М. В. Шемякін
кандидат с.-г. наук, доцент кафедри геодезії, картографії та кадастру Уманського національного університету садівництва
misha.uman@gmail.com

УДК 631.674.6:634.11

В. П. Кирилюк
кандидат с.-г. наук, доцент кафедри геодезії, картографії та кадастру Уманського національного університету садівництва
kirilyuk60@mail.ua

СКЛАДОВІ ВОДООЩАДЛИВОГО РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ ІНТЕНСИВНИХ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ ЗА КРАПЛИННОГО СПОСОБУ ПОЛИВУ

Анотація. *На основі досліджень встановлено, що у зоні нестійкого зволоження під час найбільшої витрати вологи у інтенсивних яблуневих садах спостерігається нестача опадів, яку для отримання стабільних високих врожаїв необхідно компенсувати за рахунок зрошення. У середньому за період досліджень нестача опадів впродовж вегетаційного періоду зафіксована у квітні, травні, липні та серпні і припадає на основні критичні періоди розвитку яблуні. Основна маса кореневої системи яблуні на вегетативній підщепі М.9 за парової системи утримання ґрунту в саду розташовується на глибині 0–40 см, де зосереджено 84 % загальної довжини коріння. У сторону міжряддя на відстані 0–100 см від стовбура зосереджено 83 % загальної довжини коріння. Виявлено, що у середньому за вегетацію 87 % ґрунтової вологи яблуня споживає із шару 0–40 см. Товща активного вологообміну впродовж вегетації не змінюється, а величина споживання вологи коливається залежно від її наявності у ґрунтовій товщі. Глибина промочування ґрунту при поливах повинна, зважаючи на глибину активного вологообміну, становити 40 см. Враховуючи зменшення сумарного водоспоживання яблунею у другій половині вегетації, відповідно до її біологічних особливостей, доцільно змінювати і рівень вологості ґрунту. Найбільш оптимальним є перемінний режим зрошення із підтриманням вологості ґрунту не нижче 80 % НВ у першу половину вегетації і 70 % НВ у другу. Такий водоощадливий режим зрошення у поєднанні із мульчуванням пристовбурних смуг дає можливість отримувати врожай на рівні 30,8 т/га за заощадження 62 % поливної води. За таких умов кількість поливної води, яка витрачається на одиницю додаткової продукції значно менша і складає 22 м³/т. Зрошувальна норма становить 220 м³/га. Режим зрошення за передполивного порогу 70 % НВ у поєднанні з мульчуванням пристовбурних смуг створює умови для отримання врожаю 27,2 т/га за ефективного використання поливної води. Однак застосування такого режиму зрошення потребує економічного обґрунтування у конкретних умовах господарювання. Незалежно від забезпеченості вегетаційного періоду опадами, зрошення є визначальним фактором у формуванні врожайності яблуні. Системи утримання ґрунту в саду мають значно менший вплив, який змінюється залежно від забезпеченості вегетаційного періоду опадами і складає від 10 до 2 %.*

Ключові слова: *яблуня, водоощадливий режим зрошення, глибина промочування, поливна норма, мульчування, урожайність.*

М. В. Шемякин
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры геодезии, картографии и кадастра
Уманский национальный университет садоводства
В. П. Кирилюк
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры геодезии, картографии и кадастра
Уманский национальный университет садоводства

СОСТАВЛЯЮЩИЕ ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕГО РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ ИНТЕНСИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЯБЛОНИ ПРИ КАПЕЛЬНОМ СПОСОБЕ ПОЛИВА

Аннотация. *На основе исследований установлено, что в зоне неустойчивого увлажнения во время наибольшего расхода влаги в интенсивных яблоневых садах наблюдается недостаток осадков, который для получения стабильных высоких урожаев необходимо компенсировать за счет орошения. В среднем за период исследований недостаток осадков на протяжении вегетационного периода зафиксирован в апреле, мае, июле и августе и приходится на основные критические периоды развития яблони. Основная масса корневой системы яблони на вегетативном подвое М.9 при паровой системе содержания почвы в саду располагается на глубине 0–40 см, где сосредоточенно 84 % общей длины корней. В сторону междурядья на расстоянии 0–100 см от ствола сосредоточенно 83 % общей длины корней. Обнаружено, что в среднем за вегетацию 87 % почвенной влаги яблоня потребляет из слоя 0–40 см. Глубина активного влагообмена на протяжении вегетации не изменяется, а величина потребления влаги колеблется в зависимости от ее наличия в почвенной толще. Глубина промачивания почвы при поливах должна, ввиду глубины активного влагообмена, составлять 40 см. Учитывая уменьшение суммарного водопотребления яблоней во второй половине вегетации, в соответствии с ее биологическими особенностями, целесообразно изменять и уровень влажности почвы. Наиболее оптимальным является переменный режим орошения с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в первую половину вегетации и 70 % НВ в другую. Такой водосберегающий режим орошения в сочетании с мульчированием приствольных полос дает возможность получать урожай на уровне 30,8 т/га при экономии 62 % поливной воды. При таких условиях количество поливной воды, которая тратится на единицу дополнительной продукции значительно меньше и составляет 22 м³/т. Оросительная норма составляет 220 м³/га. Режим орошения при предполивном пороге 70 % НВ в сочетании с мульчированием приствольных полос создает условия для получения урожая 27,2 т/га при эффективном использовании поливной воды. Однако применение такого режима орошения нуждается в экономическом обосновании в конкретных условиях ведения хозяйства. Независимо от обеспеченности вегетационного периода осадками, орошение является определяющим фактором в формировании урожайности*

яблони. Системы содержания почвы в саду имеют значительно меньшее влияние, которое изменяется в зависимости от обеспеченности вегетационного периода осадками и составляет от 10 до 2 %.
Ключевые слова: *яблоня, водосберегающий режим орошения, глубина промачивания, поливная норма, мульчирование, урожайность.*

M. V. Shemiakin
PhD of Agricultural Sciences, a Senior Lecturer of the Department of Geodesy, Mapping and Land Cadastre
Uman National University of Horticulture
V. P. Kyryliuk
PhD of Agricultural Sciences, a Senior Lecturer of the Department of Geodesy, Mapping and Land Cadastre
Uman National University of Horticulture

