

УДК 634.11:631.55

**ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КОЛИЧЕСТВО И
СРЕДНЮЮ МАССУ ПЛОДОВ НА ДЕРЕВЬЯХ ЯБЛОНИ В
ИНТЕНСИВНОМ САДУ**

Трунов Александр Юрьевич

соискатель

alexander_myces@mail.ru

Кузин Андрей Иванович

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

andrey.kuzin1967@yandex.ru

Трунов Юрий Викторович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

trunov.yu58@mail.ru

Брюхина Светлана Александровна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

sv_mich@mail.ru

Меделяева Анна Юрьевна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ampleeva-anna84@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье представлены многолетние исследования по изучению влияния азотных удобрений на компоненты биологической продуктивности деревьев яблони в интенсивном саду на карликовом подвое Парадизка Будаговского. Экспериментальные данные позволяют констатировать влияние азотных удобрений на генеративную продукцию деревьев яблони на карликовых подвоях в интенсивном саду. У деревьев сорта

Лобо под действием азотных удобрений увеличивались: число плодов на дереве – на 13,3%-16,0%; средняя масса плодов – на 6,7%-9,6%. У деревьев сорта Хоней Крисп увеличивались: число плодов на дереве – на 14,3%-19,0%; средняя масса плодов – на 11,1%-13,7%. Расчетная величина вклада метаболических ресурсов в плодоношение у сорта Хоней Крисп выше на 6,9%, откликаемость почти одинакова (у сорта Лобо выше на 2,9%), при этом Хоней Крисп проявляет более высокий биологический потенциал в использовании азота.

Ключевые слова: яблоня, интенсивный сад, продуктивность, динамика плодоношения, регрессионный анализ

Россия располагается в природно-климатических условиях с критическими значениями многих показателей погодных условий: температуры, влажности и т.д., что ограничивает возможности выращивания плодовых культур [8, 11, 14]. Только некоторые южные регионы страны можно сравнить по благоприятным условиям со странами Европы [7, 16].

Тем не менее в России для выращивания наиболее зимостойких и устойчивых культур имеются достаточно благоприятные условия, особенно для яблони [8, 22]. Успешное ведение садоводства предполагает получение высокой урожайности и качества плодов, что невозможно в насаждениях старого, экстенсивного типа [6, 13]. В настоящее время закладка интенсивных насаждений в России ведется высокими темпами [12, 25, 26, 27].

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 [10]. Такие сады широко распространены уже во всем мире и в нашей стране [2, 3, 9, 17].

Подвой, оказывая влияние на агробиологические параметры деревьев, может определять степень интенсивности насаждений [2, 11]. Урожайность многолетних насаждений зависит от многих факторов: сортовой и возрастной специфики [19, 21], обеспеченности комфортными условиями произрастания [15], негативных погодных условий [4, 23].

Главная задача в садоводстве – добиться максимальной реализации потенциала продуктивности плодового сада на фоне воздействия экологических факторов, для чего необходимо определить характер взаимосвязей между факторами среды и растениями [24].

Для прогноза биологических процессов в растениях, планирования величины и качества урожаев в течении онтогенеза насаждений применяют методы математического моделирования [1, 10, 18].

Цель исследований – изучение влияния азотных удобрений на компоненты биологической продуктивности деревьев яблони в интенсивном саду.

Исследования проводили в 2020-2024 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, низкообеспеченные основными элементами минерального питания.

Объектами служили сорта яблони: Лобо и Хоней Крисп на карликовом подвое Парадизка Будаговского, который отличается высокой морозостойкостью корневой системы [17]. При закладке опыта придерживались программы и методики исследований, принятой в научных учреждениях по садоводству [20].

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) [5].

В таблице 1 показано количество плодов яблони на карликовом подвое Парадизка Будаговского (В9) в интенсивном саду 2015 года посадки (начало плодоношения – с первого года после посадки) в возрастном периоде полного плодоношения при внесении в почву возрастающих доз азотных удобрений.

