

УДК 634.1:632.11:631.559

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

М.Е. Сердюк¹, А.Б. Расторгуев²

¹Таврический государственный агротехнологический университет,
пр. Б. Хмельницкого, 18, г. Мелитополь, Украина,
e-mail: igorserduk@mail.ru

²Мелитопольская опытная станция садоводства им. М.Ф. Сидоренко ИС НААН,
ул. Вакуленчука, 99, г. Мелитополь, Украина,
e-mail: iosuaan@zp.ukrtel.net

РЕЗЮМЕ

Представлена оценка влияния погодных факторов на урожайность яблони в условиях Южной Степной зоны Украины. Результатами корреляционного анализа выявлены основные стрессовые погодные факторы в условиях данного региона, имеющие наибольшее влияние на урожайность яблони. К ним относятся: средняя минимальная относительная влажность воздуха в июле, разность между средними максимальными и минимальными температурами в марте и в мае, температурный режим во время цветения культуры, продолжительность и глубина оттепелей в феврале. При анализе и обработке экспериментальных данных и прогнозировании конечного результата использовали методы вариационной статистики. При формировании многофакторной модели использовали функцию линейной зависимости: $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$. В результате была разработана многофакторная модель, которая дает возможность прогнозировать урожайность яблони в зависимости от воздействия стрессовых факторов окружающей среды.

Ключевые слова: яблоня, урожайность, погодные факторы, относительная влажность воздуха, осадки, температура, Украина.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных показателей, который характеризует производительность отрасли садоводства, является урожайность плодовых культур. Именно урожайность обуславливает такие показатели эффективности отрасли, как валовое производство плодов, себестоимость, рентабельность, прибыль с единицы площади, окупаемость капиталовложений и т.д. [1].

В последнее десятилетие в условиях Южной Степной зоны Украины, благодаря внедрению современных интенсивных технологий выращивания, прослеживается общая тенденция к увеличению урожайности яблони. Однако уровень средней урожайности в данном регионе по-прежнему не превышает 100 ц/га, а динамика этого показателя характеризуется значительными амплитудами колебаний по годам исследований.

Многофакторный анализ, проведенный рядом авторов, показывает, что низкая урожайность яблони обусловлена экономическими, технологическими, организационными и экологическими причинами [2, 3, 4]. Однако следует признать, что все в большей степени возрастает отрицательная роль погодных факторов. Высокий уровень активных температур и отсутствие осадков летом, морозные зимы с частыми и длительными оттепелями, весенние заморозки, которые стали почти традиционными во время цветения – все эти погодные факторы являются стрессовыми для плодовых культур. Они вызывают повышение напряженности энергетического баланса растений, провоцируют снижение их потенциала устойчивости, и, как следствие, рост периодичности плодоношения, снижение урожайности, качества и сохранности плодов. Учитывая это, в последнее время особую актуальность приобретает прогнозирование урожайности плодовых культур в зависимости от погодных факторов.

Целью нашей работы было научное обоснование влияния погодных факторов на урожайность яблони в условиях Южной Степной зоны Украины и создание математической модели урожайности яблони на основе стрессовых факторов.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 1996-2012 гг. в Мелитопольском районе Запорожской области. Для изучения влияния погодных факторов на урожайность яблони использованы данные, предоставленные Главным управлением статистики в Запорожской области, и ежедневные метеорологические данные за период с 1996 по 2012 гг., собранные на Мелитопольской метеостанции.

Расчет моделей урожайности яблони в связи с погодными факторами проводили по следующей схеме [2]:

1. Сбор данных и создание компьютерной базы о средней урожайности яблони в условиях Мелитопольского района. Среднюю урожайность породы определяли в производственных насаждениях, обобщая урожайность сортамента, сложившегося в данном регионе.

2. Создание компьютерной базы погодных условий в годы исследований. При этом отбирали следующие показатели: минимальная, средняя и максимальная температуры, сумма осадков, количество дней с осадками более одного миллиметра, средняя относительная влажность воздуха. На их основе были рассчитаны продолжительность безморозного периода, суммы осадков, гидрометрические коэффициенты и перепады температуры за определенные периоды, суммы активных температур, другие показатели.

