетта, Пикассо.



Были включены результаты опытов по увеличению плотности популяций ЗКН в почве после выращивания восприимчивых сортов картофеля разных групп спелости:



- Раннеспелые (70-80 дней выращивания): Синеглазка, Воротынский, Бородянский ранний, Удача, Прикульский, Ульяновский, Скороплодный, Фаленский.

- Среднеранние (80-90 дней): Невский, Елизавета, Романо, Чародейка, Детскосельский, Резерв, Шурманский, Юбилей Жукова, Чародей.

- Среднеспелые (90-110 дней): Луговской, Адретта, Гатчинский, Столовый 19, Огонек, Голубезна, Бронницкий, Малахит.

- Среднепоздние (110-120 дней): Лорх, Белоусовский, Гермес, Никулинский, Раменский, Сулев.

- Позднеспелые (120-140 дней): Темп, Ласунок.

[Назад](#)

[Далее](#)



Концептуальная модель взаимодействия популяции ЗКН в почве при выращивании глободероустойчивых (НУС) и восприимчивых (ВС) сортов и влиянием экологических факторов среды на эффективность снижения плотности популяции ЗКН:

max – максимальное снижение при благоприятных условиях для выращивания НУС;

min – минимальное снижение при неблагоприятных условиях для выращивания НУС;

Σ – средний уровень снижения плотности популяции ЗКН при многолетних наблюдениях;

И на эффективность увеличения плотности популяции ЗКН в почве:

max – максимальное увеличение плотности популяции ЗКН в почве при благоприятных условиях для выращивания ВС;

min – минимальное увеличение при неблагоприятных условиях для выращивания ВС;

Σ – средний уровень увеличения плотности популяции ЗКН при многолетних наблюдениях;

[Назад](#)

[Далее](#)

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ

Для прогнозирования послеуборочной численности ЗКН в почве после выращивания восприимчивого или глободероустойчивого сортов разных групп спелости укажите запрашиваемую информацию:

Какой сорт картофеля Вы хотите выращивать на заражённой ЗКН почве?

- Восприимчивый
- Глободероустойчивый

[Назад](#)

[Далее](#)

Какой группы спелости будет выращиваемый восприимчивый сорт?

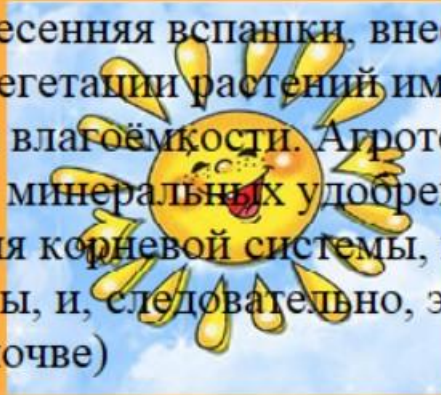
- Раннеспелые (70-80 дней выращивания)
- Среднеранние (80-90 дней выращивания)
- Среднеспелые (90-110 дней выращивания)
- Среднепоздние (110-120 дней выращивания)
- Позднеспелые (120-140 дней выращивания)

Назад

Далее

Какие условия среды при выращивании восприимчивого среднеспелого сорта картофеля?

- **Благоприятные** (Осенняя и весенняя вспашки, внесение органических удобрений. Почва в течение вегетации растений имеет температуру 12-20 С и влажность 60-79% от полевой влагёмкости. Агротехнически правильный уход за растениями, внесение минеральных удобрений, рыхление почвы дают возможность лучшего развития корневой системы, проникновения корней в разные слои заражённой почвы, и, следовательно, эффективно увеличивать плотность популяции ЗКН в почве)



- Среднемноголетние



- Неблагоприятные



Какая предпосадочная плотность популяции золотистой картофельной нематоды в почве при выращивании восприимчивого среднеспелого сорта картофеля при благоприятных условиях?

Введите число от 5 до 25000 яиц и личинок на 100 см куб. почвы.

