

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-96-101>
УДК: 634.1.03:631.67(470.31)

Н.Н. Дубенок, А.В. Гемонов*, А.В. Лебедев

ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева) 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки: agemonov@yandex.ru

Вклад авторов: Н.Н. Дубенок: руководство исследованием, методология, концептуализация, написание и редактирование рукописи. А.В. Гемонов: концептуализация, написание и редактирование рукописи. А.В. Лебедев: концептуализация, написание и редактирование рукописи.

Конфликт интересов. Н.Н. Дубенок является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2017 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Биоклиматические коэффициенты саженцев плодовых и ягодных культур при капельном орошении в условиях Центрального Нечерноземья. *Овощи России*. 2024;(3):96-101. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-96-101>

Поступила в редакцию: 20.03.2024

Принята к печати: 12.04.2024

Опубликована: 27.05.2024

Nikolay N. Dubenok, Alexander V. Gemonov*, Alexander V. Lebedev

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy" 49, Timiryazevskaya str., Moscow, Russia, 127550

*Correspondence Author: agemonov@yandex.ru

Authors' Contribution: N.N. Dubenok: study supervision, methodology, conceptualization, writing and editing the manuscript. A.V. Gemonov: conceptualization, writing and editing of the manuscript. A.V. Lebedev: conceptualization, writing and editing of the manuscript.

Conflict of interest: N.N. Dubenok has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2017, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

For citation: Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Bioclimatic coefficients of seedlings of fruit and berry crops under drip irrigation in the conditions of the Central Non-Black Earth Region. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(3):96-101. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-96-101>

Received: 20.03.2024

Accepted for publication: 12.04.2024

Published: 27.05.2024

Биоклиматические коэффициенты саженцев плодовых и ягодных культур при капельном орошении в условиях Центрального Нечерноземья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Важным условием эффективности садоводства является проведение плановой замены старых насаждений на новые. Большое значение при этом имеет обеспеченность отрасли посадочным материалом. Импортируемый посадочный материал не всегда соответствует требованиям качества и не всегда адаптирован к почвенно-климатическим условиям региона, в котором закладываются плодово-ягодные насаждения. Несмотря на распространение малообъемного орошения, для регионов Центрального Нечерноземья России в настоящее время проведены только единичные исследования по изучению режимов капельного орошения плодовых и ягодных питомников, поэтому особую актуальность приобретают вопросы, связанные с разработкой рациональных режимов орошения.

Материалы и методы. Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодового садоводства «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева в период с 2011 по 2022 годы. Полевые опыты по выращиванию однолетних, двухлетних и трехлетних саженцев закладывали в трехкратной повторности по следующим вариантам: 1) контроль (без орошения), 2) поддержание влажности корнеобитаемого слоя в диапазоне 60-80% наименьшей влагоемкости (НВ), 3) 70-90% НВ и 4) 80-100% НВ. Полученные опытные данные обрабатывались с применением методов регрессионного анализа.

Результаты. Полученные математико-статистические модели позволяют рассчитывать биоклиматические коэффициенты саженцев сливы, вишни, малины, груши и яблони в зависимости от предположительной влажности почвы и суммы среднесуточных температур для условий Центральной Нечерноземной зоны России. Для всех рассматриваемых плодовых и ягодных культур характерна общая закономерность, что в зависимости от суммы среднесуточных температур биоклиматические коэффициенты изменяются по параболической зависимости, при этом имеют минимальные значения в начале вегетационного периода, достигают максимальных значений в период интенсивного роста саженцев и постепенно снижаются к концу вегетации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

капельное орошение, водопотребление, биоклиматические коэффициенты, плодовые и ягодные культуры

Bioclimatic coefficients of seedlings of fruit and berry crops under drip irrigation in the conditions of the Central Non-Black Earth Region

ABSTRACT

Relevance. An important condition for the effectiveness of gardening is the systematic replacement of old plantings with new ones. The supply of planting material to the industry is important. Imported planting material does not always meet quality requirements and is not always adapted to the soil and climatic conditions of the region in which fruit and berry plantings are planted. Despite the spread of low-volume irrigation, for the regions of the Central Non-Black Earth Region (Central Non-Chernozem region) of Russia, only a few studies have been carried out to study drip irrigation regimes for fruit and berry nurseries, therefore, issues related to the development of rational irrigation regimes are of particular relevance.