Таблица 1

Количество плодов на деревьях яблони при внесении в почву азотных удобрений, шт./дерево

| Сорта | Варианты | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | Ср. | ± σ |
|-------------------|------------------|------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------|
| Лобо | Контроль | 75 | 65 | 46 | 131 | 60 | 75 | ± 33 |
| | N ₄₅ | 74 | 65 | 48 | 134 | 63 | 77 | ± 33 |
| | N ₉₀ | 77 | 68 | 50 | 143 | 69 | 81 | ± 36 |
| | N ₁₃₅ | 75 | 69 | 54 | 144 | 71 | 83 | ± 35 |
| | N ₁₈₀ | 76 | 71 | 57 | 146 | 73 | 85 | ± 35 |
| | N ₂₂₅ | 79 | 71 | 60 | 151 | 75 | 87 | ± 36 |
| | N ₂₇₀ | 78 | 72 | 60 | 151 | 75 | 87 | ± 36 |
| НСР ₀₅ | | 4,5 | 6,1 | 9,3 | 12,3 | 10,3 | 8,7 | |
| Хоней крисп | Контроль | 51 | 83 | 89 | 125 | 74 | 84 | ± 27 |
| | N ₄₅ | 51 | 83 | 91 | 128 | 77 | 86 | ± 28 |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----|-----------|------------|------------|-----------|------------|------|
| N ₉₀ | 53 | 86 | 96 | 136 | 84 | 91 | ± 30 |
| N ₁₃₅ | 52 | 87 | 97 | 144 | 86 | 93 | ± 33 |
| N ₁₈₀ | 54 | 90 | 101 | 149 | 88 | 96 | ± 34 |
| N ₂₂₅ | 55 | 90 | 103 | 153 | 91 | 98 | ± 35 |
| N ₂₇₀ | 55 | 93 | 103 | 156 | 91 | 100 | ± 36 |
| НСР ₀₅ | 4,4 | 7,6 | 11,4 | 14,4 | 11,3 | 10,2 | |

***жирным шрифтом** выделены значения показателя, существенно превышающие значения в контрольном варианте (здесь и далее)

В среднем за 5 лет существенным для обоих сортов можно считать повышение числа плодов при внесении от 180 кг/га д.в. азотных удобрений. Число плодов на деревьях яблони сорта Лобо возрастало на 13,3%-16,0%, на деревьях сорта Хоней Крисп – на 14,3%-19,0%. Увеличение дозы удобрения выше минимально эффективной по каждому сорту не приводило к пропорциональному увеличению количества плодов, что говорит о наличии нелинейной зависимости между дозой вносимых азотных удобрений и числом плодов на деревьях яблони на карликовых подвоях.

Динамика количества плодов на деревьях яблони при повышении доз азотных удобрений в интенсивном саду выражается логистическим уравнением регрессии вида:

$$N_{нл.} = K_{нл.} / (K_{нл.} \times P_{нл.} \times e^{-r \times xN} + 1),$$

где: $N_{нл.}$ – количество плодов на дерево, $K_{нл.}$ – потенциал по количеству плодов, $P_{нл.}$ – метаболический вклад в увеличение количества плодов, r – скорость изменения показателя. Связь теоретической кривой и опытных данных для обоих сортов тесная, коэффициент детерминации $R^2 \geq 0,862$.

Величина $K_{нл.}$ для сорта Лобо составляет 90 плодов на дерево, для сорта Хоней крисп – 103 плода на дерево, причем она отражает норму реакции растения 6-8 лет на растущий уровень азотного питания, а не возможный максимум для сорта (он может быть и выше).

На рисунке 1 показана динамика количества плодов на деревьях яблони сортов Лобо и Хоней крисп при внесении в почву азотных удобрений, в среднем за 5 лет исследований.