10000

Назад

Далее

Исходные данные:

После выращивания восприимчивого сорта среднеспелой группы спелости при благоприятных условиях и при уровне предпосадочной плотности популяции ЗКН 10000 яиц и личинок на 100 см куб. почвы прогнозируемая послеуборочная плотность популяции в почве будет составлять

22700 яиц и личинок

Плотность популяции ЗКН в почве после выращивания восприимчивого сорта среднеспелой группы спелости при благоприятных условиях и при уровне предпосадочной плотности популяции ЗКН 10000 яиц и личинок увеличится на

227 %

Назад

Вернуться к вводу данных

Завершить

Компьютерная диалоговая модель прогноза плотности популяции золотистой картофельной нематоды в почве после выращивания непоражаемых растений сельскохозяйственных, лекарственных, декоративных культур в очаге ЗКН.

Справочная информация:

1. Взаимодействие растений-нехозяев и популяции ЗКН протекает в пахотном слое почвы и корневой системе.
2. Плотность популяции ЗКН (число яиц и личинок на 100 см³ почвы) определяется до посева (посадки) растений-нехозяев и после уборки.
3. Плотность популяции ЗКН характеризует равномерно распределенную популяцию на определенной площади вне зависимости от очагового или неравномерного горизонтального и вертикального распределения.
4. При выращивании непоражаемых культур величина коэффициента снижения плотности популяции ЗКН определяет эффективность воздействия видовых особенностей растений при сравнении с влиянием черного (чистого) пара.
5. Влияние экологических факторов на эффективность выращивания непоражаемых растений будем определять по коэффициенту снижения плотности популяции ЗКН в почве: максимальный уровень - благоприятные условия для развития РНХ; минимальный - неблагоприятные; средний - среднемноголетние.



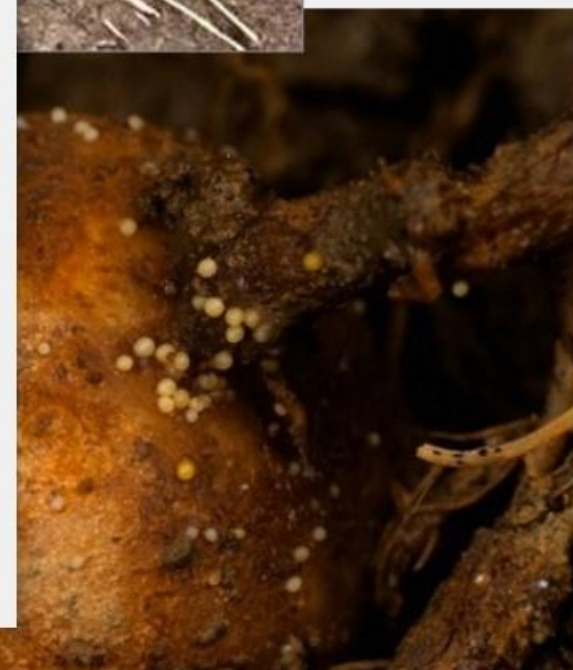
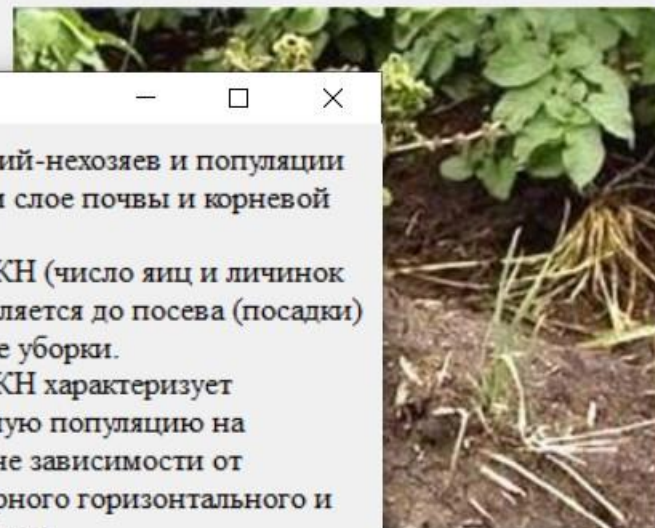
Для прогноза снижения плотности популяции ЗКН в почве после выращивания непораженных растений укажите уровень заражения почвы личинками ЗКН от 5 до 50 000 на 100 см³ почвы:



Справочная информация

1. Взаимодействие растений-нехозяев и популяции ЗКН протекает в пахотном слое почвы и корневой системе.
2. Плотность популяции ЗКН (число яиц и личинок на 100 см³ почвы) определяется до посева (посадки) растений-нехозяев и после уборки.
3. Плотность популяции ЗКН характеризует равномерно распределенную популяцию на определенной площади вне зависимости от очагового или неравномерного горизонтального и вертикального распределения.
4. При выращивании непоражаемых культур величина коэффициента снижения плотности популяции ЗКН определяет эффективность воздействия видовых особенностей растений при сравнении с влиянием черного (чистого) пара.
5. Влияние экологических факторов на эффективность выращивания непоражаемых растений будем определять по коэффициенту снижения плотности популяции ЗКН в почве: максимальный уровень - благоприятные условия для развития РНХ; минимальный - неблагоприятные; средний - среднемноголетние.