Methods. Field research was carried out on the territory of the educational and experimental farm of the Michurinsky Garden fruit growing laboratory of the Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy from 2011 to 2022. Field experiments on growing one-year-old, two-year-old and three-year-old seedlings were carried out in triplicate according to the following options: 1) control (without irrigation), 2) maintaining the moisture content of the root layer in the range of 60-80 %, 3) 70-90% and 4) 80-100% of the lowest moisture capacity. The obtained experimental data were processed using regression analysis methods.

Results. The resulting mathematical and statistical models make it possible to calculate the bioclimatic coefficients of plum, cherry, raspberry, pear and apple seedlings depending on pre-irrigation soil moisture and the sum of average daily temperatures for the conditions of the Central Non-Chernozem Zone of Russia. All the fruit and berry crops under consideration are characterized by a general pattern that, depending on the sum of average daily temperatures, bioclimatic coefficients change according to a parabolic dependence, and have minimum values at the beginning of the growing season, reach maximum values during the period of intensive growth of seedlings and gradually decrease towards the end of the growing season.

KEYWORDS:

drip irrigation, water consumption, bioclimatic coefficients, fruit and berry crops



Введение

Главным задачам агропромышленного комплекса России относится обеспечение населения основными видами продовольствия, что является гарантией стабильного социально-экономического развития [1]. Садоводству уделяется большое внимание, на что обращает внимание масштабная поддержка со стороны государства, а также ученых из профильных научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений [2]. Садоводство распространено во многих регионах России, но основное производство фруктов сосредоточено на территориях с благоприятными почвенно-климатическими условиями. Важным условием эффективности садоводства является проведение планомерной замены старых насаждений на новые, так как резкие колебания в производстве продукции по годам имеют отрицательное влияние на экономику отрасли [3]. На начало 2019 года в Российской Федерации насчитывался 1221 питомник по выращиванию посадочного материала. Наибольшее количество питомников сосредоточено в Центральном Федеральном округе (34%) и Приволжском Федеральном округе (22%). Для проведения закладки садовых насаждений в минимальных объемах (10-12 тыс. га) необходимо выращивать около 15 млн саженцев в год [4].

В 2022 году в среднем по России доля импортного посадочного материала составила 30% [5]. Такие регионы, как Ленинградская область и Республика Ингушетия оказались полностью зависимыми от импортных саженцев (100%). Более половины импортных саженцев было использовано в Липецкой области (85%), Нижегородской области (80%), Калининградской области (64%), Брянской области (56%), Кабардино-Балкарской Республике (53%). С наименее низкой зависимостью от импортных саженцев были Республика Крым (12%), Чувашская Республика (17%), Краснодарский край (18%), Республика Адыгея (18%) и Ставропольский край (23%). Импортируемый посадочный материал не всегда соответствует требованиям качества и не всегда является адаптированным к почвенно-климатическим условиям региона, в котором закладываются плодово-ягодные насаждения [6].

Садоводство относится к важным направлениям агропромышленного комплекса и экономики России, в том числе для достижения целей продовольственной безопасности. Развитие садоводства невозможно без выращивания высококачественного посадочного материала, адаптированного к местным условиям, в питомниках с применением современных технологий. Поэтому актуальной задачей в производстве саженцев плодовых и яго-

ных культур является совершенствование технологий выращивания посадочного материала, в том числе с применением водосберегающих технологий [7, 8].

Современными способами орошения, отвечающими требованиям экологической безопасности и экологической эффективности, являются способы внутрипочвенного и капельного орошения. В качестве особенности их использования можно выделить техническую возможность дозированной подачи поливной воды непосредственно в зону питания отдельно взятого растения. Технология капельного орошения практически устраняет эрозионную эрозию почв, поэтому может эффективно использоваться на склоновых землях [9]. Несмотря на распространение малообъемного орошения, для регионов Центрального Нечерноземья России в настоящее время проведены только единичные исследования по разработке режимов капельного орошения плодовых и ягодных питомников. Поэтому целью исследования является разработка математическо-статистических моделей биоклиматических коэффициентов саженцев плодовых и ягодных культур при капельном орошении в условиях Центрального Нечерноземья для вычисления суммарного водопотребления при различных значениях агрометеорологических факторов.