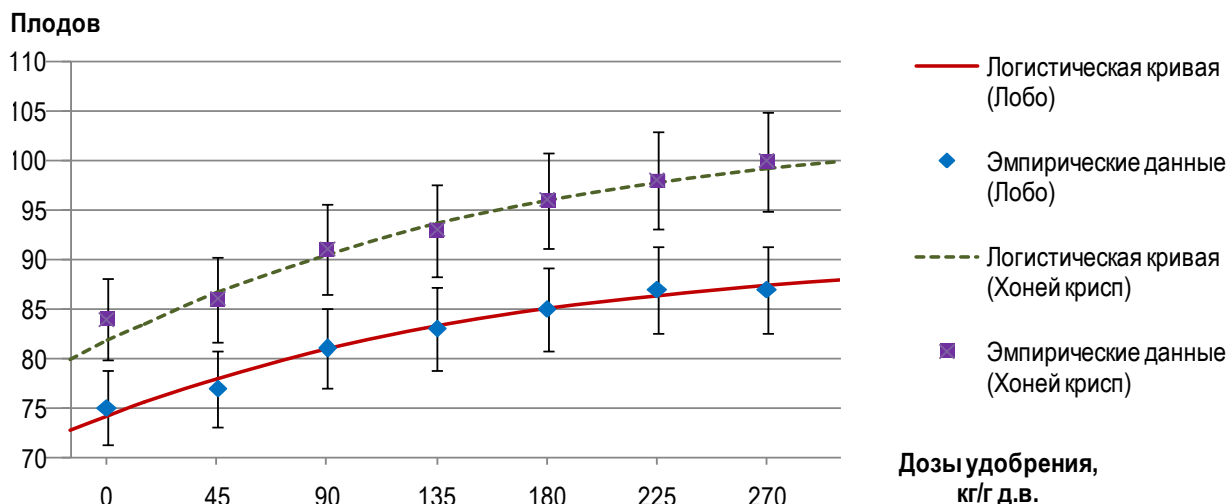


Рисунок 1 – Изменение количества плодов на деревьях яблони в интенсивном саду при внесении в почву азотных удобрений, шт./дер.

Расчетная величина вклада метаболических ресурсов в плодоношение у сорта Хоней крисп выше на 6,9%, откликаемость почти одинакова (у сорта Лобо выше на 2,9%), при этом Хоней крисп проявляет более высокий биологический потенциал в использовании азота.

В таблице 2 показана средняя масса плодов яблони при внесении в почву возрастающих доз азотных удобрений.

Наиболее высокая средняя масса плодов яблони сортов Лобо и Хоней крисп отмечена в 2020 и 2023 гг. В 2020 году у яблони сорта Лобо средняя масса плодов по всем вариантам находилась в пределах 146-150 г., у яблони сорта Хоней крисп по всем вариантам – в пределах 132-135 г.

В среднем за 5 лет исследований было установлено, что средняя масса плодов яблони сорта Лобо достоверно увеличивалась на 6,7%-9,6% при внесении от 135 кг/га д.в. азотных удобрений, а средняя масса плодов яблони сорта Хоней крисп – на 11,1%-13,7% при внесении от 180 кг/га д.в. азотных удобрений. При

этом отмечается примерно в полтора раза меньшая величина разброса показателя по годам у сорта Хоней крисп.

Таблица 2

Средняя масса плодов яблони при внесении в почву азотных удобрений, г

| Сорта | Варианты | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | Ср. | $\pm \sigma$ |
|-------------------|------------------|------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Лобо | Контроль | 147 | 114 | 134 | 143 | 136 | 135 | $\pm 12,6$ |
| | N ₄₅ | 146 | 117 | 139 | 148 | 140 | 138 | $\pm 12,4$ |
| | N ₉₀ | 147 | 120 | 145 | 152 | 146 | 142 | $\pm 12,4$ |
| | N ₁₃₅ | 150 | 121 | 146 | 155 | 147 | 144 | $\pm 13,3$ |
| | N ₁₈₀ | 148 | 123 | 149 | 156 | 149 | 145 | $\pm 12,6$ |
| | N ₂₂₅ | 150 | 125 | 152 | 158 | 150 | 147 | $\pm 12,9$ |
| | N ₂₇₀ | 149 | 125 | 154 | 159 | 153 | 148 | $\pm 13,4$ |
| НСР ₀₅ | | 4,5 | 8,4 | 11,1 | 11,5 | 10,4 | 9,1 | |
| Хоней крисп | Контроль | 132 | 116 | 113 | 114 | 109 | 117 | $\pm 8,7$ |
| | N ₄₅ | 133 | 112 | 118 | 117 | 120 | 120 | $\pm 7,8$ |
| | N ₉₀ | 134 | 117 | 123 | 121 | 122 | 123 | $\pm 6,5$ |
| | N ₁₃₅ | 132 | 118 | 125 | 133 | 126 | 127 | $\pm 7,3$ |
| | N ₁₈₀ | 134 | 121 | 127 | 143 | 128 | 130 | $\pm 8,0$ |
| | N ₂₂₅ | 135 | 121 | 128 | 146 | 131 | 132 | $\pm 9,3$ |
| | N ₂₇₀ | 133 | 123 | 128 | 148 | 132 | 133 | $\pm 9,3$ |
| НСР ₀₅ | | 3,9 | 7,3 | 12,8 | 13,3 | 13,5 | 11,1 | |

На рисунке 3 показано изменение средней массы плодов на деревьях яблони в интенсивном саду при внесении в почву азотных удобрений.