Готово



Для прогноза снижения плотности популяции ЗКН в почве после выращивания непоражаемых растений укажите уровень заражения почвы яйцами и личинками ЗКН от 5 до 50 000 на 100куб.см почвы.



Справочная информация

Далее >>>

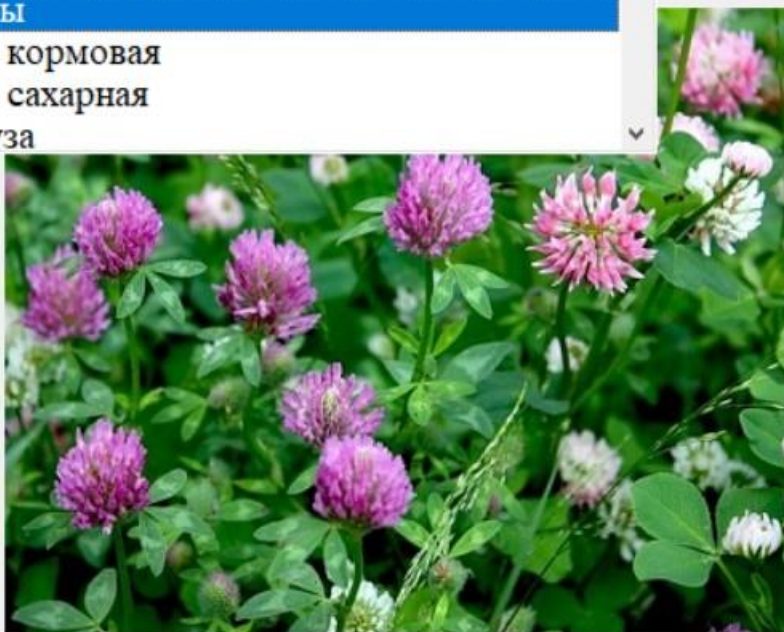
Выберете тип культуры или пара
для плодосмена

- Зерновые
- Зернобобовые
- Кормовые**
- Овощные
- Лекарственные
- Декоративные и цветочные
- Пар



Выберете вид растения или пара.

- Клевер многолетний 2 год выращивания
- Клевер многолетний 3 год выращивания
- тимофеевка луговая 1 год выращивания
- тимофеевка луговая 2 год выращивания
- тимофеевка луговая 3 год выращивания
- Люпин многолетний (3 года)
- Люпин желтый
- Люпин белый
- Люпин узколистный
- Люпины**
- Свекла кормовая
- Свекла сахарная
- Кукуруза



- Благоприятные условия
- Обычные условия
- Неблагоприятные условия

Неблагоприятные условия: некачественная вспашка, холодная почва, сухая или переувлажненная почва, малоплодородная, бедная органикой и питательными веществами почва, низкий уровень агротехники, засуха.



Исходные данные:

Уровень заражения почвы яйцами и личинками
ЗКН на 100куб.см почвы: 10000

Тип культуры или пара для плодосмена:

Кормовые

растение или пар: Люпины

Неблагоприятные условия возделывания



Прогнозируемая плотность популяции ЗКН в 100 куб. см почвы
после выращивания непоражаемой культуры будет составлять:
2500



Прогноз потерь урожайности восприимчивых сортов картофеля в зависимости от плотности популяции золотистой картофельной нематоды.

Необходимо ввести следующие параметры:

Послеуборочная численность яиц
и личинок прошлого года: (от 0 до 25000 экз.)

Осадки мая (мм): (от 20 мм до 100 мм)

Температура почвы в июне (С°): (от 10 С° до 20 С°)

Выберите уровень агротехники и плодородия:

Низкий Средний

Выполнить расчет

Прогнозируемая урожайность составит(ц/га):

Прогнозируемые потери урожайности (ц/га):

Прогнозируемые потери урожайности (%):



Прогноз потерь урожайности восприимчивых сортов картофеля в зависимости от плотности популяции золотистой картофельной нематоды.