Методика исследования

Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодводства «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева в период с 2011 по 2022 годы. Полевые опыты по выращиванию однолетних, двухлетних и трехлетних саженцев закладывали в трехкратной повторности по следующим вариантам: 1) контроль (без орошения), 2) поддержание влажности корнеобитаемого слоя в диапазоне 60-80% наименьшей влагоемкости (НВ), 3) 70-90% НВ и 4) 80-100% НВ. Для однолетних саженцев глубина орошаемого слоя почвы составляла 30 см, для двухлетних – 40 см и для трехлетних – 50 см. Исследования проводили для сортов сливы Машенька и Утро, вишни Молодежная и Волочаевка, груши Памяти Яковлева, Чижовская и Осенняя Сусова, яблони Белый налив и Медунца, малины Награда и Солнышко [10, 11, 12]. Почвы опытных участков – со слабокислой реакцией пахотного горизонта. По обеспеченности легко гидролизирваемым азотом, подвижным фосфором и обменным калием характеризуются как хорошо обеспеченные.

Фактическое суммарное водопотребление саженцев определялось, исходя из основных статей прихода влаги, входящих в уравнение водного

баланса: оросительная норма, приход влаги от осадков, подпитывание грунтовыми водами, использование почвенной влаги. Также для определения водопотребления культур используются расчетные методы, основанные на корреляционных связях с метеорологическими параметрами вегетационного периода. Разработана большое количество расчетных методов, среди которых в нашей стране получили распространение [13, 14, 15, 16]: метод И.А. Шарова, метод Г.К. Льгова, метод Н.В. Данильченко, метод А.М. Алпатьева и др. Наиболее распространенным агрометеорологическим показателем оценки суммарного водопотребления является сумма среднесуточных температур атмосферного воздуха. Исходя из формулы Г.К. Льгова, как наиболее простого метода, биоклиматический коэффициент определяется следующим образом:

$$K = \frac{E}{\sum t},$$

где K – биоклиматический коэффициент, E – суммарное водопотребление культуры, $\sum t$ – сумма среднесуточных температур атмосферного воздуха.

Для статистической обработки экспериментальных данных использовался регрессионный анализ (при $p=0,05$) с проведением расчетов в Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе оценивали регрессионные зависимости суммарного водопотребления от суммы среднесуточных температур атмосферного воздуха и предполивной влажности почвы (коэффициент детерминации R^2 от 0,916 до 0,987), а далее с учетом формулы Г.К. Льгова для оценки водопотребления получены уравнения для расчета биоклиматических коэффициентов саженцев плодовых (слива, вишня, груша, яблоня) и ягодных (малина) культур для условий питомников Центральной Нечерноземной зоны России. Обобщенные по сортам и трем годам исследований уравнения для расчета биоклиматических коэффициентов отдельно для каждой изучаемой культуры приведены в таблице. Численные оценки биоклиматических коэффициентов показывают на сколько изменяется суммарное водопотребление ($\text{м}^3/\text{га}$) при изменении суммы среднесуточных температур воздуха на 1°C . Диапазон переменных для использования уравнений составляет для суммы среднесуточных температур воздуха от 200 до 2500°C (с начала мая по конец августа), а для предполивной влажности почвы от 60 до 80% НВ.

