

УДК 634.11:631.55

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯБЛОНИ В ИНТЕНСИВНЫХ САДАХ

Александр Юрьевич Трунов

соискатель

alexander_myces@mail.ru

Юрий Викторович Трунов

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

trunov.yu58@mail.ru

Светлана Александровна Брюхина

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

sv_mich@mail.ru

Анна Юрьевна Медеяева

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ampleeva-anna84@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты изучения динамики плодоношения деревьев яблони в интенсивном саду на карликовом подвое Парадизка Будаговского за первые 10 лет плодоношения. Установлена выраженная регрессионная зависимость увеличения урожайности деревьев яблони 6 сортов в интенсивном саду за 10 лет плодоношения с коэффициентом корреляции $r = 0,75-0,93$. За первые 6 лет плодоношения в среднем по 6 экспериментальным сортам урожайность яблони увеличивается с 1 до 25 т/га, а в последующие годы наблюдений она стабилизируется и варьирует в интервале 25-35 т/га в зависимости от погодных условий года. Характер зависимости урожайности деревьев яблони от возраста в диапазоне 1-10 лет в среднем по 6

сортам аппроксимируется полиномиальными уравнениям регрессии с коэффициентами детерминации средней и высокой степени $R^2 = 0,60-0,86$. Варьирование коэффициентов уравнения обусловлено генотипической спецификой плодоношения сортов.

Ключевые слова: яблоня, интенсивный сад, урожайность, динамика плодоношения, регрессионный анализ.

Россия территориально располагается в природно-климатических условиях, которые отличаются критическими значениями по многим показателям: температуре, влажности и т.д., что ограничивает возможности использования территории для выращивания плодовых культур [2, 6]. Только некоторые южные регионы страны можно сравнить по благоприятным условиям со странами Европы [4, 12].

Несмотря на это, для выращивания наиболее зимостойких и устойчивых культур в нашей стране имеются достаточно благоприятные условия, особенно это касается яблони и некоторых ягодных культур [11]. Однако, успешное ведение садоводства в средней полосе России предполагает достаточно высокую урожайность и качество плодов, что невозможно в насаждениях старого, экстенсивного типа, которых еще много сохранилось в нашей стране [8]. Поэтому здесь нужны интенсивные насаждения, закладка которых в России в настоящее время ведется высокими темпами [7, 13, 14].

Интенсивность яблоневого сада формально определяется по плотности посадки деревьев, при этом интенсивными считаются сады с плотностью посадки более 1000 дер./га, а суперинтенсивными – с плотностью посадки более 3500 дер./га [7, 8]. Такие сады широко распространены уже во всем мире и в нашей стране [1, 9].

Любое уплотнение посадки сразу же приводит к увеличению урожайности насаждения и более быстрой окупаемости вложенных средств [5, 14].

Здесь многое может зависеть от подвоя, который, благодаря своему влиянию на рост и плодоношение деревьев, может определять степень интенсивности насаждений [1, 6]. Урожайность многолетних насаждений – очень вариабельный показатель, который зависит от множества факторов: сорта, возраста растений, обеспеченности благоприятными условиями произрастания, негативных природных явлений [12, 13, 14].

Основная цель научных исследований в плодоводстве – определить условия максимальной реализации потенциала продуктивности плодового сада с учетом факторов внешней среды, в связи с чем необходимо определить

сложный характер взаимосвязей между экологическими факторами и плодовыми растениями [13].

Для того чтобы прогнозировать ход естественных биологических процессов, происходящих в растении, планировать величину и качество урожаев в течении всего цикла эксплуатации насаждений, применяют методы математического моделирования [15, 16, 17].

Целью исследований являлось изучение динамики плодоношения деревьев яблони в интенсивном саду за первые 10 лет плодоношения.

Исследования проводили в 2015-2023 гг., в интенсивном саду ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября» Липецкой области, схема посадки деревьев – 4,0 × 1,0 м (2500 дер./га). Почвы – среднесуглинистые выщелоченные черноземы, среднемощные, слабокислые, среднеобеспеченные основными элементами минерального питания.

Объектами служили 6 сортов яблони: Лобо (контроль), Хоней Крисп, Альва, Лигол, Спартан, Беркутовское, на карликовом подвое Парадизка Будаговского, который отличается высокой морозостойкостью корневой системы [9]. При закладке опыта придерживались программы и методики исследований, принятой в научных учреждениях по садоводству [10].

Для математических расчетов и построения графиков зависимостей использовали программную среду Microsoft Excel 2016. Полученные результаты обрабатывались методами дисперсионного и регрессионного анализа по Доспехову Б.А. (1985) [3].