Необходимо ввести следующие параметры:

Послеуборочная численность яиц
и личинок прошлого года: (от 0 до 25000 экз.)

Осадки мая (мм): (от 20 мм до 100 мм)

Температура почвы в июне (С°): (от 10 С° до 20 С°)

Выберите уровень агротехники и плодородия:

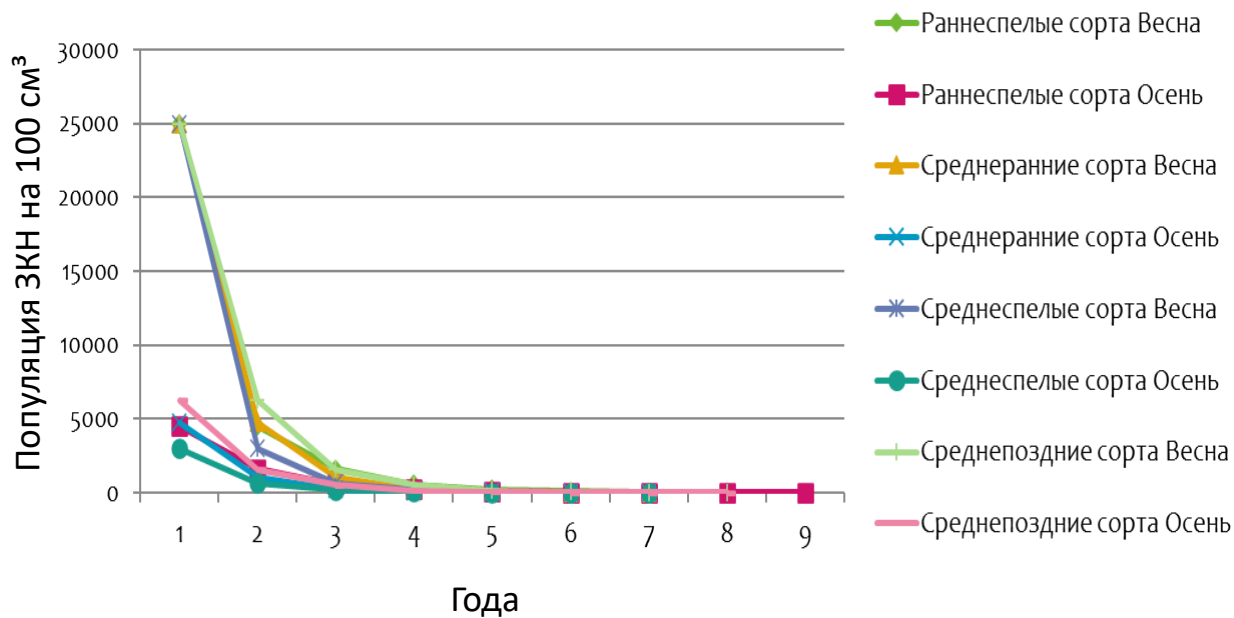
Низкий Средний

Выполнить расчет

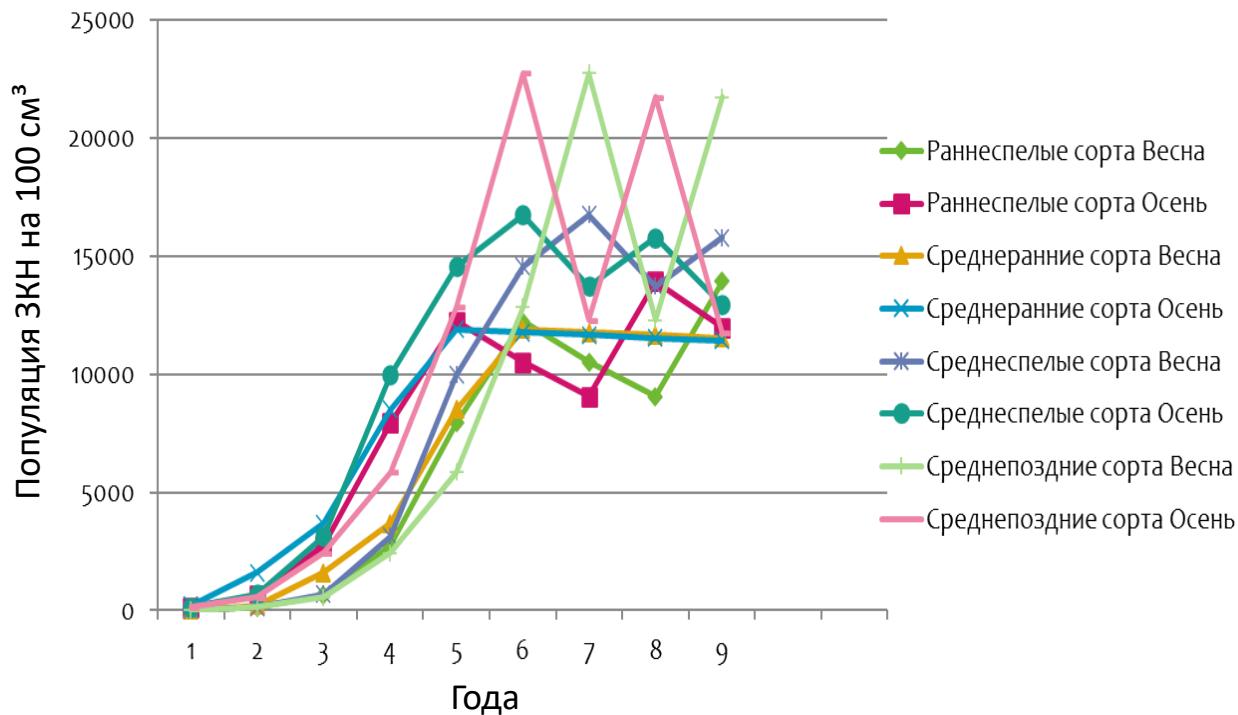
Прогнозируемая урожайность составит(ц/га):

Прогнозируемые потери урожайности (ц/га):

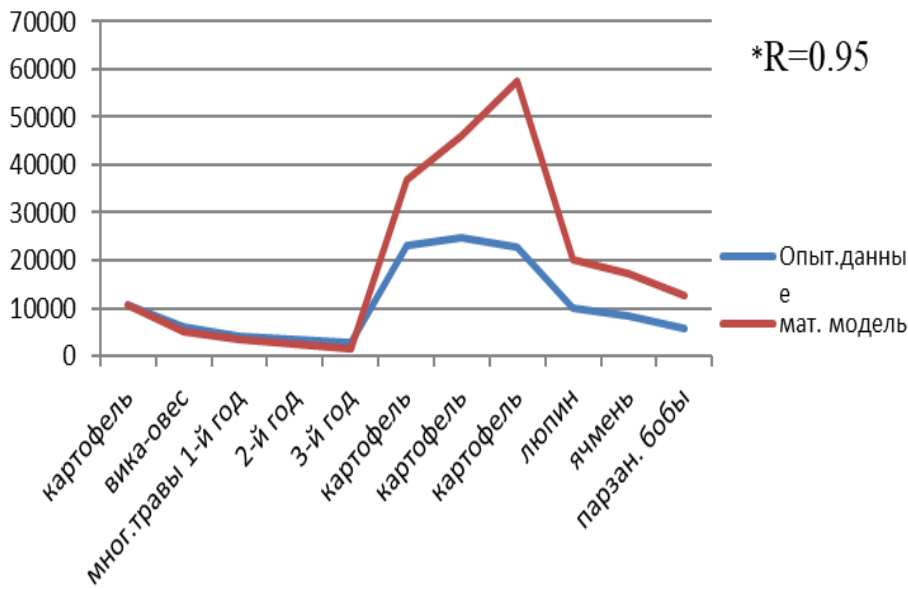
Прогнозируемые потери урожайности (%):