Графически зависимость биоклиматических коэффициентов саженцев сливы от суммы средне-

Таблица. Уравнения зависимости биоклиматических коэффициентов саженцев от предполивной влажности почвы и суммы среднесуточных температур
Table. Equations for the dependence of bioclimatic coefficients of saplings on pre-irrigation soil moisture and the sum of average daily temperatures

Культура	Уравнение
Слива	$K = \frac{-1590,2 + 1,62T - 0,00012T^2 + 17,1 W}{T}$
Вишня	$K = \frac{-865,4 + 2,14T - 0,00022 T^2 + 6,7 W}{T}$
Малина	$K = \frac{-1254,7 + 2,78T - 0,00042T^2 + 8,3 W}{T}$
Груша	$K = \frac{-1509,0 + 1,86T - 0,00017T^2 + 19,1W}{T}$
Яблоня	$K = \frac{-1899,3 + 2,05T - 0,00027T^2 + 27,5 W}{T}$

Примечание: K – биоклиматический коэффициент, T – сумма среднесуточных температур воздуха, $^\circ\text{C}$; W – предполивная влажность, % НВ.

суточных температур и предполивной влажности почвы (60, 70 и 80% НВ) показана на рисунке 1. В варианте с поддержанием влажности почвы в диапазоне 60-80% НВ биоклиматические коэффициенты изменяются от 0,61 до 1,10, в варианте 70-90% НВ – от 0,89 до 1,16 и в варианте 80-100% НВ – от 1,18 до 1,29. С увеличением уровня поддерживаемой влажности почвы наблюдается закономерное повышение значений биоклиматических коэффициентов, что связано с увеличивающимся суммарным водопотреблением. В зависимости от суммы среднесуточных температур биоклиматические коэффициенты изменяются по параболической зависимости. Имеют минимальные значения в начале вегетационного периода, достигают максимальных значений в период интенсивного роста саженцев и постепенно снижаются к концу вегетации.

Для саженцев вишни зависимость биоклиматических коэффициентов от суммы среднесуточных температур и предполивной влажности почвы показана на рисунке 2. В варианте с поддержанием влажности почвы в диапазоне 60-80% НВ биоклиматические коэффициенты изменяются от 0,90 до 1,51, в варианте 70-90% НВ – от 1,07 до 1,55 и в варианте 80-100% НВ – от 1,24 до 1,61. Основные

закономерности в изменении биоклиматических коэффициентов такие же, как и для саженцев сливы.

Графическое отображение зависимости биоклиматических коэффициентов саженцев малины от суммы среднесуточных температур атмосферного воздуха и предполивной влажности почвы показано на рисунке 3. В варианте с поддержанием влажности почвы в диапазоне 60-80% НВ биоклиматические коэффициенты изменяются от 0,72 до 1,66, в варианте 70-90% НВ – от 0,93 до 1,72 и в варианте 80-100% НВ – от 1,13 до 1,79. Минимальные значения биоклиматических коэффициентов характерны для сумм среднесуточных температур от 400 до 600°C, их максимальные значения достигаются при суммах среднесуточных температур от 1000 до 1200°C. В конце вегетационного периода при суммах среднесуточных температур более 2000°C прослеживается уменьшение биоклиматических коэффициентов, что связано со снижением водопотребления саженцев малины.

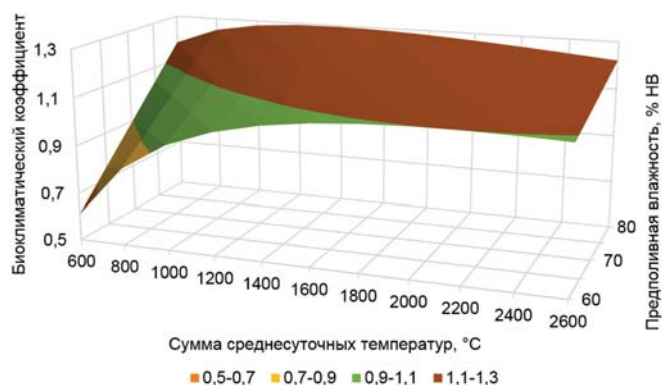


Рис. 1. Зависимость биоклиматических коэффициентов саженцев сливы от суммы среднесуточных температур и предполивной влажности почвы

Fig. 1. Dependence of bioclimatic coefficients of plum saplings on the sum of average daily temperatures and pre-irrigation soil moisture