3. Определение на основе парных корреляционных зависимостей погодных факторов, существенно влияющих на урожайность яблони. Для расчетов отбирали данные за 16 лет, чтобы обеспечить 95-процентный уровень достоверности получаемых результатов.

4. Расчет многофакторной модели урожайности яблони в связи с погодными условиями Мелитопольского района. При формировании многофакторной модели использовали функцию линейной зависимости: $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$.

При анализе и обработке экспериментальных данных и прогнозировании конечного результата использовали методы вариационной статистики: проводили математическую обработку по Ф. Лакину [5], парный и множественный корреляционный и регрессивный анализы – по Б.А. Доспехову [6], используя компьютерные программы «MS office Excel 2007», пакет «Statistica 6» и персональный компьютер.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Мелитопольский район Запорожской области расположен в Южной Степной зоне Украины. Ландшафт этой зоны равнинный. Климат данного региона атлантическо-континентальный с высоким температурным режимом. По данным Мелитопольской метеостанции среднегодовая температура воздуха составляет 9,1...9,9 °С. Абсолютный летний максимум температуры (+41,5 °С) зафиксирован 18.08.2010. Наиболее теплыми месяцами являются июль и август со среднемесячными температурами от +20,5 до +23,1 °С. Абсолютный годовой минимум температуры – минус 31 °С – отмечался 14 января 1950 г. Наиболее холодными месяцами являются январь и февраль со среднемесячной температурой от 2,7 до 4,5 °С ниже нуля. Среднегодовая сумма активных температур выше 10 °С с апреля по октябрь составляет 3316 °С. Погодные условия региона характеризуются значительным перепадом температур в феврале и марте, когда деревья, как правило, выходят из состояния вынужденного покоя и могут повреждаться низкими температурами. Такие температуры с резкими перепадами характерны и для декабря. Это вместе с заморозками часто создает стрессовые ситуации, приводящие к гибели урожаев семечковых культур. По количеству осадков район относится к зоне с недостаточным увлажнением. В год среднее количество осадков составляет 475 мм. Среднегодовая относительная влажность воздуха находится в пределах 73 %. Засушливость климата обусловлена господством сухих северо-восточных и особенно восточных ветров. Среднегодовая скорость движения ветра – 3,7 м/с. Накопление влаги в почве происходит, главным образом, осенью, частично зимой и ранней весной, гидротермический коэффициент (ГТК) в районе изменяется от 0,22 до 0,77. Недостаточное количество влаги в почве отрицательно отражается на урожайности яблоневых насаждений, поэтому дефицит влаги можно компенсировать только за счет орошения, которое, к сожалению, в связи с экономическими проблемами в районе практически не применяется.

При проведении корреляционного анализа было установлено, что на урожайность яблони влияют многие погодные факторы. Нами было исследовано влияние 178 факторов. Для 45 из них установлены средние корреляционные связи. К ним относятся: продолжительность безморозного периода; средняя относительная влажность воздуха в августе; температурный режим, количество осадков, средняя и минимальная относительные влажности июля; температурный режим июня и мая; средняя, а также минимальная относительные влажности мая и апреля; температурный режим марта и февраля; разность между ежедневными максимальными и минимальными температурами марта и февраля; количество осадков в январе; средняя и минимальная относительные влажности воздуха в декабре, ноябре и октябре; разность между средними максимальными и минимальными температурами октября; количество осадков, средняя и минимальная влажности при цветении.

Корреляционным анализом установлены одиннадцать погодных факторов, которые имеют сильную связь с урожайностью яблони.

Одним из таких факторов является средняя минимальная относительная влажность воздуха июля.

Анализ данных, представленных на рисунке 1, свидетельствует о том, что рост средней минимальной относительной влажности воздуха в этом месяце сопровождается ростом урожайности яблони, и соответственно в условиях летней «воздушной засухи» уменьшается уровень урожайности культуры.

