

**УДК 634.11:630.521**

## **ЗАВИСИМОСТЬ БИОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ ОТ ДИАМЕТРА ШТАМБА В ИНТЕНСИВНОМ САДУ**

**Александр Юрьевич Трунов**

соискатель

**Юрий Викторович Трунов**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

trunov.yu58@mail.ru

**Светлана Александровна Брюхина**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Анна Юрьевна Медеяева**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье показаны результаты оценки зависимости между диаметром ствола и накоплением сырой биомассы надземной части деревьев яблони сортов Хоней Крисп и Лобо в интенсивном саду 4-х летнего возраста.

Установлена сильная прямая зависимость между диаметром ствола и накоплением сырой биомассы надземной части деревьев яблони с коэффициентом корреляции 0,96-0,97. При увеличении диаметра ствола деревьев яблони биомасса надземной части пропорционально увеличивается.

Характер зависимости сырой биомассы надземной части деревьев от диаметра ствола в диапазоне 10-40 мм аппроксимируется полиномиальным уравнением регрессии с коэффициентом детерминации высокой степени  $R^2 = 0,98-0,99$ .

**Ключевые слова:** яблоня, интенсивный сад, диаметр ствола, надземная часть деревьев, биомасса, корреляция.

Главная тенденция развития современного мирового садоводства – создание интенсивных и суперинтенсивных садов. Наиболее распространены в мире схемы размещения деревьев в суперинтенсивных яблоневых садах на карликовых подвоях 2500-4760 дер./га [5, 12].

Основная задача уплотнения интенсивных насаждений – увеличение продуктивности с единицы площади, ускорение начала товарного плодоношения, окупаемости капитальных затрат, снижение себестоимости производства продукции [3, 11].

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 почвенно-климатическими факторами и плодовыми растениями [9].

Основой математического моделирования продукционного процесса является знание основных физиологических процессов формирования урожая: фотосинтеза, дыхания, транспирации, поглощения элементов минерального питания, распределения ассимилятов между органами растений. Все процессы рассматривают как взаимосвязанную совокупность, на которую действуют метеорологические, почвенные и внутренние биологические факторы [1, 4].

Эмпирические формулы могут иметь любой вид вследствие огромного разнообразия конкретных ситуаций в агроценозах и биологических системах, проявляющихся по-разному в генотипическом, погодно-климатическом, почвенном, физиологическом и других аспектах. Однако, в конечном счете решение задачи сводится к раскрытию, анализу, оценке и использованию регрессионных функций зависимости от одного (простые) или нескольких (множественные) факторов [7].

А.Р. Расуловым, П.Г. Лучковым (1998) установлена прямая (линейная) зависимость массы деревьев яблони и поперечного сечения штамба, выраженная уравнением линейной регрессии [8].

Линейные корреляции установлены между выносом азота, фосфора, калия и массой листьев на деревьях, выносом калия и урожаем; выносом азота и массой корневой системы; потреблением азота, фосфора, калия и возрастом сада [10].

Биологические процессы, как правило, не являются линейными и могут быть достаточно адекватно представлены только нелинейными функциями с наличием у них предельных значений.

По данным Ю.В. Трунова (2016), зависимость биомассы и диаметра штамба деревьев нелинейна и по виду функции ближе всего к полиному второй или третьей степени [10].

Логарифмический вид регрессионной зависимости наблюдается между массой листьев, величиной ежегодного прироста биомассы, выносом азота, фосфора, калия и биомассой, диаметром штамба деревьев яблони [10].

Существенным недостатком всех перечисленных функций эмпирико-статистического моделирования является необходимость получения отдельной формулы, или, по крайней мере, конкретных коэффициентов для каждого сорта, почвенно-климатических условий, агрометеорологических условий лет, то есть их ограниченность, локальность, неполнота учета факторов, отсутствие физического обоснования и другое.

Целью исследований было установить зависимости между диаметром ствола и накоплением биомассы надземной части деревьев яблони в интенсивном саду на карликовом подвое Парадизка Будаговского, который отличается высокой морозостойкостью корневой системы [6].