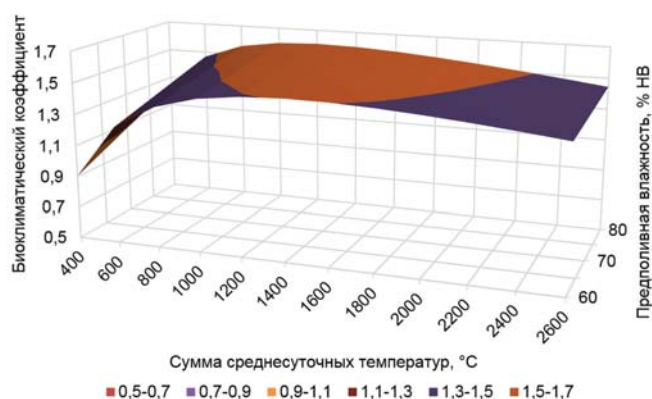


Рис. 2. Зависимость биоклиматических коэффициентов саженцев вишни от суммы среднесуточных температур и предполивной влажности почвы

Fig. 2. Dependence of bioclimatic coefficients of cherry saplings on the sum of average daily temperatures and pre-irrigation soil moisture

Биоклиматические коэффициенты для саженцев груши в зависимости от суммы среднесуточных температур и предполивной влажности почвы показаны на рисунке 4. В варианте с поддержанием влажности почвы в диапазоне 60-80% НВ биоклиматические коэффициенты изменяются от 0,88 до 1,36, в варианте 70-90% НВ – от 1,34 до 1,51 и в варианте 80-100% НВ – от 1,42 до 1,83. С увеличением предполивной влажности почвы прослеживается закономерное увеличение значений биоклиматических коэффициентов.

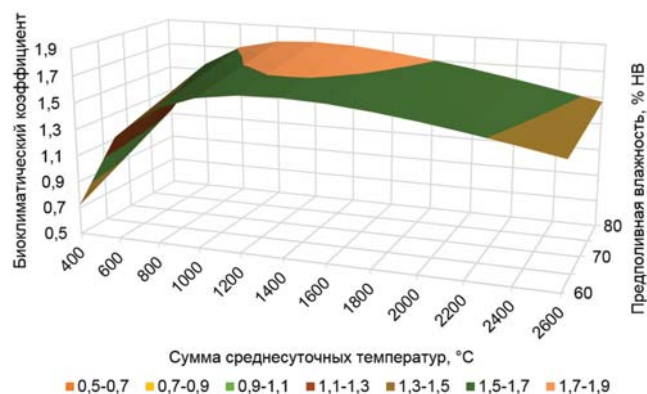


Рис. 3. Зависимость биоклиматических коэффициентов саженцев малины от суммы среднесуточных температур и предполивной влажности почвы

Fig. 3. Dependence of bioclimatic coefficients of raspberry saplings on the sum of average daily temperatures and pre-irrigation soil moisture

Для саженцев яблони характерны схожие закономерности в изменении биоклиматических коэффициентов от суммы среднесуточных температур и предполивной влажности почвы, которые были выявлены для саженцев сливы, вишни, малины и яблони. Графическое отображение уравнение для расчета биоклиматических коэффициентов саженцев яблони показано на рисунке 5. В варианте с поддержанием влажности почвы в диапазоне 60-80% НВ биоклиматические коэффициенты изменяются от 1,25 до 1,52, в варианте 70-90% НВ – от 1,36 до 2,01 и в варианте 80-100% НВ – от 1,46 до

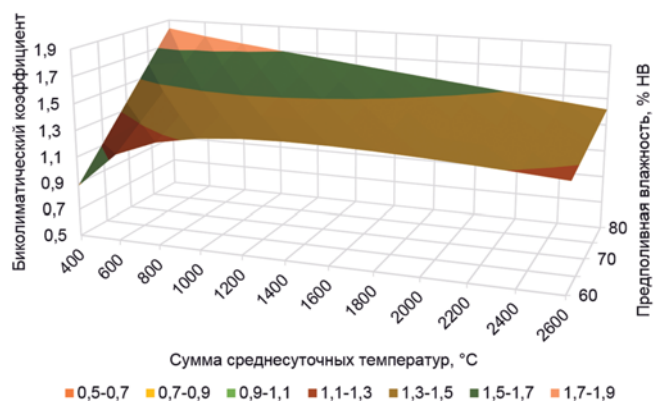


Рис. 4. Зависимость биоклиматических коэффициентов саженцев груши от суммы среднесуточных температур и предполивной влажности почвы