На рисунке 1 представлена динамика урожайности деревьев яблони сорта Хоней Крисп на карликовом подвое Парадизка Будаговского в интенсивном саду 2015 года посадки за 10 лет плодоношения.

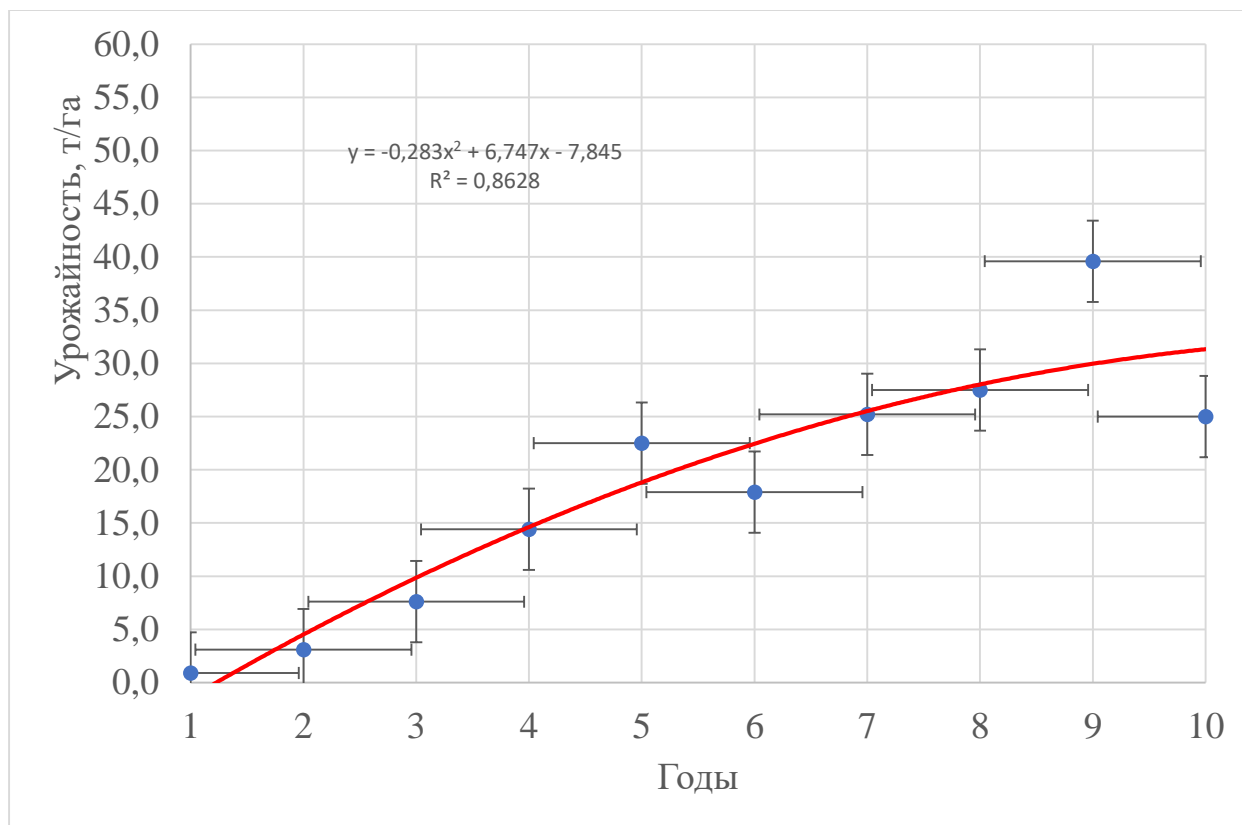


Рисунок 1 - Динамика урожайности деревьев яблони сорта Хоней Крисп в интенсивном саду за 10 лет плодоношения, т/га.

В данном исследовании была проведена оценка динамики урожайности яблони (т/га) сорта Хоней Крисп: среднее значение составило 18,4, а стандартное отклонение, характеризующее разброс данных, составило 12,1. С использованием стандартного метода построения доверительных интервалов на основе среднего значения и стандартной ошибки, был получен доверительный интервал с уровнем доверия 95%. Доверительный интервал оценки урожайности лежит в интервале от примерно от 9,7 до 27,0 т/га.

Наблюдается увеличение урожайности яблони сорта Хоней Крисп до 25 т/га с увеличением возраста деревьев от 1 до 7 лет, а затем наблюдается стабилизация урожайности.