Почвы – тяжелосуглинистые выщелоченные черноземы, среднемощные, слабокислые, среднеобеспеченные основными элементами минерального питания.

Исследования проводили в 2020-2023 гг., в саду заложенном в 2020 г. на опытном участке НОЦ имени В.И. Будаговского Мичуринского ГАУ с уплотненной для данного типа сада схемой посадки деревьев –  $3,0 \times 0,7$  м (4762 дер./га).

Объектами служили сорта яблони Хоней Крисп и Лобо.

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) [2].

На рисунке 1 представлена динамика сырой биомассы надземной части деревьев сорта Хоней Крисп в интенсивном саду 2020 года посадки в зависимости от диаметра ствола деревьев.

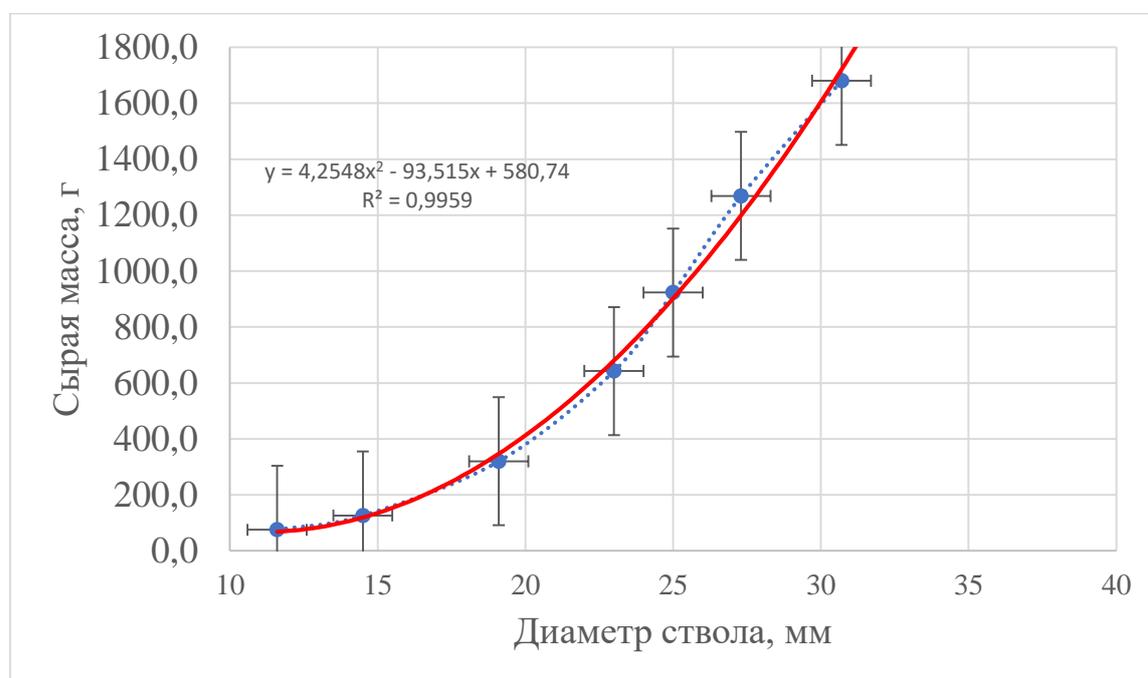


Рисунок 1 - Зависимость сырой биомассы надземной части деревьев сорта Хоней Крисп в интенсивном саду от диаметра ствола.

В данном исследовании была проведена оценка биомассы деревьев сорта Хоней Крисп: среднее значение составило 719,5, а стандартное отклонение, характеризующее разброс данных, составило 605,2. 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 биомассы лежит в интервале от 159,8 до 1279,2 г.

Наблюдается увеличение сырой биомассы надземной части деревьев яблони сорта Хоней Крисп с увеличением диаметра ствола до 40 мм.