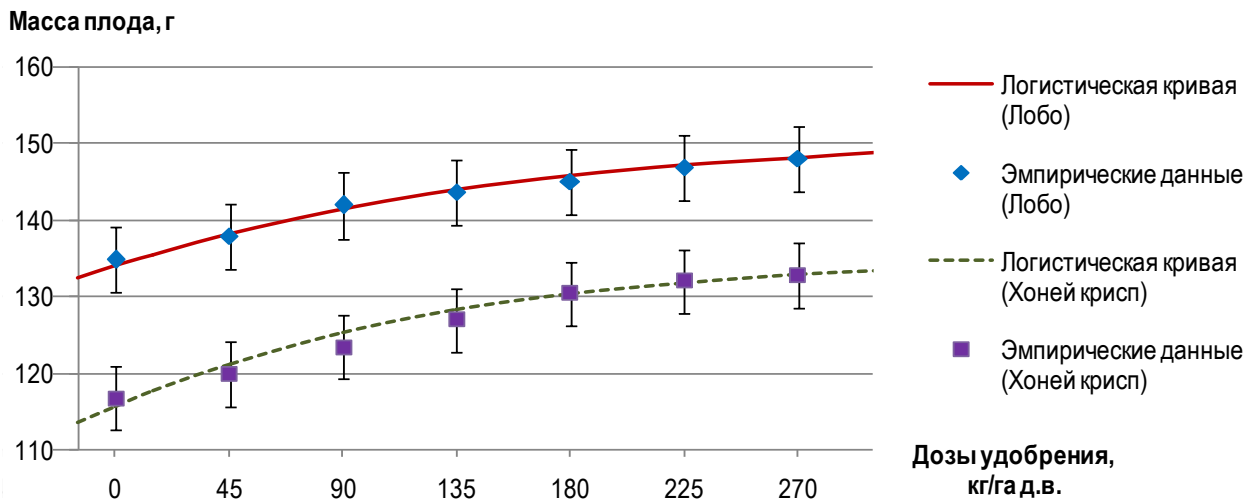


Рисунок 2 – Изменение средней массы плодов на деревьях яблони в интенсивном саду при внесении в почву азотных удобрений, г.

Динамика количества плодов на деревьях яблони сорта Лобо при повышении доз азотных удобрений в интенсивном саду выражается логистическим уравнением регрессии вида:

$$M_{пл.} = 151 / (0,1268 \times e^{-0,0071 \times xN} + 1)$$

Динамика количества плодов на деревьях яблони сорта Хоней крисп при повышении доз азотных удобрений в интенсивном саду выражается логистическим уравнением регрессии вида:

$$M_{пл.} = 135 / (0,1674 \times e^{-0,0085 \times xN} + 1)$$

Связь теоретических кривых и опытных данных для обоих сортов тесная, коэффициент детерминации для сорта Лобо: $R^2 = 0,993$; для сорта Хоней крисп: $R^2 = 0,971$. Откликаемость и вклад ресурсов в биомассу плодов выше у сорта Хоней крисп, потенциал наращивания массы выше у сорта Лобо, который является более крупноплодным.

Заключение.

Экспериментальные данные позволяют констатировать влияние азотных удобрений на генеративную продукцию деревьев яблони на карликовых подвоях в интенсивном саду.

У деревьев сорта Лобо под действием азотных удобрений увеличивались: число плодов на дереве – на 13,3%-16,0%; средняя масса плодов – на 6,7%-9,6%.

У деревьев сорта Хоней крисп увеличивались: число плодов на дереве – на 14,3%-19,0%; средняя масса плодов – на 11,1%-13,7%.

Расчетная величина вклада метаболических ресурсов в плодоношение у сорта Хоней крисп выше на 6,9%, откликаемость почти одинакова (у сорта Лобо выше на 2,9%), при этом Хоней крисп проявляет более высокий биологический потенциал в использовании азота.