Fig. 4. Dependence of bioclimatic coefficients of pear saplings on the sum of average daily temperatures and pre-irrigation soil moisture

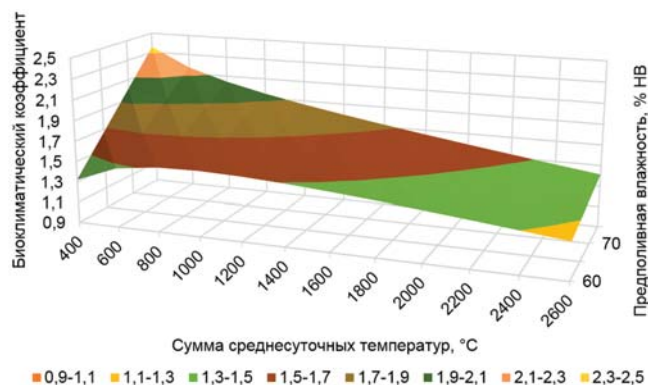


Рис. 5. Зависимость биоклиматических коэффициентов саженцев яблони от суммы среднесуточных температур и предполивной влажности почвы

Fig. 5. Dependence of bioclimatic coefficients of apple tree saplings on the sum of average daily temperatures and pre-irrigation soil moisture

2,70. Увеличение предполивной влажности почвы обеспечивает повышение оросительных норм, что приводит к более высоким значениям биоклиматических коэффициентов.

Полученные математико-статистические модели позволяют рассчитывать биоклиматические коэффициенты саженцев сливы, вишни, малины, груши и яблони в зависимости от предполивной влажности почвы и суммы среднесуточных температур для условий Центральной Нечерноземной зоны России. Для всех рассматриваемых плодовых и ягодных культур характерна общая закономерность, что в зависимости от суммы среднесуточных температур биоклиматические коэффициенты изменяются по параболической зависимости, при этом имеют минимальные значения в начале вегетационного периода, достигают максимальных значений в период интенсивного роста саженцев и постепенно снижаются к концу вегетации.

Средние значения биоклиматических коэффициентов за вегетационный период для саженцев плодовых и ягодных культур по режимам капельного орошения и среднеквадратические отклонения показаны на рисунке 6. По усредненным оценкам рассматриваемые культуры ранжируются следующим образом (возрастание биоклиматических коэффициентов): слива, груша, вишня, малина, яблоня. Вычисленные биоклиматические коэффи-

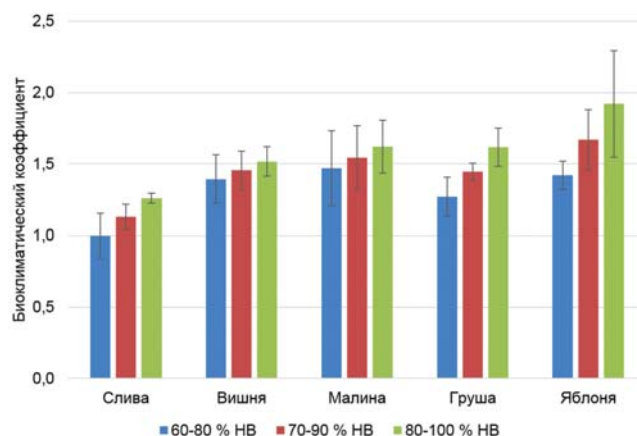


Рис. 6. Средние значения биоклиматических коэффициентов за вегетационный период для саженцев плодовых и ягодных культур по режимам капельного орошения

Fig. 6. Average values of bioclimatic coefficients for the growing season for saplings of fruit and berry crops according to drip irrigation regimes

циенты по различным режимам капельного орошения могут использоваться для расчета суммарного водопотребления в зависимости от суммы среднесуточных температур атмосферного воздуха в условиях Центральной Нечерноземной зоны России, тем самым обеспечивая рациональное распределение водных ресурсов в зависимости от увлажненности вегетационного периода.