Динамика урожайности яблони за 10 лет плодоношения выражается уравнением регрессии – полиномом второй степени (2) с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,8628$.

$$y = 0,283x^2 + 6,747x - 7,845 \tag{1}$$

Также был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона, значение которого составило 0,91. Это говорит о прямой и сильной связи между урожайностью и возрастом деревьев яблони.

На рисунке 2 представлена динамика урожайности деревьев яблони сорта Лигол на карликовом подвое Парадизка Будаговского в интенсивном саду 2015 года посадки за 10 лет плодоношения.

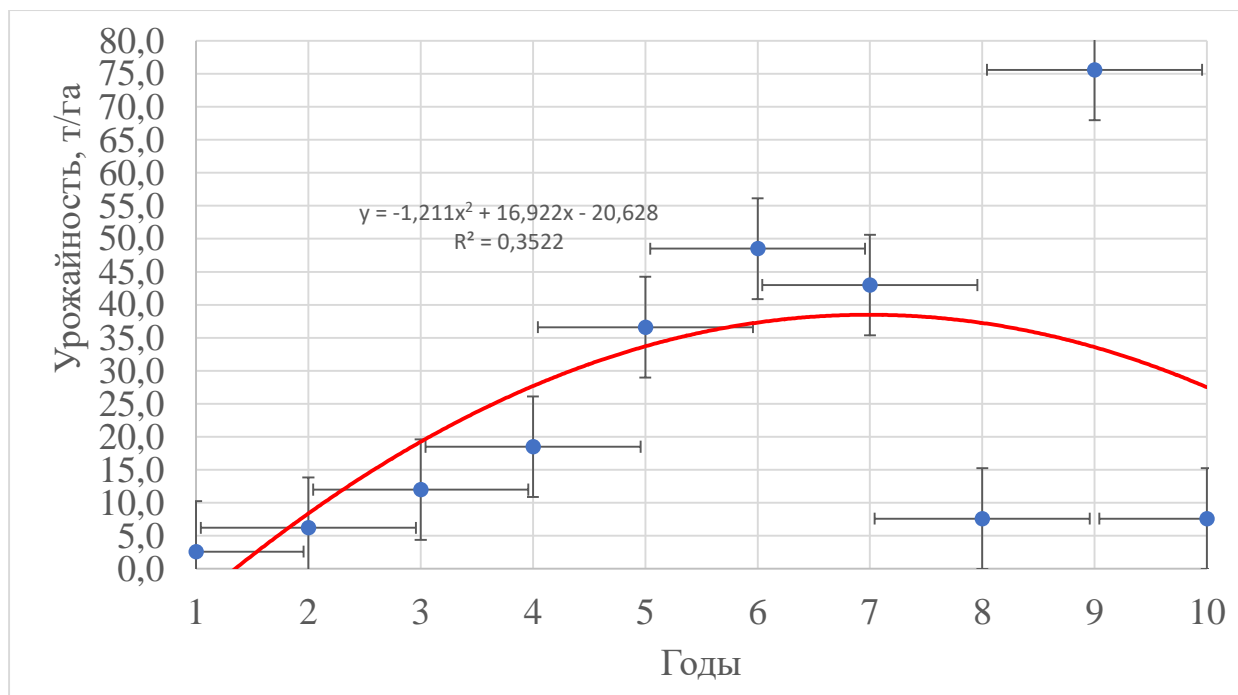


Рисунок 2 - Динамика урожайности деревьев яблони сорта Лигол в интенсивном саду за 10 лет плодоношения, т/га.

Средняя ошибка аппроксимации составила 172,47%, что, при допустимых значениях в 10-15%, говорит о достаточно низких прогнозных качествах модели.

Изучение зависимости урожайности яблони сорта Лигол от возраста деревьев показало, что коэффициент детерминации составил $R^2=0,3522$, что свидетельствует об отсутствии зависимости между изучаемыми показателями, что обусловлено сильным варьированием урожайности за последние 4 года плодоношения. Это явление вызвано существенными повреждениями деревьев сорта Лигол в экстремальную зиму 2021/22 гг.

Также был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона, значение которого составило 0,45. Это говорит о прямой и достаточно низкой связи между урожайностью и возрастом деревьев яблони.

На рисунке 3 представлена динамика урожайности деревьев яблони в среднем по 6 сортам на карликовом подвое Парадизка Будаговского в интенсивном саду 2015 года посадки за 10 лет плодоношения.

В данном исследовании была проведена оценка динамики урожайности яблони (т/га) в среднем по 6 сортам: среднее значение составило 19,3, а стандартное отклонение, характеризующее разброс данных, составило 14,4. С использованием стандартного метода построения доверительных интервалов на основе среднего значения и стандартной ошибки, был получен доверительный интервал с уровнем доверия 95%. Доверительный интервал оценки урожайности лежит в интервале от примерно от 9 до 29,6 т/га.