Характер зависимости сырой биомассы надземной части деревьев от диаметра ствола в исследуемом диапазоне аппроксимируется полиномиальным уравнением регрессии (1) с коэффициентом детерминации высокой степени  $R^2 = 0,9959$ .

$$y = 4,2548x^2 + 93,515x + 580,74 \quad (1)$$

Построенная полиномиальная модель второго порядка описывает 94,53% вариации биомассы надземной части, что говорит о высоком качестве модели. Также был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона, значение которого составило 0,96. Это говорит о прямой и весьма сильной связи между диаметром ствола и сырой биомассой надземной части деревьев сорта Хоней Крисп.

На рисунке 1 представлена динамика сырой биомассы надземной части деревьев сорта Лобо в интенсивном саду 2020 года посадки в зависимости от диаметра ствола деревьев.

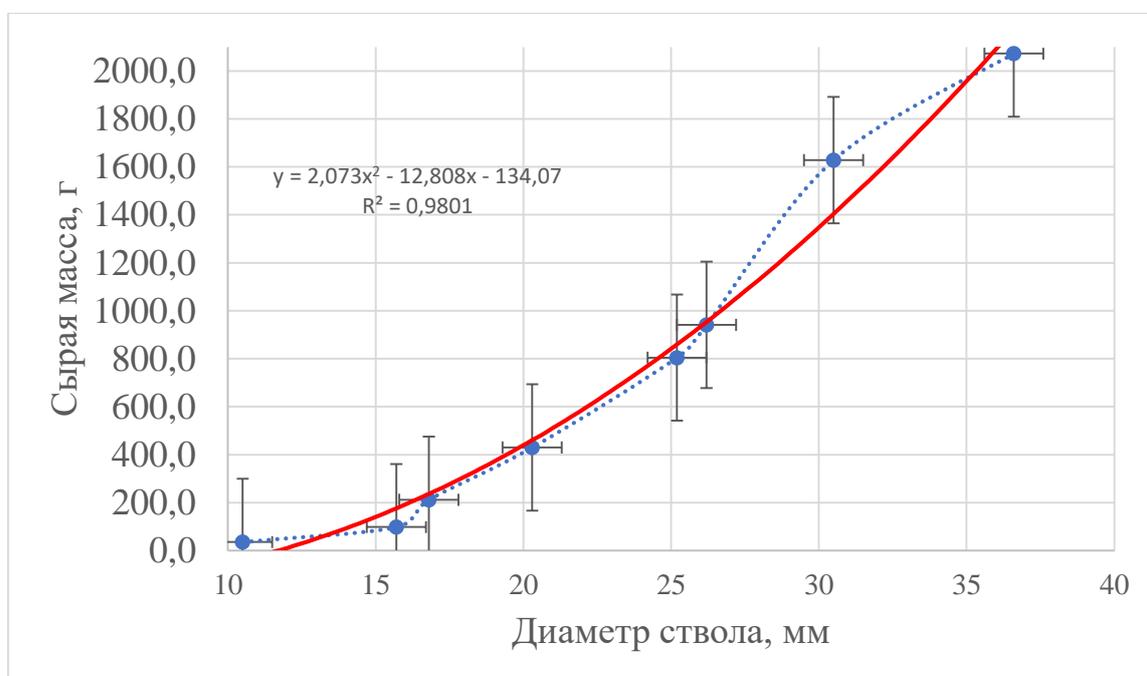


Рисунок 2 - Зависимость сырой биомассы надземной части деревьев сорта Лобо в интенсивном саду от диаметра ствола.

В данном исследовании была проведена оценка биомассы деревьев сорта Лобо: среднее значение составило 777,8, а стандартное отклонение, характеризующее разброс данных, составило 744,7. 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 биомассы лежит в интервале от 155,2 до 1400,4 г.

Наблюдается увеличение сырой биомассы надземной части деревьев яблони сорта Хоней Крисп с увеличением диаметра ствола от 10 до 40 мм.

Характер зависимости сырой биомассы надземной части деревьев от диаметра ствола в исследуемом диапазоне аппроксимируется полиномиальным уравнением регрессии (2) с коэффициентом детерминации высокой степени  $R^2 = 0,9801$ .

$$y = 2,073x^2 + 12,808x + 134,07 \quad (2)$$

Построенная полиномиальная модель второго порядка описывает 94,53% вариации биомассы надземной части, что говорит о высоком качестве модели. Также был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона, значение которого составило 0,97. Это говорит о прямой и весьма сильной связи между диаметром ствола и сырой биомассой надземной части деревьев сорта Лобо.