Среднемноголетние условия
среды при выращивании
устойчивых сортов

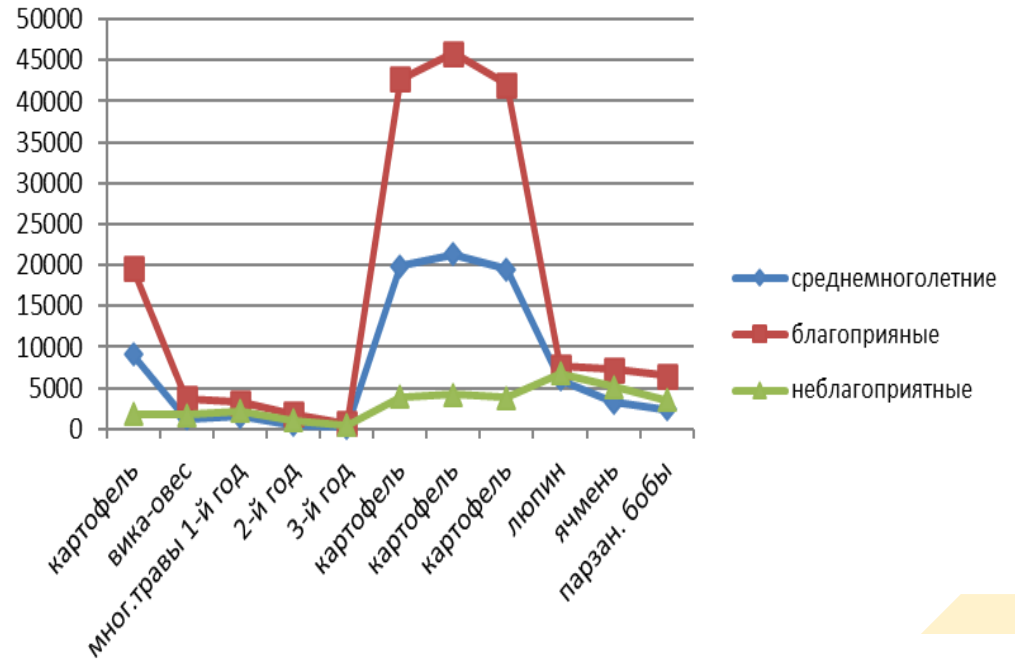
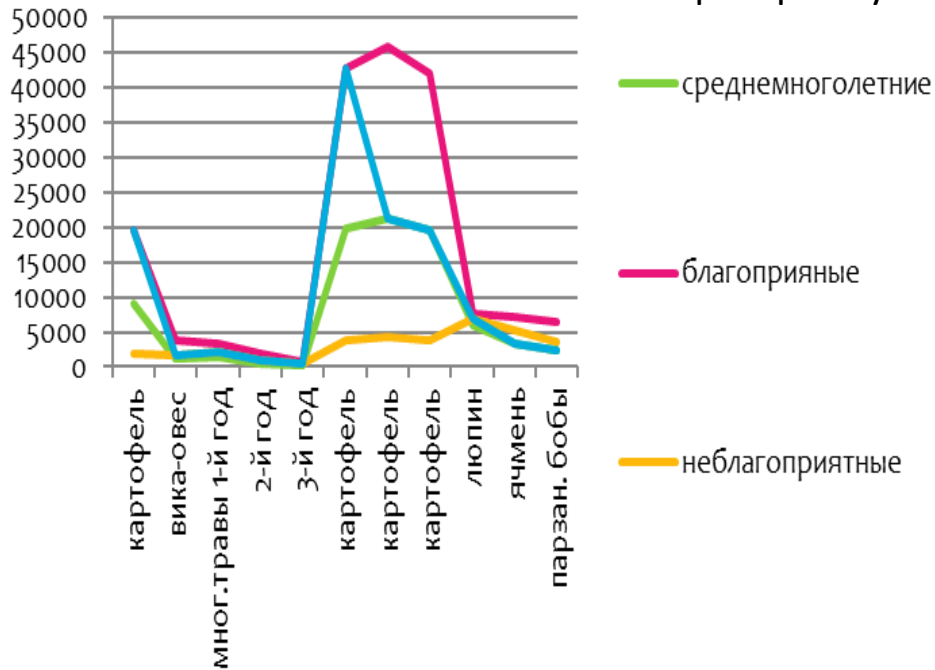