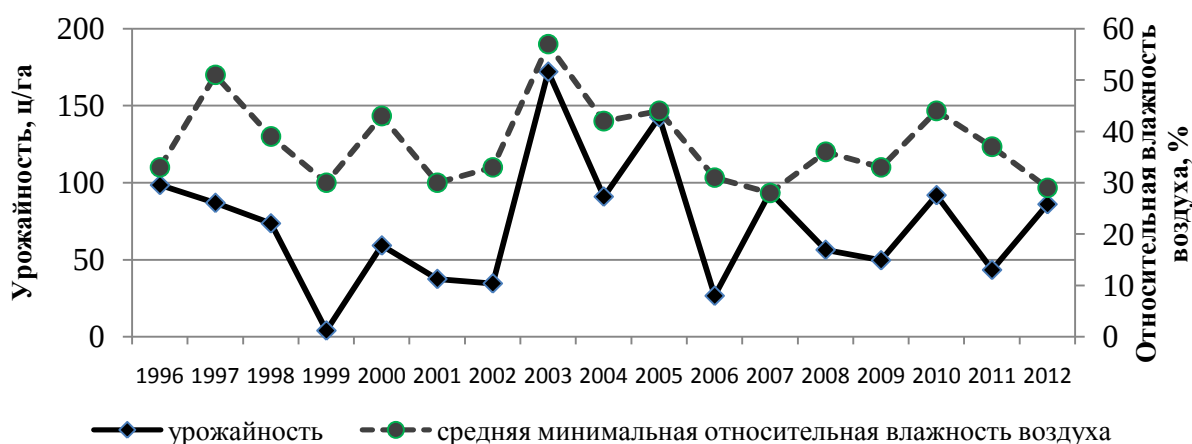


Рисунок 1 – Урожайность яблони и средняя минимальная влажность воздуха июля, 1996-2012 гг.

Следующим стрессовым фактором для урожайности яблони является уровень средних максимальных и минимальных температур в марте и мае (рисунки 2, 3). Так, полученные нами данные показывают, что очень ранняя весна, сопровождающаяся высокими температурами воздуха, негативно сказывается на уровне будущего урожая яблони. Это может объясняться тем, что в условиях Южной Степной зоны Украины после мартовского повышения температуры наступает резкое понижение её уровня, вплоть до заморозков в апреле, а иногда и в мае.



Рисунок 2 – Средние максимальные и минимальные температуры марта и урожайность яблони, 1996-2012 гг.

Что касается влияния температурных условий мая, то здесь наблюдается обратная зависимость: с повышением средних максимальных и минимальных температур возрастает и уровень урожайности (рисунок 3).

Среди исследованных погодных факторов сильное влияние на урожайность яблони имел также температурный режим во время цветения культуры (рисунок 4).

На основании полученных результатов мы можем утверждать, что стабильный температурный режим с высокими средними максимальными и минимальными температурами воздуха при цветении повышает уровень урожайности яблони.