Заключение

Полученные математико-статистические модели позволяют рассчитывать биоклиматические коэффициенты саженцев сливы, вишни, малины, груши и яблони в зависимости от предполивной влажности почвы и суммы среднесуточных температур для условий дерново-среднеподзолистых почв Центральной Нечерноземной зоны России. Для всех рассматриваемых плодовых и ягодных культур характерна общая закономерность, что в зависимости от суммы среднесуточных температур биоклиматические коэффициенты изменяются по параболической зависимости, при этом имеют минимальные значения в начале вегетационного периода, достигают максимальных значений в период интенсивного роста саженцев и постепенно снижаются к концу вегетации.

Литература

- Добренко И.Е. Современная отрасль садоводства России: анализ положения и перспективности. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2022;4(41):12-23. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2022-41-4-12-23> <https://elibrary.ru/nhboik>
- Дубовицкий А.А., Климентова Э.А., Григорьева Л.В. Анализ современного состояния отрасли садоводства в России и перспективы развития на основе реализации рыночного потенциала. *Вестник Воронежского*

- государственного аграрного университета. 2022;15, (4(75)):124-138. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_4_124 <https://elibrary.ru/gkojzl>
- Соколов О.В. Современный уровень интенсификации садоводства в сельскохозяйственных предприятиях Тамбовской области. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2012;(4):125-129. <https://elibrary.ru/qamsfd>
- Федоренко В.Ф., Мишунов Н.П., Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинко О.В. анализ состояния и перспективные направления развития питомниководства и садоводства: науч. аналит.

- обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 88 с. <https://elibrary.ru/fgvbrf>
5. Кузичева Н.Ю. Стратегические проблемы развития садоводства России. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2023;1(72):142-146. <https://elibrary.ru/sunxck>
6. Ищенко Н.В. Вызовы и угрозы развития садоводства России. *Экономический обзор*. 2020;9-10(9):3-6. <https://elibrary.ru/vghhsk>
7. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В., Ильченко К.Ю. Особенности формирования саженцев малины при капельном орошении Центрального Нечерноземья. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2023;(1):12-18. <https://doi.org/10.32962/0235-2524-2023-1-12-18> <https://elibrary.ru/hmrugm>
8. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности водопотребления саженцев сливы, выращиваемых в питомнике при капельном орошении. *Плодородие*. 2020;4(115):53-56. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.115.15> <https://elibrary.ru/rkmmvf>
9. Мелихова Е.В. Технология комбинированного орошения овощных культур. Овощи России. 2019;(2):84-87. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-84-87>
10. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Технология возделывания саженцев сливы в плодовом питомнике при капельном орошении в условиях Нечерноземной зоны России. Москва: Издательство Проспект, 2023. 136 с. ISBN: 978-5-392-38124-1. <https://elibrary.ru/xbxqel>
11. Бурмистрова А.Ю. Регулирование водного режима почвы при капельном орошении плодовых питомников в Нечерноземной зоне. Москва, 2013. 229 с. <https://elibrary.ru/zpaald>
12. Еремин Е.В. Обоснование режима капельного орошения саженцев груши в условиях Московской области. 2015. 220 с. <https://elibrary.ru/marasn>
13. Алпатьев А.М. Влагообороты в природе и их преобразование. Л.: Гидрометеоиздат, 1969. 269 с.
14. Константинов А.Р., Астахова Н.И., Левенко А.А. Метод расчета испарения с сельскохозяйственных земель. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 126 с.
15. Никитин И.С. Водобалансовые методы расчета в мелиорации. М.: ЦНБТИ Минводхоза СССР, 1984. 84 с.
16. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: Справочник / под. ред. Б.Б. Шумакова. М.: Агропромиздат, 1990. 415 с.