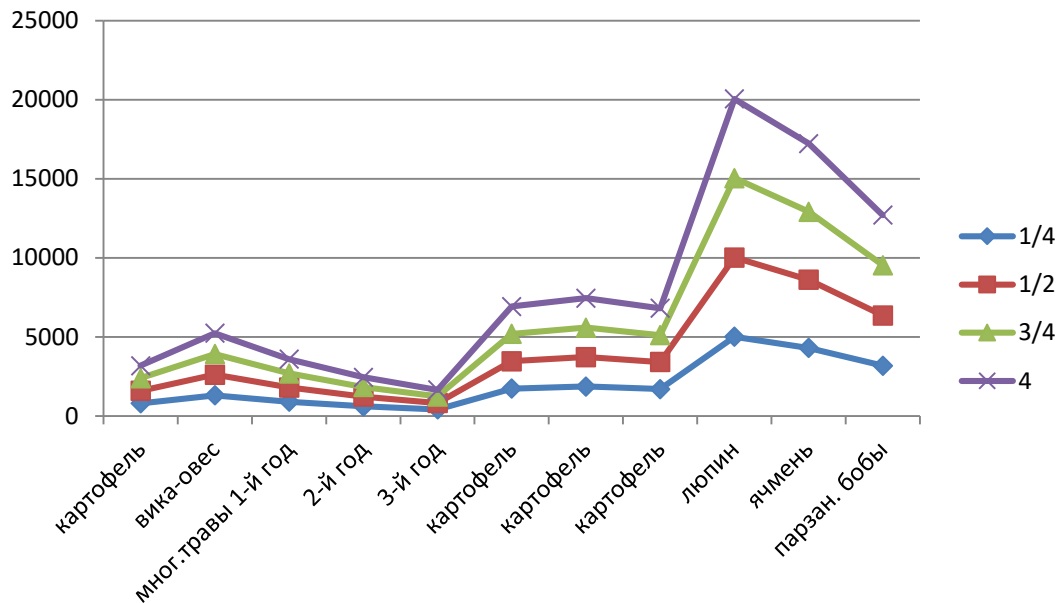
Среднемноголетние условия
среды при выращивании
восприимчивых сортов



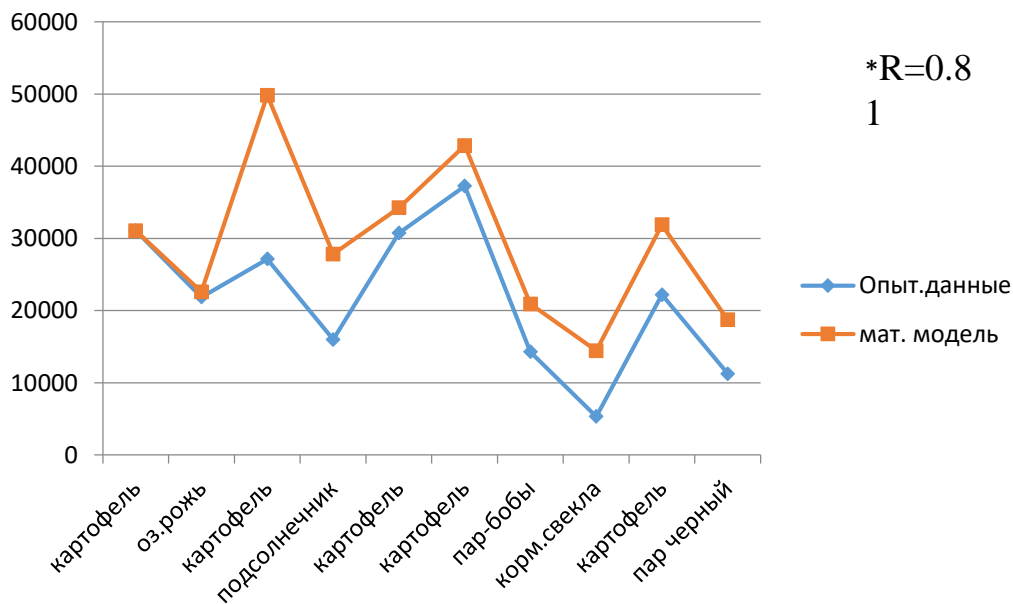
Моделирование динамики плотности популяции ЗКН в почве при выращивании восприимчивых сортов в опыте модели

Моделирование динамики плотности популяции ЗКН при выращивании в разных условиях среды и с использованием генератора случайных чисел.





Моделирование динамики плотности популяции при выращивании нематодоустойчивых сортов картофеля и других с.х. культур при среднемноголетних условиях в разных соотношениях НУС к восприимчивым сортам в севообороте.



Коэффициент корреляции R между опытной и моделированной численностью ЗКН.