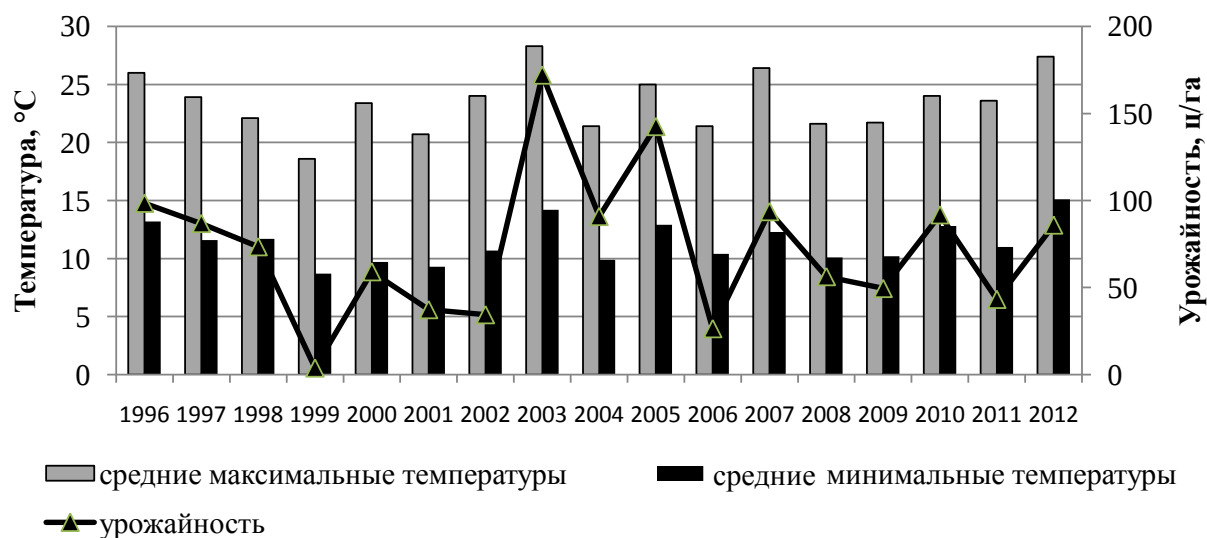


Рисунок 3 – Средние максимальные и минимальные температуры мая и урожайность яблони, 1996-2012 гг.



Рисунок 4 – Температурный режим во время цветения яблони и урожайность, 1996-2012 гг.

И последней группой весомых стрессовых факторов для урожайности яблони являются погодные условия в феврале, а именно, продолжительность оттепелей и максимальные температуры во время данных оттепелей (рисунок 5).

Результаты корреляционного анализа статистически подтверждают, что длительные и глубокие оттепели в феврале провоцируют снижение урожайности. В феврале 2003 г. вообще не зафиксированы оттепели, и, соответственно, уровень урожайности этого года был максимальным.

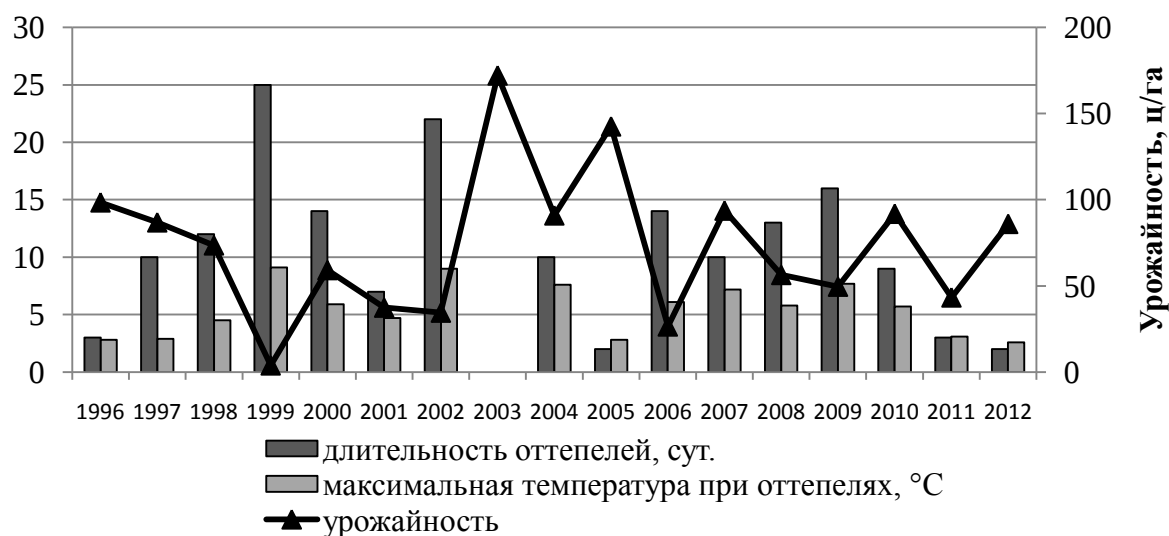


Рисунок 5 – Продолжительность и глубина оттепелей в феврале и урожайность яблони, 1996-2012 гг.

