

ВЛИЯНИЕ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРЕДУРАЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ

В работе рассмотрено влияние комплекса фитофагов на формирование урожайности и качества зерна яровой твердой пшеницы, а также роль экологических факторов в развитии скрытостебельных вредителей, существенно наносящих вред биоценозу изучаемой культуры

Как известно, развитие вредящего объекта в любом конкретном случае зависит от состояния каждого компонента триады «фитопатоген (фитофаг, сорное растение) – растение-хозяин – окружающая среда». Проявлением этого взаимодействия является тот или иной уровень повреждения (поражения) растений, который определяет наносимый урожаю ущерб [С.С. Санин, А.А. Макаров, 1999]. Но всегда ли есть основание говорить о наличии ущерба?

Исследования проведены за определенный период по данным Аксаковского государственного сортоучастка (ГСУ), типичного для южной лесостепи Предуральской провинции. Анализ подвергался один и тот же сорт твердой пшеницы – Харьковская 46. Оценка технологических качеств зерна и готовых макарон проведена в Центральной лаборатории Госкомиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений.

Учитывалась степень поражения растений комплексом вредителей и болезней:

– мучнистая роса (*Erysiphe graminis tritici*) и бурая ржавчина (*Puccinia triticina*) – процент поражения поверхности листьев;

– шведская муха (*Oscinella frit*), гессенская муха (*Mayetiola destructor*), яровая муха (*Phorbia genitalis*) – процент поврежденных и погибших растений и стеблей;

– хлебный пилильщик (*Cerphus rugmacus*) – процент поврежденных продуктивных стеблей;

– клоп-черепашка (вредная – *Eurygaster integriceps*, маврская – *E. maugus*, австрийская – *E. austriacus*) – процент поврежденных зерен, отобранных до от제ивания.

За 40 лет наблюдений получены результаты, показанные на рис. 1.

Установлена параболическая форма зависимости урожайности зерна с повреждающим действием шведской и гессенской мух. Порог экономической вредоносности данных фитофагов составляет приблизительно 14...16% поврежденных стеблей растений. То есть восхо-

дящая ветвь кривой на рисунке 1 указывает на благоприятно складывающиеся условия для развития, как растения-хозяина, так и вредителей. Принимая во внимание теоретическое течение функции (сплошная линия на рисунке), можно утверждать, что поражение посева яровой твердой пшеницы указанными вредителями до 30% может привести к потерям до 1 тонны зерна с 1 га относительно оптимума этой функции. В табл. 1 показана многомерная регрессионная модель, характеризующая зависимость урожайности зерна от всего комплекса исследуемых в данной работе вредных организмов.

Эта зависимость оказалась, как было сказано выше, криволинейной. Доказательство криволинейности проводилось путем оценки по F-критерию влияния криволинейности на систему отклонений от регрессии [Д.У. Снедекор, 1961].

Информация, которую несут остальные биотические факторы вредоносного комплекса, в данной регрессионной модели оказалась незначимой. Она перекрывается информацией

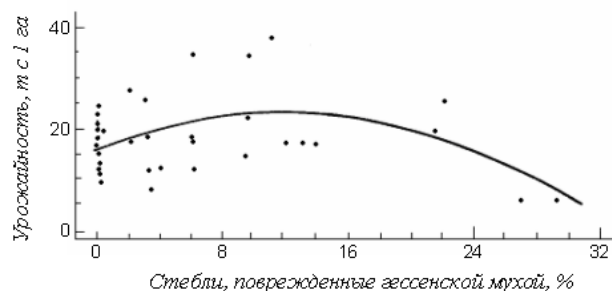
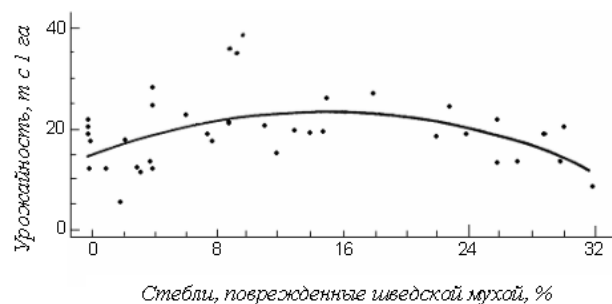


Рисунок 1. Зависимость урожайности зерна яровой твердой пшеницы от поражения вредителями на Аксаковском ГСУ за период 1957-1996 гг.

о влиянии на урожайность вредных организмов, приведенных в табл. 1.

За 40 лет наблюдений за Харьковской 46 вклад скрытостебельных вредителей в дисперсию ее урожайности зерна составил около 40%.

Следовательно, значительная часть разброса показателя урожайности остается не объясненной и приходится на неучтенные факторы.

Чрезвычайно многогранное влияние в изучаемом регионе оказывают болезни и вредители на технологические и макаронные качества зерна яровой твердой пшеницы.