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. Будаговский В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев // М.: Колос, 1976. 302 с.
3. Григорьева Л.В. Агробиологические аспекты повышения продуктивности яблони в насаждениях ЦЧР РФ / Автореф. дисс. докт. с.-х. наук. Краснодар. 2015. 47 с.
4. Григорьева, Л.В. Состояние насаждений яблони после суровой зимы 2006 г. // Садоводство и виноградарство. 2007. № 5. С. 2-3.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
6. Завражнов А.А., Завражнов А.И., Ланцев В.Ю. Индустриальные технологии интенсивного садоводства // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. №5. С. 47-51.
7. Загиров Н.Г. Режим орошения и дозы удобрений для спуровых сортов яблони в Дагестане. Садоводство и виноградарство. 1996. № 5-6. С. 5.
8. Загиров Н.Г., Мурсалов М.М., Габиев Т.Г. О возможности выращивания хурмы восточной в Южном Дагестане. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 4. С. 31-33.

9. Интенсивные сады яблони средней полосы России / Трунов Ю.В. [и др.]. Под ред. Ю.В. Трунова. Мичуринск – наукоград РФ. Воронеж: Кварта, 2016. 192 с.
10. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений // М., 1976. С. 12-20.
11. Кашин В.И. Научные основы адаптивного садоводства. М.: Колос, 1995. 335 с.
12. Концепция научных исследований «Садоводство будущего» / Ю.В. Трунов, А.А. Завражнов, И.М. Куликов, А.И. Завражнов // Плодородие. 2019. №1(106). С. 51-55.
13. 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.
14. Кузин А.И., Трунов Ю.В. Распределение доступного фосфора в корнеобитаемом слое почвы под влиянием капельного орошения и фертигации в интенсивном яблоневоом саду // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015. №34(4). С. 72-85.
15. Кузин А.И., Трунов Ю.В., Соловьев А.В. Оптимизация азотного питания яблони (*Malus domestica* Borkh) при фертигации и внесении бактериальных удобрений // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 5. С. 1013–1024.
16. Муханин И.В. Научное обоснование системы производства посадочного материала для интенсивных насаждений яблони и модели садов. Дис. ... доктора с.-х. наук. М., 2011. 451 с.
17. Перспективные клоновые подвои яблони для интенсивных садов / Ю.В. Трунов [и др.] // Садоводство и виноградарство. 2020. №2. С. 34-40.
18. 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.

19. Продуктивность сортов яблони в зависимости от способа закладки интенсивного сада / В.Ф. Воробьев, И.М. Куликов, Н.Ю. Джура и др. // Техника и оборудование для села. 2022. № 6 (300). С. 30–33.

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

21. Результаты применения регулятора роста «Регалис» в интенсивных садах яблони / Н.Я. Каширская, А.А. Скрылёв, А.В. Соловьев и др. // Садоводство и виноградарство. 2018. № 3. С. 54–57.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

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

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

27. Трунов Ю.В., Трунова Л.Б. Достижения и проблемы российской науки в области минерального питания садовых растений // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013. №23(5). С. 121-130.

UDC 634.11:631.55

**EFFECT OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE NUMBER AND
AVERAGE WEIGHT OF FRUITS ON APPLE TREES IN AN INTENSIVE
ORCHARD**

Alexander Yu. Trunov

applicant

alexander_myces@mail.ru

Andrey I. Kuzin

doctor of agricultural sciences, associate professor

Yury V. Trunov

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 presents long-term studies on the effect of nitrogen fertilizers on the components of biological productivity of apple trees in an intensive garden on the dwarf rootstock Paradise Budagovsky. Experimental data allow us to establish the influence of nitrogen fertilizers on both vegetative and generative production of apple trees on dwarf rootstocks in an intensive garden. In Lobo trees, the following increased under the influence of nitrogen fertilizers: number of fruits per tree – by 13.3%-16.0%; average fruit weight – by 6.7%-9.6%. The Honey Crisp trees showed an increase in: the number of fruits per tree by 14.3%-19.0%; average fruit weight by 11.1%-13.7%. The calculated value of the contribution of metabolic resources to fruiting in the Honey Crisp variety is 6.9% higher, the response is almost

the same (in the Lobo variety it is 2.9% higher), while Honey Crisp exhibits a higher biological potential in the use of nitrogen.

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

Статья поступила в редакцию 10.05.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 10.05.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.