В таблице приведены факторы, которые оказывают сильное влияние на урожайность яблони в условиях Мелитопольского района, и соответствующие им коэффициенты корреляции.

Таблица – Результаты корреляционного анализа влияния погодных факторов на урожайность яблони (1996-2012 гг.)

№	Показатель	Коэффициент корреляции
X ₁	Средняя минимальная относительная влажность воздуха в июле	0,67±0,19
X ₂	Средняя максимальная температура марта	-0,69±0,19
X ₃	Средняя максимальная температура мая	0,76±0,17
X ₄	Средняя минимальная температура марта	-0,67±0,20
X ₅	Средняя минимальная температура мая	0,76±0,17
X ₆	Средняя температура при цветении	0,81±0,15
X ₇	Минимальная температура при цветении	0,79±0,16
X ₈	Средняя минимальная температура при цветении	0,74±0,18
X ₉	Средняя максимальная температура при цветении	0,74±0,18
X ₁₀	Продолжительность оттепелей в феврале	-0,73±0,18
X ₁₁	Максимальная температура при оттепелях в феврале	-0,68±0,19

Для этих факторов были проведены множественный корреляционный и регрессионный анализы, и по их результатам получено следующее уравнение зависимости средней урожайности яблони от стрессовых погодных факторов (с вероятностью 95 %):

$$Y = 1,8 X_1 - 1,84 X_2 + 9,87 X_3 - 19,47 X_4 - 7,37 X_5 + 20,19 X_6 + 16,45 X_7 - 0,82 X_8 - 23,46 X_9 + 1,86 X_{10} + 13,83 X_{11} - 80,60$$

При этом, коэффициент множественной корреляции (R) составил 0,987, коэффициент детерминации $R^2=0,975$, скорректированный коэффициент детерминации - 0,919, критерий $F(11,5)=17,48$, уровень значимости - 0,0027, при стандартной ошибке оценки - 11,99.

ВЫВОДЫ

Результатами корреляционного анализа выявлены основные стрессовые погодные факторы в условиях Южной Степи Украины, имеющие наибольшее влияние на урожайность яблони.

Разработана многофакторная модель, которая дает возможность прогнозировать урожайность яблони в зависимости от воздействия стрессовых факторов окружающей среды.

Литература

1. Рульев, В.А. Конкуентоспроможність плодів і ягід / В.А. Рульев. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2007. – 315 с.
2. Бублик, М.О. Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва / М.О. Бублик. – К.: Нора-прінт, 2005. – 286 с.
3. Бунцевич, Л.Л. Биологические особенности формирования урожайности яблони домашней: *Malus domestica* Borkh: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Л.Л. Бунцевич. – Краснодар, 2008. – 212 с.
4. Новикова, О.А. Влияние экологических факторов на урожай, сохраняемость и качество плодов яблони в условиях западной части Центрального Черноземья: дис. ... канд. сельскохозяйств. наук: 03.00.16 / О.А. Новикова. – Курск, 2003. – 168 с.
5. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

THE INFLUENCE OF WEATHER FACTORS ON THE YIELD OF APPLE TREE IN THE SOUTHERN STEPPE ZONE OF UKRAINE

M.E. Serdjuk, A.B. Rastorguev

ABSTRACT

It was estimated the influence of weather factors on the yield of apple in the Southern Steppe zone of Ukraine. The main stress factors that were related to weather conditions were determined through correlation analyses. They have the greatest effect on the yield of apple in the region. They include: the average minimum relative humidity in July, the difference between the average maximum and minimum temperatures in March and May, the temperature conditions during the flowering of culture and the duration and temperature of thaw in February. In the analysis and processing of the experimental data and the prediction of the final result there were used methods of variation statistics. In forming the multifactor models there was used a linear relationship: $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + A_nX_n$. As a result a multifactor model was worked out. It helps to predict the yield of apple trees depending on the effects of environmental stress factors.

Key words: apple tree, yield, weather factors, relative humidity, precipitation, temperature, Ukraine.

Дата поступления статьи в редакцию 26.03.2012