Наблюдается увеличение урожайности яблони в среднем по 6 сортам до 25 т/га с увеличением возраста деревьев от 1 до 6 лет, а затем наблюдается стабилизация урожайности.

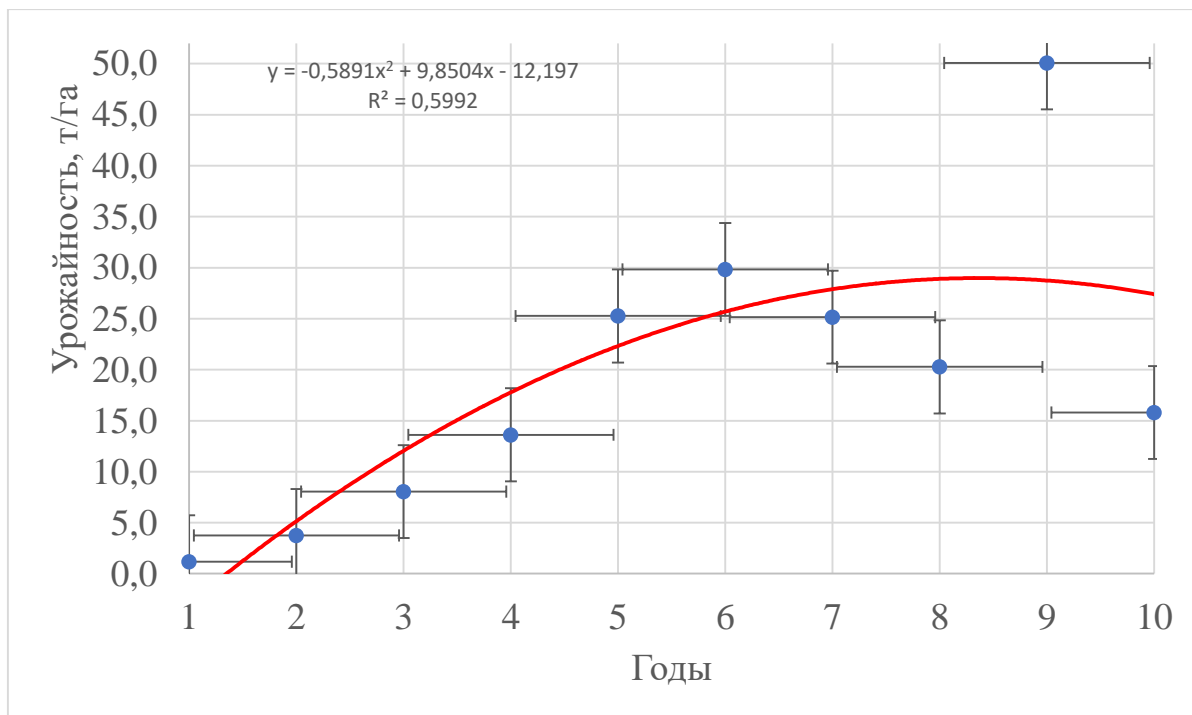


Рисунок 3 - Динамика урожайности деревьев яблони в интенсивном саду за 10 лет плодоношения в среднем по 6 сортам, т/га.

Динамика урожайности яблони за 10 лет плодоношения выражается уравнением регрессии – полиномом второй степени (4) с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,5992$.

$$y = 0,5891x^2 + 9,8504x + 12,197 \quad (2)$$

Построенная полиномиальная модель второго порядка описывает 94,53% вариации урожайности, что говорит о высоком качестве модели. Также был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона, значение которого составило 0,71. Это говорит о прямой и заметной связи между урожайностью и возрастом деревьев яблони.

Заключение

Установлена регрессионная зависимость увеличения урожайности деревьев яблони 6 сортов в интенсивном саду за 10 лет плодоношения с коэффициентом корреляции $r = 0,75-0,93$. За первые 6 лет плодоношения в среднем по 6 экспериментальным сортам урожайность яблони увеличивается с 1 до 25 т/га, а в последующие годы наблюдений она стабилизируется и варьирует в интервале 25-35 т/га в зависимости от погодных условий года.

Характер зависимости урожайности деревьев яблони от возраста в диапазоне 1-10 лет в среднем по 6 сортам аппроксимируется полиномиальными уравнениями регрессии с коэффициентами детерминации средней и высокой степени $R^2 = 0,60-0,86$.

$$y = (0,30-0,75)x^2 + (6-12)x + (7-16)$$

Варьирование коэффициентов уравнения обусловлено генотипической спецификой плодоношения сортов.