COMPONENTS OF WATER SAVING REGIME OF IRRIGATION OF INTENSIVE APPLE PLANTATIONS UNDER DRIP METHOD OF WATERING

Abstract. *It was found in the studies that there was lack of rainfall in the area of unstable humidity during the most spend of moisture in the intensive apple plantations but this moisture should be compensated by irrigation for receiving stable high yields. Lack of rainfall during a vegetation period on average over the period of research was recorded in April, May, July and August and happened at major critical periods of the apple tree development. The main mass of a root system of an apple tree on the vegetative wilding M.9 under a fallow land system in the garden was located at a depth of 0-40 cm where 84% of the total length of roots was concentrated. 83% of the total length of roots was concentrated in the direction of row-spacing at a distance of 0-100 cm from the trunk. It was found that on average one apple tree consumed 87% of soil moisture from the layer of 0-40 cm during a vegetation period. Depth of active moisture exchange did not change during a vegetation period, and the value of water consumption varied depending on its presence in the soil. Depth of soil soaking when watering should be 40 cm taking into consideration the depth of active moisture exchange. It is advisable to change the level of soil moisture taking into account the reduction of total water consumption by an apple tree in the second half of a vegetation period according to its biological characteristics. The most optimal was variable regime of irrigation with keeping soil moisture not less than 80% of moisture rate in the first half of a vegetation period and 70% of moisture rate in the second period. Such water saving regime of irrigation in combination with mulching of the lines near the trunks made it possible to receive the yield at the level of 30.8 t/ha under saving of 62% of irrigation water. The amount of irrigation water which was used for a unit of additional product was much smaller - 22 m³/t under these conditions. Irrigation rate was 220 m³/ha. Irrigation regime under before-watering threshold of 70% of moisture rate in combination with mulching of the lines near the trunks made the conditions for getting the yield of 27.2 t/ha under efficient use of irrigation water. However, use of such irrigation regime requires economic grounding in specific conditions of farming. Irrigation is a determinant factor in forming the yield of apple regardless of the availability of the vegetation period with rainfall. Systems of soil maintenance in the garden have much less impact which varies depending on the availability of a vegetation period with rainfall and it is from 10 to 2%.*
Keywords: *apple tree, water saving regime of irrigation, depth of soaking, irrigation rate, mulching, yield.*

Постановка проблеми. Режим зрошення є одним із основних елементів вирощування сільськогосподарських культур у системі зрошуваного землеробства. Він складається із величини поливної норми, кількості поливів і їх розподілу впродовж вегетаційного періоду залежно від біологічних особливостей рослин, ґрунтових і погодних умов. Режим зрошення повинен забезпечити оптимальний водно-повітряний режим ґрунту, сприяти максимальному використанню біологічного потенціалу рослин. Від підходів до визначення його складових залежить витрата води на зрошення та рівень врожайності сільськогосподарських культур.

У сучасних соціальних та економічних мовах значно підвищились вимоги до раціонального використання ресурсів. У зоні нестійкого зволоження, з обмеженими ресурсами поверхневих водних джерел, в умовах посилення посушливості клімату питання раціонального використання поливної води є досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Плодоносний яблуневий сад у цілому за вегетаційний період споживає з одного гектара 4000–5000 м³ і більше води. Сума опадів за такий же період у Лісостепу становить 300–450 мм. До того ж розподіляються у часі вони нерівномірно [3, 7].

За даними Інституту водних проблем і меліорації НААН на території України в середньому за 10 років посухи можуть повторюватись один раз у два роки, у тому числі весняні – один раз за п'ять років, літні – один раз за два, осінні – один раз за вісім років [5].

Інтенсивні яблуневі сади через високу щільність дерев особливо вимогливі до забезпечення ґрунтовою вологою. Тому необхідним елементом технології вирощування таких садів є зрошення [2, 6].

Останнім часом провідне місце у садівництві займає зрошення краплинним способом. Найголовніша перевага краплинного зрошення – ефективне використання поливної води, яка подається у грунт безпосередньо до кореневої системи рослин. Економія поливної води залежно від умов може становити від 20 до 80%. Також є можливість забезпечувати рослини вологою і поживними речовинами відповідно до їх фізіологічних потреб шляхом фертигації – внесення добрив разом з поливною водою, що підвищує коефіцієнт їх використання в середньому на 25–30% і знижує загальне використання добрив на 20–40%.

Відмінною особливістю краплинного зрошення є локальний характер зволоження ґрунту, так як вода подається безпосередньо до зони кореневмісного шару. Тому при розробленні режимів зрошення інтенсивних садів виникає потреба у вивченні поширення кореневої системи у ґрунті та визначення величини поливної норми, уточнення контурів зволоження [2, 5, 6].

Сьогодні існують різні підходи до формування режимів зрошення. За традиційних (біологічно оптимальних) режимів зрошення рослини забезпечують вологою в оптимальному діапазоні впродовж всього вегетаційного періоду. В сучасних соціально-економічних умовах такі режими зрошення застосовують при достатній забезпеченості водними ресурсами, належного фінансування з метою отримання максимально можливих врожаїв.

За водоощадливих режимів зрошення вологість і глибина промочування ґрунту впродовж вегетації змінюється відповідно до біологічних особливостей рослин. За нестачі водних ресурсів оптимальний водно-повітряний режим ґрунту підтримують лише у критичні фази розвитку, під час яких нестача вологи призводить до істотного зниження врожайності. Зазначені режими зрошення дають можливість ефективно використовувати поливну воду без істотної втрати врожаю, що надає переваги перед традиційними режимами зрошення [4, 5, 6, 8].

Яблуня впродовж всієї вегетації вимоглива до забезпечення ґрунтовою вологою. Однак у деякі фази розвитку нестача ґрунтової вологи у поєднанні з повітряною посухою значно знижує її продуктивність і навіть може викликати неповоротні зміни. У яблуні, у відношенні до забезпечення ґрунтовою вологою, виділяють три таких критичних фази. Перша – ранньовесняний період до і після цвітіння яблуні. Друга критична фаза приходиться

на період інтенсивного росту пагонів і листяного покриву (червень) і третя наступає в період формування плодових бруньок (липень, серпень). Відповідно змінюється і водоспоживання. Найбільшим воно є у період інтенсивного росту пагонів і листяного покриву [3, 5].