На сегодняшний день вопрос влияния болезней и вредителей на качество зерна и свойства готовых макарон в литературе освещен недостаточно. Например, в литературе не встречается многофакторный анализ влияния биотического комплекса поражения на формирование качества зерна яровой твердой пшеницы. Такой анализ для южной лесостепи Предуральской провинции представлен в табл. 2. В указанной таблице приведены зависимости, существование которых статистически доказуемо. Символ $\sqrt{\quad}$ означает корень квадратный из массива всей данной переменной.

Как видно из данных этой таблицы, дисперсия объемной массы (натуры), стекловидности и белковости зерна удовлетворительно описывается довольно сложным комплексом болезней и вредителей.

При этом комплекс предикторов в многомерной модели включает не только перечень фитофагов, но и их совместное сочетание.

Из кулинарных свойств удовлетворительно объясняется разброс (рассеяние) значений показателя потерь сухого вещества при варке макарон. Основная доля влияния в этой модели приходится на пару вредных организмов – хлебный стеблевой пилильщик и мучнистую росу. Их вклад в объясненную дисперсию составляет $26,46 + 34,57 = 61,03\%$ случаев из количества изученных лет, т. е. в 10 годах из 17 учтенных лет.

При этом парное влияние пилильщика и мучнистой росы на потери сухого вещества при варке макарон при графическом изображении представляет собой параболу (рис. 2). Как видно на рисунке, эти потери возрастают с увеличением до 25...30% количества поврежденных растений яровой твердой пшеницы.

После достижения этого порога отмечается тенденция к некоторому снижению потерь сухого вещества при варке макарон. Строго

говоря, ни теснота изучаемой связи, ни ее форма в данной системе не отражают истинных причинно-следственных отношений. Истинной причиной может быть наличие промежуточных компонентов в системе, влияющих при наличии определенных условий в одном направлении, как на потери сухого вещества, так и на развитие фитофагов. При других складывающихся условиях среды последняя в большей степени будет благоприятствовать развитию вредных организмов, чем увеличению потерь сухого вещества, формируя куполообразную форму кривой зависимости.

В табл. 3 в рамках множественной регрессии показано влияние погодных условий на развитие вредоносного комплекса, включенного в табл. 1.

В описании независимых переменных использовались сокращения: O – осадки, d – дефицит влажности воздуха, t – температура воздуха, Ln – натуральный логарифм. Индексы арабского начертания при переменных означают порядковый номер декады, начиная с декады всходов изучаемой культуры. Индексы римского начертания означают номер месяца, а буква «n» при них – месяц предшествующего года. Для обозначения сложения значений переменных использовался символ +, для перемножения – символ точки.

Следует подчеркнуть, что количество влияющих эффектов на входе модели довольно велико. В связи с этим количество предикторов, включаемых в регрессионную модель, ограничивалось. Таким образом, разработанные модели представляют собой некоторый компромисс между стремлением как можно больше получить коэффициент множественной детерминации (R^2), характеризующий степень адек-

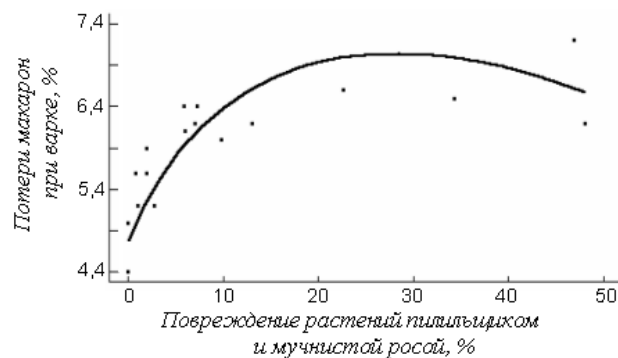


Рисунок 2. Потери сухого вещества при варке макарон в зависимости от суммарного повреждения яровой твердой пшеницы хлебным пилильщиком и мучнистой росой

Таблица 1. Влияние биотических факторов поражения на урожайность зерна яровой твердой пшеницы в южной лесостепи Предуральской провинции (регрессионная модель)

Независимая переменная	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	T-значение	Уровень значимости
Свободный член	15,210	1,940	7,83	0,000
1. Процент стеблей, повреждённых шведской мухой	0,937	0,356	2,63	0,012
2. (Процент стеблей, повреждённых шведской мухой) ²	-0,0355	0,011	-3,07	0,004
3. Процент стеблей, повреждённых гессенской мухой	0,808	0,377	2,14	0,039
4. (Процент стеблей, повреждённых гессенской мухой) ²	-0,0414	0,015	-2,69	0,010
Для полной регрессии: R ² = 0,4007; стандартная ошибка оценки = 5,9 г/м ² ; F = 5,9; уровень значимости = 0,001				

Таблица 2. Влияние биотических факторов на формирование качества зерна и кулинарные свойства макарон яровой твердой пшеницы (регрессионные модели, учтено 17 лет наблюдений)