Список литературы:

1. Будаговский В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев. М.: Колос. 1976. 302 с.

2. Влияние удобрений на физиологическое состояние растений яблони в условиях средней и южной зон плодородия / Ю.В. Трунов и др. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2010. №2. С. 15-18.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат. 1985. 351с.

4. Загиров Н.Г. Режим орошения и дозы удобрений для спуровых сортов яблони в Дагестане. Садоводство и виноградарство. 1996. № 5-6. С. 5.

5. Интенсивные сады яблони средней полосы России / Трунов Ю.В. и др. Под ред. Ю.В. Трунова. Мичуринск – наукоград РФ. Воронеж: Кварта. 2016. 192 с.

6. Кашин В.И. Научные основы адаптивного садоводства. М.: Колос. 1995. 335 с.

7. Концепция научных исследований «Садоводство будущего» / Ю.В. Трунов, А.А. Завражнов, И.М. Куликов, А.И. Завражнов // Плодородие. 2019. №1(106). С. 51-55.

8. Концепция системы управления биологическими и производственными процессами в садоводстве на основе цифровых технологий с использованием искусственных нейронных сетей / Ю.В. Трунов, И.М. Куликов, А.В. Соловьев, А.А. Завражнов, А.И. Завражнов. Садоводство и виноградарство. 2019. №5. С. 54-58.

9. Перспективные клоновые подвои яблони для интенсивных садов / Ю.В. Трунов и др. // Садоводство и виноградарство. 2020. №2. С. 34-40.

10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова, Г.Л. Огольцовой. Орёл: ВНИИСП.К. 1999. 608с.

11. Соловьев А.В., Трунов Ю.В., Куличихин И.В. Продуктивность сортов яблони в интенсивных садах Липецкой области // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 12. С. 5-9.

12. Температура воздуха – значимый критерий пригодности территории для возделывания яблони и груши / Ю.В. Трунов, Е.М. Цуканова, Е.Н. Ткачев и

др. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 5. С. 42-43.

13. Трунов Ю.В. Биологические основы минерального питания яблони: научное издание / 2-е изд., перераб. и доп. Воронеж: Кварта. 2016. 418 с.

14. Трунов Ю.В. Проблемы развития садоводства России как управляемой развивающейся системы // Плодоводство и ягодоводство России. М.: ФГБНУ ВСТИСП. 2015. Т.42. С. 297-299.

15. Бобровиц Л.В. Корреляционно-регрессионные связи показателей роста и плодоношения яблони на слаборослых клоновых подвоях // Сб. докл. науч. конф. МГСХА. Мичуринск. 1998. Т. 2. С. 10-13.

16. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений / М. 1976. С. 12-20.

17. Петрушин В.Н., Бобровиц Л.В. Использование некоторых метеорологических параметров в математической оценке динамики роста яблони // Научные основы устойчивого садоводства в России: Докл. Конф. 11-12 марта 1999 г. Мичуринск. 1999. С. 163-166.

UDC 634.11:631.55

**ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF APPLE TREE
PRODUCTIVITY IN INTENSIVE GARDENS**

Alexander Yu. Trunov

applicant

alexander_myces@mail.ru

Yury V. Trunov

doctor of agricultural sciences, professor

trunov.yu58@mail.ru

Svetlana Al. Bryukhina

candidate of agricultural sciences, associate professor

sv_mich@mail.ru

Anna Yu. Medelyaeva

candidate of agricultural sciences, associate professor

ampleeva-anna84@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The article presents the results of the research was to study the dynamics of fruiting of apple trees in an intensive garden on the dwarf rootstock Paradise Budagovsky during the first 10 years of fruiting. A pronounced regression relationship has been established for the increase in the yield of apple trees of 6 varieties in an intensive garden over 10 years of fruiting with a correlation coefficient of $r = 0.75-0.93$. During the first 6 years of fruiting, on average for 6 experimental varieties, apple tree yield increases from 1 to 25 t/ha, and in subsequent years of observation it stabilizes and varies in the range of 25-35 t/ha depending on the weather conditions of the year. The nature of the dependence of the yield of apple trees on age in the range of 1-10 years on average for 6 varieties is approximated by polynomial regression equations with coefficients of determination of medium and high degrees $R^2 = 0.60-0.86$. The variation in the coefficients of the equation is due to the genotypic specificity of the fruiting varieties. The use of such fruiting models makes it possible to predict the average annual yield of an intensive apple orchard during age periods of increasing yields and during the period of full fruiting.

Key words: apple tree, intensive orchard, productivity, fruiting dynamics, regression analysis.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.