Іншим напрямком водоощадливих технологій зрошення є зменшення витрат ґрунтової вологи із зони інтенсивного її споживання. Значного ефекту у саду можна досягти мульчуванням пристовбурних смуг. Разом із зменшенням водоспоживання зазначений захід позитивно впливає на грунт та продуктивність плодових дерев [1].

Отже у інтенсивних насадженнях яблуні доцільно впроваджувати водоощадливі режими зрошення, які потребують вивчення і наукового обґрунтування.

Мета статті. Обґрунтувати складові водоощадливого режиму зрошення, встановити їх вплив на урожайність інтенсивних насаджень яблуні і ефективність використання поливної води.

Методика дослідження. Досліди проводили впродовж 1997–2010 років у саду Навчально-виробничого відділу Уманського НУС. Сад висаджений у 1995 році на незначному південному схилі за схемою 4×1 м.

Клімат регіону досліджень помірно-континентальний, характеризується нестійким характером природного зволоження.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений, малогумусний, важкосуглинковий на карбонатному лесі. Характеризується пониженим вмістом гумусу 2,4–2,7% в орному і 2,3–2,5% у підорному шарах. Ґрунтові води залягають на глибині 12 м.

Дослід був закладений за наступною схемою:

1. Гербіцидний пар в ряду, без поливу – контроль;
2. Гербіцидний пар в ряду + полив (підтримування вологості ґрунту не нижче 80 % НВ впродовж вегетації);
3. Гербіцидний пар в ряду + полив (підтримування вологості ґрунту не нижче 80 % НВ у першу половину вегетації і не нижче 70 % НВ – у другу);
4. Гербіцидний пар в ряду + полив (підтримування вологості ґрунту не нижче 70 % НВ впродовж вегетації);
5. Мульчування пристовбурних смуг соломою;
6. Мульчування пристовбурних смуг соломою + полив (підтримування вологості ґрунту не нижче 80 % НВ впродовж вегетації);
7. Мульчування пристовбурних смуг соломою + полив (підтримування вологості ґрунту не нижче 80 % НВ у першу половину вегетації і не нижче 7 0% НВ у другу).
8. Мульчування пристовбурних смуг соломою + полив (підтримування вологості ґрунту не нижче 70 % НВ протягом вегетації).

Сорт яблуні Джонаголд на підщепі М. 9 (клон Т337). Міжряддя утримувались під паром. Агротехніка загальноприйнята для садів інтенсивного типу. Розміщення дослідних ділянок у плані рендомізоване. Повторність досліду чотирикратна. Кількість облікових дерев у повторенні - шість. Сад зрошували краплинним способом. Поливні трубопроводи розташовані на поверхні ґрунту вздовж стовбурів дерев з вмонтованими всередині через 0,5 м крапельницями. Витрата однієї крапельниці 2 л/год. Розрахунковий шар зволоження 0,4 м. Поливи проводили, коли вологість розрахункового шару ґрунту знижувалась до величини передполивного порогу, передбаченого схемою досліду. Поливна норма складала 35 л/дерево (87,5 м^3/га) при передполивній вологості ґрунту 80% НВ і 50 л/дерево (125 м^3/га) — при 70% НВ. Спостереження за динамікою вологості ґрунту проводили термостатно-гравіметричним методом. Зразки відбирали подекадно до глибини один метр.

Урожай обліковували, рахуючи кількість плодів на дереві з наступним множенням на середню масу плоду, яку визначали зважуванням по сто яблук з кожного повторення. Статистичну обробку даних досліджень проводили методом дисперсійного аналізу [11].

Основні результати дослідження. Дослідженнями встановлено, що сумарне водоспоживання інтенсивних насаджень яблуні залежить від забезпеченості вологою (рис. 1). За природного забезпечення вологою сумарне водоспоживання у вологий за забезпеченістю опадами вегетаційний період складає 469 мм. У сухий вегетаційний період, за нестачі ґрунтової вологи, воно значно зменшується і становить 372 мм. Створення оптимальних умов росту і розвитку яблуні у сухий вегетаційний період збільшує сумарне водоспоживання до 513 мм. Дефіцит водоспоживання у 141 мм вказує на необхідність застосування зрошення у інтенсивних яблуневих садах.

Аналіз забезпеченості опадами вегетаційних періодів показав, що за останні п'ятнадцять років у дев'яти випадках сума опадів була меншою за середньобагаторічне значення (рис. 2). Особливо посушливими були 1999, 2007 та 2009 роки, коли їх було менше відповідно на 127,1 мм, 123,1 та 166,8 мм. У 2003 році дощів випало менше на 20 %, а у 2006 – на 21 %. Поряд з цим у зоні нестійкого зволоження навіть у вологий вегетаційний період сума опадів не може бути об'єктивним критерієм вологозабезпеченості рослин через нерівномірний роз-