### **Заключение**

Установлена сильная прямая зависимость между диаметром ствола деревьев яблони сортов Хоней Крисп и Лобо в интенсивном саду 4-х летнего возраста и накоплением сырой биомассы надземной части с коэффициентом корреляции 0,96-0,97. При увеличении диаметра ствола деревьев яблони биомасса надземной части пропорционально увеличивается.

Характер зависимости сырой биомассы надземной части деревьев от диаметра ствола в диапазоне 10-40 мм аппроксимируется полиномиальным уравнением регрессии с коэффициентом детерминации высокой степени  $R^2 = 0,98-0,99$ .

### Список литературы:

1. Бобрович 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.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат. 1985. 351с.
3. Интенсивные сады яблони средней полосы России / Трунов Ю.В. и др. Под ред. Ю.В. Трунова. Мичуринск – наукоград РФ. Воронеж: Кварта. 2016. 192 с.
4. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. М.: 1976. С. 12-20.
5. Концепция научных исследований «Садоводство будущего» / Ю.В. Трунов, А.А. Завражнов, И.М. Куликов, А.И. Завражнов // Плодородие. 2019. №1(106). С. 51-55.
6. Перспективные клоновые подвои яблони для интенсивных садов / Ю.В. Трунов и др. // Садоводство и виноградарство. 2020. №2. С. 34-40.
7. Петрушин В.Н., Бобрович 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.
8. Расулов А.Р., Лучков П.Г. Изучение некоторых аспектов продукционного процесса яблони // Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве: Сб. докл. Междунар. науч. метод конф. Мичуринск. 1998. Т. 1. С. 99-101.
9. Теренько Г.Н. Факторы экологической среды и их влияние на продуктивность сада // Экология и промышл. сад-во: Сб. науч. тр. Мичуринск. 1992. С. 22-31.
10. Трунов Ю.В. Биологические основы минерального питания яблони: научное издание. 2-е изд., перераб. и доп. Воронеж: Кварта. 2016. 418 с.

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

12. Modeling the productivity of intensive and super-intensive apple orchard in the midland of Russia / Yu.V. Trunov, A.V. Solovyev, A.A. Zavrazhnov, Z.N. Tarova // 10P Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 845. International Conference on Agricultural Science and Engineering 12-14 April 2021. Michurinsk. Russian Federation, 845012043.

**UDC 634.11:630.521**

**DEPENDENCE OF BIOMASS OF APPLE TREES ON THE  
DIAMETER OF THE STEM IN AN INTENSIVE GARDEN**

**Alexander Yu. Trunov**  
applicant

**Yury V. Trunov**  
doctor of agricultural sciences, professor  
trunov.yu58@mail.ru

**Svetlana A. Bryukhina**  
candidate of agricultural sciences, associate professor

**Anna Yu. Medelyaeva**  
candidate of agricultural sciences, associate professor

Michurinsk State Agrarian University  
Michurinsk, Russian Federation

**Abstract.** The article shows the results of assessing the relationship between trunk diameter and the accumulation of raw biomass of the above-ground part of apple trees of the Honey Crisp and Lobo varieties in a 4-year-old intensive garden.

A strong direct relationship has been established between trunk diameter and the accumulation of raw biomass of the above-ground part of apple trees with a correlation coefficient of 0.96-0.97. As the diameter of the trunk of apple trees increases, the biomass of the aboveground part increases proportionally.

The nature of the dependence of the raw biomass of the aboveground part of trees on the trunk diameter in the range of 10-40 mm is approximated by a polynomial regression equation with a high degree determination coefficient  $R^2 = 0.98-0.99$ .

**Key words:** apple tree, intensive garden, trunk diameter, above-ground part of trees, biomass, correlation.

Статья поступила в редакцию 03.05.2024; одобрена после рецензирования 13.06.2024; принята к публикации 27.06.2024.

The article was submitted 03.05.2024; approved after reviewing 13.06.2024; accepted for publication 27.06.2024.