Предикторы (биотические факторы)	Коэффициент регрессии	Уровень значимости	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции
Модель для предиктанта: объемная масса (натура) зерна				
Свободный член	796,6	0,00	-	-
Ржавчина	-1,803	0,00	22,22	-0,471
(Гессенская муха)·(яровая муха)	-0,341	0,00	30,43	-0,459
(Пыльная головня)·(ржавчина)	-45,54	0,00	21,88	-0,331
(Клоп)·(хлебный пилильщик)	1,519	0,03	8,45	-0,101
Для полной регрессии: R ² = 0,829; уровень значимости = 0,000				
Модель для предиктанта: стекловидность зерна				
Свободный член	98,54	0,00	-	-
(Мучнистая роса) ²	0,025	0,00	51,84	-0,720
(Ржавчина)·(мучнистая роса)	-0,635	0,00	20,75	-0,847
(Пилильщик)·(мучнистая роса)	-0,293	0,00	16,77	-0,756
Для полной регрессии: R ² = 0,894; уровень значимости = 0,000				
Модель для предиктанта: содержание белка в зерне				
Свободный член	17,58	0,00	-	-
• (Мучнистая роса)	-0,742	0,00	32,96	-0,574
(шведская муха)·(ржавчина)	-0,067	0,01	10,50	-0,524
• (Пыльная головня)	3,940	0,02	20,40	0,640
(Ржавчина)·(мучнистая роса)	0,003	0,02	12,29	-0,400
Для полной регрессии: R ² = 0,893; уровень значимости = 0,000				
Модель для предиктанта: содержание клейковины в зерне				
Свободный член	39,79	0,00	-	-
• (Мучнистая роса)	-1,352	0,01	16,97	-0,412
(Шведская муха)·(ржавчина)	-0,177	0,00	16,74	-0,537
(Ржавчина)·(мучнистая роса)	0,007	0,01	24,75	-0,280
• (Пыльная головня)	8,524	0,02	14,63	0,639
Для полной регрессии: R ² = 0,731; уровень значимости = 0,002				
Модель для предиктанта: коэффициент разваримости макарон по объему				
Свободный член	3,277	0,00	-	-
• (Гессенская муха)	0,083	0,01	20,64	0,454
(Яровая муха)·(ржавчина)	0,017	0,00	29,20	0,283
(Клоп-черепашка)·(ржавчина)	-0,011	0,04	13,59	0,014
Для полной регрессии: R ² = 0,634; уровень значимости = 0,003				
Модель для предиктанта: потери макарон при варке				
Свободный член	4,991	0,00	-	-
(Клоп-черепашка)·(пилильщик)	0,049	0,00	19,39	0,440
(Пилильщик)·(мучнистая роса)	0,139	0,00	26,46	0,673
[(Пилильщик)·(мучнистая роса)] ²	-0,003	0,00	34,57	0,547
Для полной регрессии: R ² = 0,804; уровень значимости = 0,000				

Таблица 3. Влияние погодных условий на развитие вредителей в биоценозе яровой твердой пшеницы на Аксаковском ГСУ (1958-1997 гг.)

Факторы погоды, влияющие на развитие шведской мухи	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции	Факторы погоды, влияющие на развитие гессенской мухи	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции
1. t ₂ ·3	2.04	-0.14	1. d ₂ ·3·4	24.82	0.49
2. t ₂ +3+4+5	3.59	-0.02	2. O _{VI}	6.35	-0.03
3. t ₄ ·5	15.23	0.05	3. O _V	7.12	-0.41
4. t _X (n)	27.93	-0.39	4. Ln(d ₄)	6.01	0.20
5. O _{XII} (n)	11.20	0.19	5. O ₂ ·3·4	14.30	-0.28
6. t _{VII}	4.52	0.09	6. O _{IV}	11.42	-0.26
7. O _X (n)	6.97	0.22	7. Ln(d ₆)	7.43	0.11
Итого (R ²), %	71.48			77.45	

ватности модели описываемой реальности, и количеством переменных, влияющих на величину ошибки модели и, следовательно, на работоспособность последней. В модель подбились только значимо влияющие предикторы. Ради экономии места коэффициенты регрессии в табл. 3 не приводятся. Но приводятся коэффициенты корреляции, основное назначение которых в данном случае – показать направление связи между компонентами погоды и развитием вредных организмов. Во всех случаях эта связь носила линейный характер.

Развитие шведской мухи на твердой пшенице в большей степени определяется темпера-

турой воздуха и осадками за осенне-зимний период предшествующего года; развитие же гессенской мухи на Харьковской 46 удовлетворительно удается описать влиянием осадков и дефицитом влажности воздуха за вегетационный период.

Следует обратить внимание на отрицательную корреляцию между развитием поражающего воздействия вредоносных организмов и многими предикторами, входящими в данные регрессионные модели. В этом случае отрицательный знак у коэффициента корреляции указывает на сдерживающее влияние данных погодных факторов на развитие вредителя.

Список использованной литературы:

1. Санин, С.С. Биологические, агроэкологические и экономические аспекты фитосанитарного мониторинга / С.С. Санин, А.А. Макаров // Вестник защиты растений, 1999. – №1. – С. 62-67.
2. Снедекор, Д.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / Д.У. Снедекор // – М.: Сельхозиздат, 1961. – 503 с.