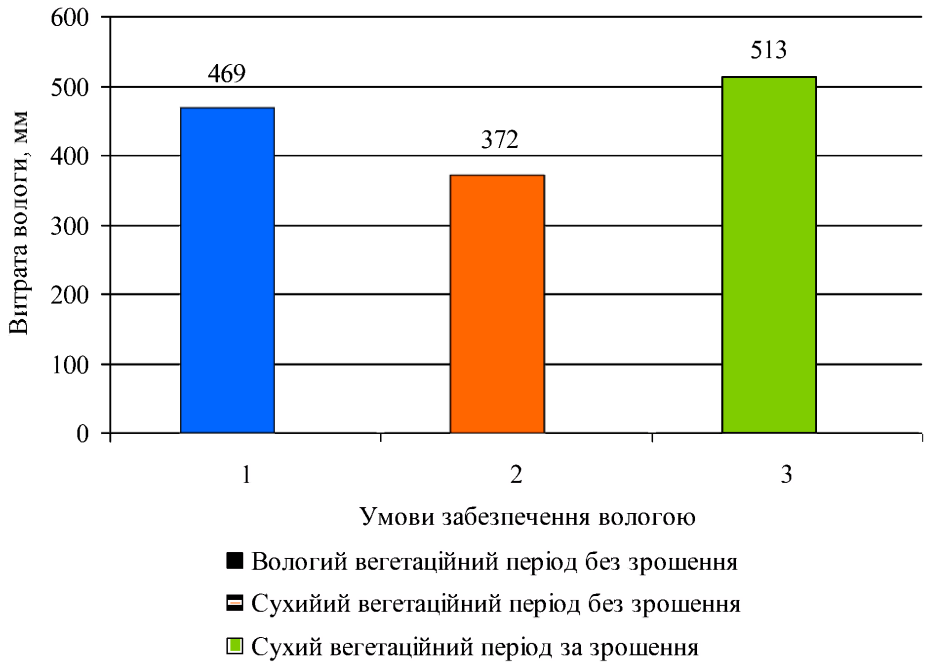

Рис. 1. **Сумарне водоспоживання яблуні залежно від забезпечення вологою**

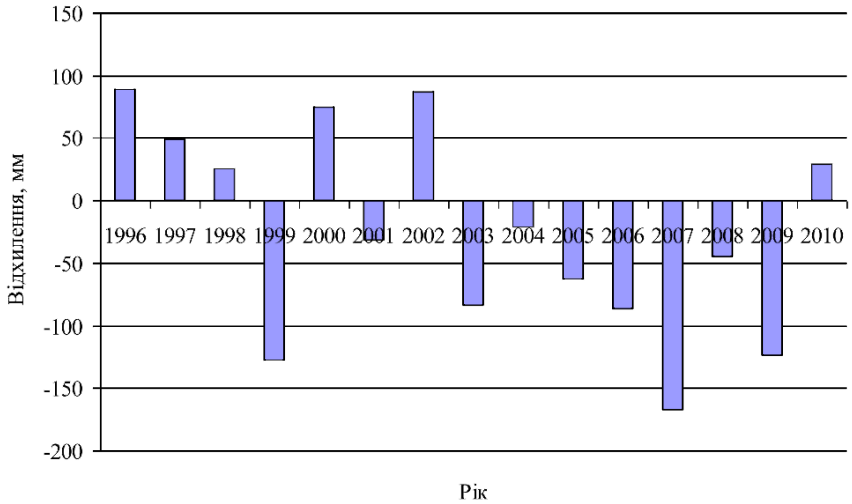

Рис. 2. **Відхилення суми опадів за вегетацію від середньобагаторічних значень**

поділ їх у часі. Так кількість опадів за вегетацію 1996 року була більшою за середньобагаторічне значення на 89,2 мм (22 %). Однак нестача опадів зафіксована у травні, червні і жовтні. У 2002 році, коли сума опадів перевищувала норму на 21 %, посухи відмічені у квітні, травні, липні і серпні.

У середньому за період досліджень нестача опадів впродовж вегетаційного періоду зафіксована у квітні, травні, липні і серпні (рис. 3). Особливо посушливими є травень і липень. Фактично нестача опадів спостерігається в усі три найбільш важливі критичні періоди розвитку яблуні.

Вивчення сумарного водоспоживання яблуні показало, що воно не постійне (рис. 3). На початку вегетації, коли запаси вологи у ґрунті ще значні і температури повітря невисокі, сумарне водоспоживання із зони максимального використання ґрунтової вологи становить 2,2 л/дерево за добу. За посушливих умов воно збільшується до 2,6 л/дерево на добу. У період цвітіння, з підвищенням температури повітря і зниженням вологості ґрунту, зазначений показник дещо менший – 1,6–1,7 л/дерево за добу. Максимуму сумарне водоспоживання сягає у період росту пагонів і за оптимального забезпечення вологою становить 3,5 л/дерево за добу, зменшуючись за екстремальних умов до 2,5 л/дерево за добу. Надалі, коли активні ростові процеси припиняються, воно зменшується і впродовж липня і серпня знаходиться на рівні 2,3 л/дерево за добу. За нестачі ґрунтової вологи у цей період сумарне водоспоживання значно менше – 1,5 л/дерево за добу. Восени, із зниженням температури і підвищенням вологості повітря, сумарне водоспоживання також зменшується до 0,8–1,3 л/дерево за добу. Аналіз викладеного матеріалу показує, що у період найбільш інтенсивної витрати вологи у інтенсивних яблуневих садах спостерігається нестача опадів, яку для отримання стабільних високих врожаїв необхідно компенсувати.

Дослідженнями встановлено, основна маса кореневої системи яблуні на вегетативній підщепі М.9 за парової системи утримання ґрунту в саду розташовується на глибині 0–40 см (рис. 4, а). У цьому шарі розташовується 84% загальної довжини коріння. У сторону міжряддя коріння також поширюється нерівномірно (рис. 4, б). На відстані 0–100 см від стовбура зосереджено 83% загальної довжини коріння. Причому значна його кількість (57%) зосереджена на відстані 0–50 см від стовбура. Така архітектоніка кореневої системи яблуні показує, що при розміщенні дерев через один метр у напрямку ряду створюється суцільна зона насичена корінням глибиною 0–40 см і загальною шириною 200 см.

Аналіз споживання ґрунтової вологи показав, що у посушливий вегетаційний період за оптимального забезпечення ґрунтовою вологою із метрового шару ґрунту яблуня на підщепі М.9 за схеми садіння 4×1 м у цілому за вегетацію споживає 513,5 л води (рис. 5). Левова частка припадає на шар 0–40 см – 447,8 л/дерево, що становить 87 % загальних витрат. З шару 41–60 см ви-