• References

1. Dobrenko I.E. Modern gardening industry in Russia: analysis of the situation and prospects. *Agronomy vestnik Verkhnevolzh'ya*. 2022;4(41):12-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2022-41-4-12-23> <https://elibrary.ru/nhboik>
2. Dubovitskiy A.A., Klimentova E.A., Grigorieva L.V. Analysis of the current state of the horticultural industry in Russia and prospects for further

- development due to market potential realization. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15, (4(75)):124-138. (In Russ.) https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_4_124 <https://elibrary.ru/gkojzl>
3. Sokolov O.V. The modern level of gardening intensification in agricultural enterprises of Tambov region. *The bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2012;(4):125-129. (In Russ.) <https://elibrary.ru/qamsfd>
4. Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Kondratyeva O.V., Fedorov A.D., Slinko O.V. Analysis of the state and perspective directions of development of nursery and horticulture. М., 2019. 88 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/fgvbrf>
5. Kuzicheva N.Yu. Strategic problems of Russian gardening. *The bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2023;1(72):142-146. (In Russ.) <https://elibrary.ru/sunxck>
6. Ishchenko N.V. Challenges and threats to the development of horticulture in Russia. *Economic review*. 2020;9-10(9):3-6. (In Russ.) <https://elibrary.ru/vghhsk>
7. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Ilchenko K.Yu. Features of the formation of raspberry seedlings under drip irrigation of the Central Non-Chernozem Region. *Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo*. 2023;(1):12-18. (In Russ.) <https://doi.org/10.32962/0235-2524-2023-1-12-18> <https://elibrary.ru/hmrugm>
8. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Peculiarities of forming a root system of plum seedlings in a fruit kernel with drop irrigation. *Plodородие*. 2020;4(115):53-56. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.115.15> <https://elibrary.ru/rkmmvf>
9. Melikhova E.V. Technology of combined irrigation of vegetable crops. Vegetable crops of Russia. 2019;(2):84-87. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-84-87>
10. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Technology for cultivating plum seedlings in a fruit nursery with drip irrigation in the conditions of the Non-Black Earth Zone of Russia. Moscow: Prospekt Publishing House, 2023. 136 p. ISBN: 978-5-392-38124-1. (In Russ.) <https://elibrary.ru/xbxqel>
11. Burmistrova A.Yu. Regulation of soil water regime during drip irrigation of fruit nurseries in the Non-Chernozem Zone. М., 2013. 229 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/zpaald>
12. Eremin E.V. Justification of the drip irrigation regime for pear seedlings in the conditions of the Moscow region. 2015. 220 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/marasn>
13. Alpatiev A.M. Moisture cycles in nature and their transformation. L.: Gidrometeoizdat, 1969. 269 p. (In Russ.)
14. Konstantinov A.R., Astakhova N.I., Levenko A.A. Method for calculating evaporation from agricultural lands. L.: Gidrometeoizdat, 1971. 126 p. (In Russ.)
15. Nikitin I.S. Water balance calculation methods in land reclamation. М.: TsNBTI Ministry of Water Resources of the USSR, 1984. 84 p. (In Russ.)
16. Land reclamation and water management. Irrigation: Directory / pod. ed. B.B. Shumakova. М.: Agropromizdat, 1990. 415 p. (In Russ.)

Об авторах:

Николай Николаевич Дубенок – академик РАН, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой, ndubenok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>, SPIN-код: 1856-9793

Александр Владимирович Гемонов – кандидат с.-х. наук, доцент, автор для переписки, agemonov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2561-8179>, SPIN-код: 3293-5840

Александр Вячеславович Лебедев – кандидат с.-х. наук, доцент, alebedev@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8939-942X>, SPIN-код: 5789-5540

About the Authors:

Nikolay N. Dubenok – Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Department of Agricultural Land Reclamation, Forestry and Land Management, <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>, ndubenok@rgau-msha.ru, SPIN-code: 1856-9793

Alexander V. Gemonov – Cand. Sci. (Agriculture), Assistant Professor, Corresponding Author, agemonov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2561-8179>, SPIN-code: 3293-5840

Alexander V. Lebedev – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, alebedev@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8939-942X>, SPIN-code: 5789-5540