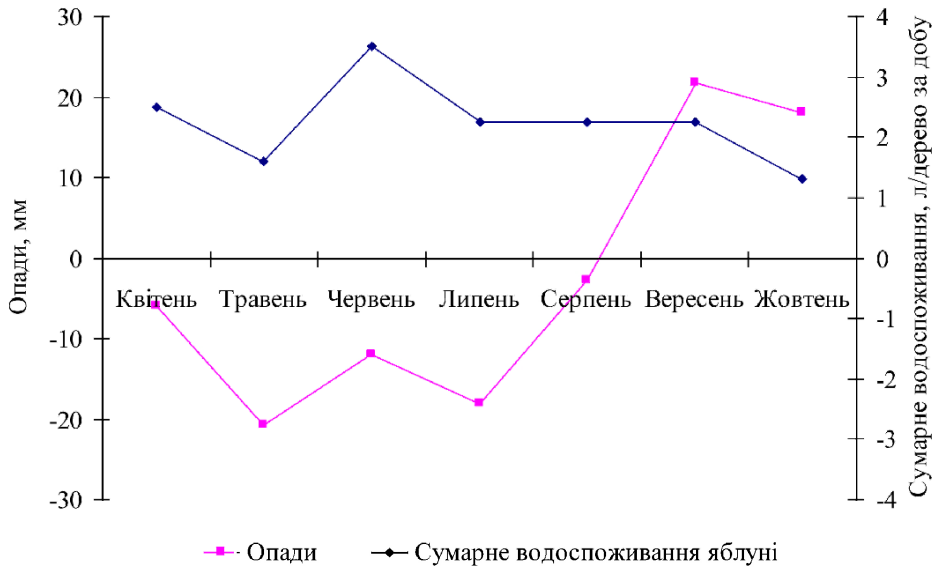

Рис. 3. **Відхилення суми опадів за місяць від середньобагаторічних значень та добове сумарне водоспоживання дерев яблуні**

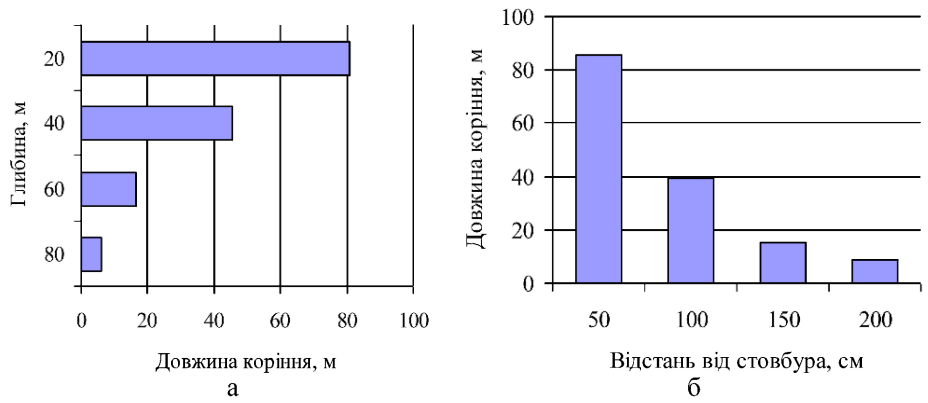

Рис. 4. **Поширення кореневої системи яблуні сорту Джонаголд на підщепі М.9 у ґрунті:**
а – у глибину, б – у сторону міжряддя

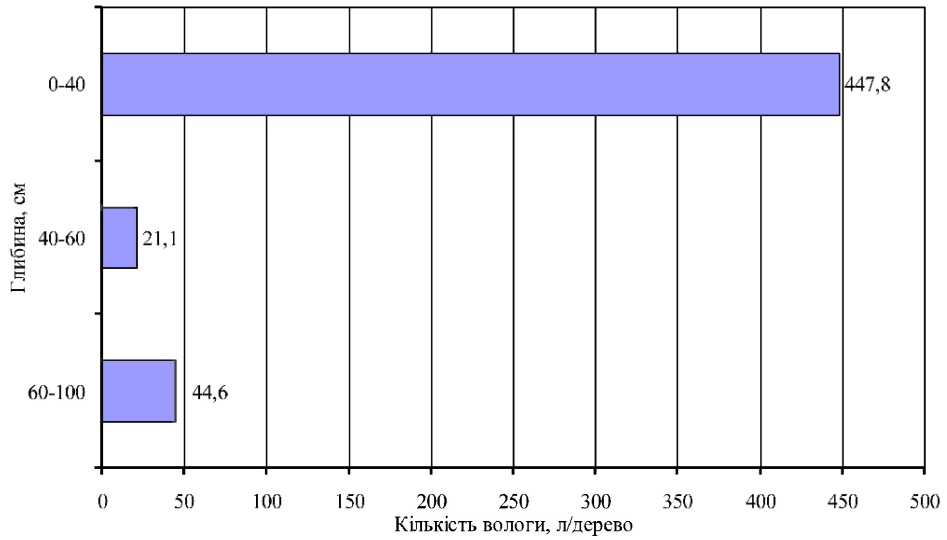

Рис. 5. **Споживання вологи яблунею з різних шарів ґрунту у цілому за вегетацію за оптимального вологозабезпечення**

трачається лише 4 % вологи, а з шару 61–100 см – 8 %. Більш детальний розгляд виявив, що на початку вегетації споживання ґрунтової вологи з шару 0–40 см становить 92 %, зменшуючись у посушливі періоди до 89 %. Під час цвітіння воно зменшується, залежно від умов, до 77–87 %. У період росту пагонів витрата вологи із шару ґрунту 0–40 см незалежно від умов збільшується до 98 %, зменшуючись у липні та серпні до 86 %. Восени, із зниженням температури і підвищенням вологості повітря, у саду відбувається поступове накопичення ґрунтової вологи. Отже з врахуванням поширення кореневої системи яблуні і закономірностей споживання ґрунтової вологи можна констатувати, що у саду вздовж ряду утворюється смуга інтенсивного використання ґрунтової вологи із шару 0–40 см.

Наведені вище результати досліджень є основою для розроблення режиму зрошення інтенсивних насаджень яблуні.

Зважаючи на поширення кореневої системи і особливості споживання ґрунтової вологи, глибина промочування ґрунту при поливах повинна становити 40 см.

Спостереження за поширенням води у ґрунті після поливу показали, що залежно від величини поливної норми контур зволоження під крапельницею у глибину сягає 40–50 см, а у ширину – 60–80 см. Так як крапельниці розташовані через 0,5 м, то вздовж ряду утворюється суцільна смуга зволоження, яка співпадає із зоною найбільшого поширення кореневої системи яблуні. За локального характеру зволоження при краплинному зрошенні площа зволоження як правило менша, ніж площа живлення рослин.

Зміна сумарного водоспоживання яблуні із зменшенням його у другій половині вегетації дає підстави для застосування перемінного (диференційованого) режиму зрошення із зміною передполивного порогу вологості ґрунту у відповідності до її біологічних потреб.

Дослідження виявили, що рівень вологості ґрунту впродовж вегетації впливав на величину зрошувальної норми (рис. 6). Пересічно за період досліджень найбільшою зрошувальна норма була за парової системи утримання ґрунту в ряду – 581 м^3/га. За перемінного режиму зрошення з підтриманням вологості ґрунту не нижче 80 % НВ у першу половину вегетації і 70 % НВ – у другу вона була меншою на 20 % (469 м^3/га). Зниження передполивного рівня вологості ґрунту до 70 % НВ зумовлювало ще меншу витрату води на додаткове штучне зволоження. За таких умов зрошувальна норма становила 429 м^3/га.

Мульчування пристовбурних смуг соломою значно зменшувало витрату ґрунтової вологи. За передполивного рівня вологості ґрунту 80 % НВ вона складала 288 м^3/га. Перемінний режим зрошення (80/70 % НВ) був більш водоощадливим, зменшуючи зрошувальну норму на 24 %. Найменші витрати поливної води зафіксовано за сумісного застосування мульчування пристовбурних смуг і зрошення з підтриманням вологості ґрунту не нижче 70 % НВ впродовж вегетації – 143 м^3/га.

Мульчування пристовбурних смуг соломою, у порівнянні з паровою системою утримання ґрунту, створювало умови для більш раціонального використання поливної води. Зменшення зрошувальної норми за передполивного рівня вологості 80 % НВ становило 50 %, перемінного режиму зрошення (80/70 % НВ) – 46 %, передполивного рівня вологості 70 % НВ – 33 %.

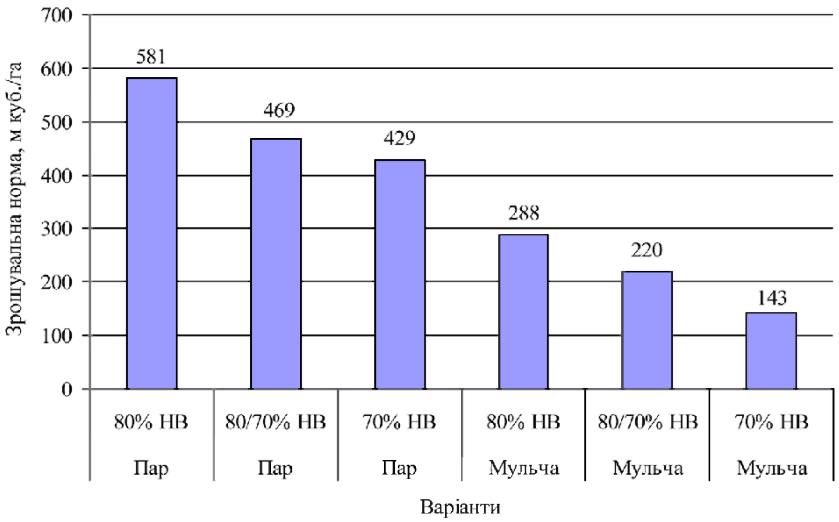

Рис. 6. **Величина зрошувальної норми залежно від передполивного рівня вологості та системи утримання ґрунту в ряду (пересічно за 1997–2010 рр.)**

Вологозабезпечення впродовж вегетації впливає на рівень врожайності сільськогосподарських культур. Тому виникла необхідність дослідити вплив режимів зрошення на врожайність яблуні. Пересічно за період спостережень урожайність на контролі становила 18,4 т/га. Зрошення за парової системи утримання ґрунту в саду значно підвищувало врожайність яблуні. За передполивного рівня вологості 80 % НВ та 80/70 % НВ урожайність була майже однаковою і складала відповідно 30,7 і 29,9 т/га. Зменшення передполивного рівня вологості до 70 % НВ зменшувало врожайність яблуні до 25,3 т/га.

Сумісне застосування мульчування пристовбурних смуг і зрошення за передполивного порогу вологості 80 % НВ створювало умови для отримання 32,2 т яблук з гектара, що на 1,5 т більше, ніж за парової системи утримання ґрунту в саду. За перемінного режиму зрошення (80/70 % НВ) урожайність була дещо меншою – 30,8 т/га. Зниження передполивного порогу вологості до 70 % НВ також призводило до зниження врожайності до 27,2 т/га.

Оцінювання ефективності використання поливної води показало, що із зменшенням забезпеченості вегетаційного періоду опадами витрати її на отримання одиниці додаткової продукції зростають (табл. 1).

За парової системи утримання ґрунту в саду наймен-

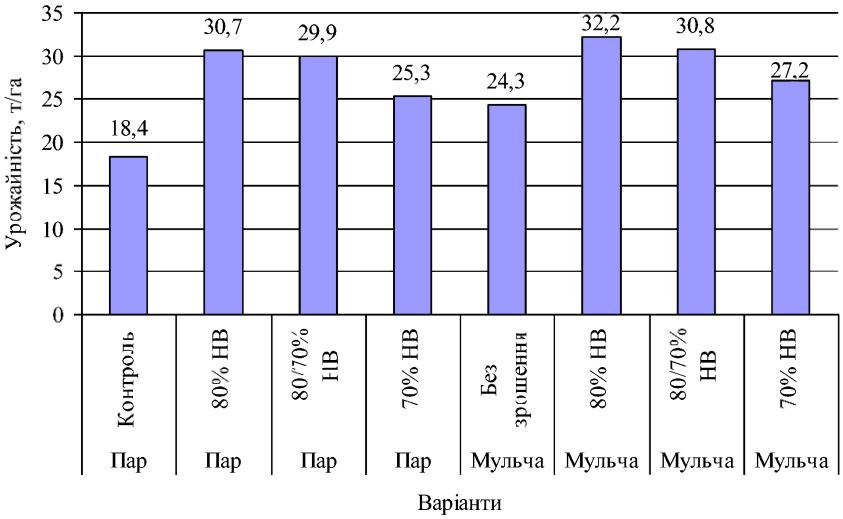

Рис. 7. **Урожайність яблуні залежно від передполивного рівня вологості та системи утримання ґрунту в ряду (пересічно за 1997–2010 рр.)**

Таблиця 1

Витрати поливної води на отримання одиниці додаткової продукції, м³/т

Варіант		Забезпеченість вегетаційного періоду опадами			Середнє за 1997–2010 рр.
утримання ґрунту	зрошення	вологий	сухий	гостропосушливий	
Чорний пар	80%НВ	14,6	60,3	269,2	60,5
	80/70%НВ	13,0	61,9	194,3	52,1
	70%НВ	15,3	138,9	468,8	79,4
Мульча	80%НВ	6,3	24,1	164,2	26,7
	80/70%НВ	0,0	23,4	100,5	22,7
	70%НВ	0,0	0,0	164,5	20,7

шими витрати поливної води на отримання одиниці додаткової продукції були за перемінного режиму зрошення (80/70 % НВ), змінюючись від 13,0 м³/т у вологий вегетаційний період до 194,3 м³/т – у гостропосушливий. Зниження передполивного порогу вологості ґрунту до 70 % НВ не призвело до підвищення ефективності використання поливної води.

Мульчування пристовбурних смуг значно покращувало зазначений показник. Застосування перемінного режиму зрошення (80/70 % НВ), у порівнянні із передполивним порогом 80 % НВ, також сприяло більш раціональному використанню поливної води. За таких умов витрати води на отримання одиниці додаткової продукції у сухий вегетаційний період становила 23,4 м³/т, значно збільшуючись гостропосушливий (100,5 м³/т). За мульчування пристовбурних смуг і передполивного порогу вологості 70 % НВ зрошення необхідне лише у гостропосушливі, за забезпеченістю опадами, вегетаційні періоди. За таких умов витрати поливної води на отримання одиниці додаткової продукції практично такі ж, як і за передполивного рівня вологості ґрунту 80 % НВ – 164,6 м³/т.

У середньому за період досліджень перемінний режим зрошення (80/70 % НВ) за ефективністю використання поливної води переважав режим зрошення з підтриманням впродовж вегетації вологості ґрунту не нижче 80 % НВ. За парової системи утримання ґрунту в саду витрати поливної води становили 52,1 м³/т. Мульчування пристовбурних смуг соломою за такого режиму зрошення створювало умови для ще біль ощадливого використання поливної води, витати якої на отримання одиниці додаткової продукції пересічно за період досліджень становили 22,7 м³/т. Зниження передполивного порогу вологості до 70 % НВ зумовлювало зменшення зазначеного показника до 20,7 м³/т. Однак рівень врожайності за таких умов в усі роки досліджень був достовірно меншим за решту зрошуваних варіантів.

Отже, застосування перемінного режиму зрошення з підтриманням вологості не нижче 80 % НВ у першу половину вегетації і 70 % НВ у другу у поєднанні з мульчування пристовбурних смуг, порівняно з перед поливним порогом вологості 80 % НВ за парової системи утримання ґрунту в саду, дозволяє заощаджувати 62 % поливної води. Вода на додаткове штучне зволоження за таких умов використовується також значно ефективніше. За передполивного рівня вологості 70 % НВ зрошувальна норма за обох систем утримання ґрунту в саду найменша, як і кількість поливної води на отримання одиниці додаткової продукції. Однак для застосування такого режиму зрошення викликає значне зниження врожайності яблуні, через що потребує економічного обґрунтування.

Важливим при розробленні режимів зрошення є оцінювання впливу заходів із заощадження поливної води на врожайність яблуні. На основі математичної обробки результатів досліджень встановлено, що незалежно від забезпеченості вегетаційного періоду опадами зрошення є визначальним фактором у формуванні врожайність яблу-ні. У вологий і сухий вегетаційні періоди вплив вказаного фактора становить 73 %, а у гостропосушливий зменшується до 71 %. Системи утримання ґрунту в саду мають значно менший вплив, який змінюється залежно від забезпеченості опадами вегетаційного періоду. Так у вологий вегетаційний період вплив фактора «утримання ґрунту» становить 8 %.

За нестачі опадів у сухий вегетаційний період вплив утримання ґрунту на врожайність яблуні збільшується до 10 %. За значної нестачі ґрунтової вологи у гостропосушливий вегетаційний період утримання ґрунту в саду практично не впливає на врожайність яблуні. Сила впливу згаданого фактора становить лише 2 %.

Оцінка сумісного впливу факторів показала, що у вологий за забезпеченістю опадами вегетаційний період він становить 15 %. У сухий і гостропосушливий вегетаційний період сила сумісного впливу факторів зменшується відповідно до 2 % і 3 %.

Інші, невраховані, чинники також впливали на врожайність яблуні. У вологий вегетаційний період, за достатнього забезпечення ґрунтовою вологою, вплив інших чинників незначний – 3 %. Із збільшенням посушливості збільшується і їх вплив на врожайність яблуні. У сухий вегетаційний період сила впливу інших чинників збільшувалась до 15 %, а у гостропосушливий – до 24 %.

Висновки. У зоні нестійкого зволоження під час найбільш інтенсивної витрати вологи у інтенсивних яблуневих садах спостерігається нестача опадів, яку для отримання стабільних високих врожаїв необхідно компенсувати за рахунок зрошення. Глибина промочування ґрунту при поливах повинна, зважаючи на глибину активного вологообміну, становити 40 см. Зважаючи на зменшення сумарного водоспоживання яблунею у другій половині вегетації, відповідно до її біологічних особливостей, доцільно змінювати і рівень вологості ґрунту. Найбільш оптимальним є перемінний режим зрошення із підтриманням вологості ґрунту не нижче 80% НВ у першу половину вегетації і 70 % НВ у другу. Такий водоощадливий режим зрошення у поєднанні із мульчуванням пристовбурних смуг дає можливість отримувати врожай на рівні 30,8 т/га за заощадження 62 % поливної води. Зрошувальна норма становить 220 м³/га. Режим зрошення за передполивного порогу 70 % НВ у поєднанні мульчуванням пристовбурних смуг створює умови для отримання врожаю 27,2 т/га за ефективного використання поливної води. Однак застосування такого режиму

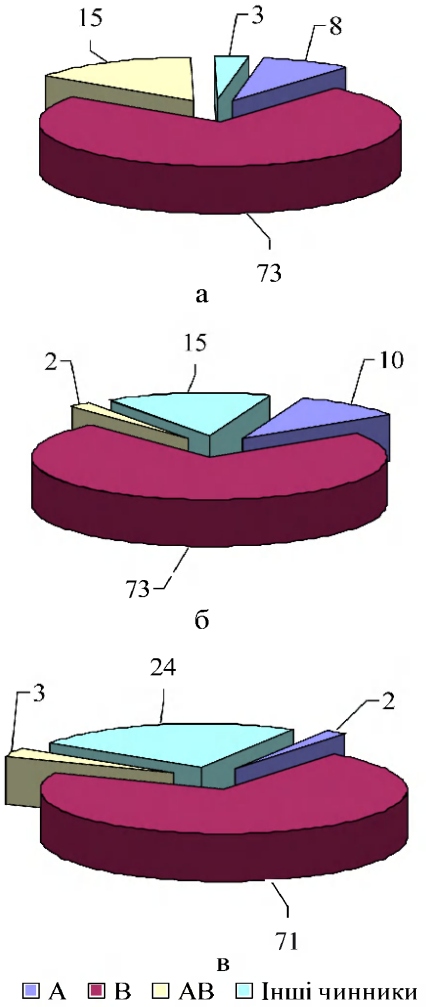

Рис. 8. **Вплив зрошення та системи утримання ґрунту в саду досліду на урожайність яблуні.**
Фактори досліду: А – система утримання ґрунту в саду, В – зрошення. Забезпеченість вегетаційного періоду опадами: а – вологий, б – сухий, в – гостропосушливий.

зрошення потребує економічного обґрунтування у конкретних умовах господарювання.

Література

1. Алиев Т.Г.-Г. Результаты изучения перспективных систем содержания почвы в интенсивных садах семечковых культур / Т.Г.-Г. Алиев, А.А. Соломахин, М.В. Придорогин, Ю.А. Архипов, О.А. Сироткина // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №2. – С. 24–26.
2. Горбач М.М. Обґрунтування строків і норм поливу плодових культур / М.М. Горбач, Т.П. Позднякова, Л.В. Козлов // Інноваційні напрямки наукової діяльності молодих вчених в галузі рослинництва : тези 3-ї Міжнародної конференції, 20-22 червня 2006 р. / Ін-т рослин ім. В.Я. Юр'єва. – Харків, 2006. – С. 144-145.
3. Кондратенко Т.Є. Вибагливість яблуні до ґрунтово-кліматичних умов / Яблуня в Україні. Сорти / Т.Є. Кондратенко. – К. : «Світ», 2001. – С. 21.
4. Режим зрошення. // Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / – К. : Аграрна наука, 2001. – С. 100–105.
5. Режими і способи зрошення / // Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / [за наук. ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенка]. – К. : Аграрна наука, 2009. – С. 313–350.
6. Сало Р.М. Садівництво Закарпаття / Р.М. Сало, О.Д. Коваль // Виробництво та маркетинг фруктів і ягід в Україні : зб. статей та практичних рекомендацій [Проект аграрного маркетингу]. – К., 2007. – С. 39–42.
7. Створення і продуктивне використання інтенсивних насаджень яблуні: рекомендації / [П. В. Кондратенко, О. Д. Чиж, В. І. Водяницький та ін.]. – К. : Науковий центр Академії аграрних наук «Плодівництво», 1997. – 22 с.
8. Усатий С.В. Економічне обґрунтування технології краплинного зрошення інтенсивних насаджень плодових культур // Вісник аграрної науки. – №5. – 2007. – С. 83–84.
9. Учеты, наблюдения, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями: Методические рекомендации / [под. общ. ред. Г.К. Карпенчука и А.В. Мельника]. – Умань : Уманский СХИ, 1987. – С. 48–50.

References

1. Aliyev T.G.-G. Results of studying of perspective systems of soil maintenance in intensive gardens of seed crops / T.G.-G. Aliyev, A.A. Solomakhin, M.V. Pridorogin, Yu.A. Arkhipov, O.A. Sirotkina // Achievements of Science and Machines in Agro-Industrial Complex. – 2009. – No.2. – P. 24–26.
2. Horbach M.M. Grounding of terms and rates of watering horticultural crops / M.M. Horbach, T.P. Pozdniakova, L.V. Kozlov // Innovative directions of scientific activity of young researchers in the branch of plant growing: thesis of 3rd International conference, 20-22 June 2006./ V.Ya. Yuriev Institute of plants. – Kharkiv, 2006. – P. 144-145.
3. Kondratenko T.Ye. Exactingness of apple tree to soil-and-climatic conditions / Apple tree in Ukraine. Varieties / T.Ye. Kondratenko. – K.: «Svit», 2001. – P. 21.
4. Regime of irrigation. // Modern state, main problems of water melioration and ways of their solving / – K.: Agrarian science, 2001. – P. 100–105.
5. Regimes and ways of irrigation // Scientific bases of protection and efficient use of irrigated lands of Ukraine / [edited by S.A. Baliuk, M.I. Romashchenko]. – K.: Agrarian science, 2009. – P. 313–350.
6. Salo R.M. Fruit growing in Zakarpattia / R.M. Salo, O.D. Koval // Growing and marketing of fruits and berries in Ukraine: selection of articles and practical recommendation [Project of agrarian marketing]. – K., 2007. – P. 39–42.
7. Formation and efficient use of intensive plantations of apple trees: recommendations / [P. V. Kondratenko, O. D. Chyzh, V. I. Vodianytskyi and others]. – K.: Scientific center of the Academy of agrarian sciences «Fruit growing», 1997. – 22 p.
8. Usatyi S.V. Economic grounding of the technology of drip irrigation of intensive plantations of horticultural crops // Bulletin of agrarian science. – No.5. – 2007. – P. 83–84.
9. Records, observations, data processing in researches with fruit and berry plants: Methodical recommendations / [edited by G.K. Karpenchuk and A.V. Melnyk]. – Uman: Uman Agrarian Institution, 1987. – P. 48–50.