

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ОТ ЛАНДШАФТНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Дмитрий Анатольевич Иванов, член-корреспондент РАН, профессор
Никита Александрович Хархардинов, младший научный сотрудник
Ксения Сергеевна Курпас, младший научный сотрудник
ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва, Россия
E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Аннотация. Проведен мониторинг урожайности (1998–2023 годы) клеверотимофеечных травостоев первого года пользования в пределах моренного холма для нахождения закономерностей влияния на нее погодных условий. Травостой эксплуатировались в Тверской области без удобрений в одноукосном режиме на поле, разбитом на 120 делянок. С помощью регрессионного анализа определяли зависимость урожайности сена многолетних трав от временной вариабельности среднемесячных значений среднесуточных температур, их амплитуды, суммы осадков и ГТК. Выявлено, что суммарно эти параметры определяют около 43% вариабельности продуктивности трав, однако колебания амплитуд температур ответственны за 32% временной изменчивости урожая. На урожай трав влияет вариабельность условий произрастания не только во времени, но и в пространстве. Негативное воздействие на урожай перепадов температур воздуха отмечено во всех частях ландшафта, кроме плоской вершины, где продуктивность положительно реагирует на рост ГТК и отрицательно на увеличение температур воздуха предукосного периода. Негативное действие на выход продукции оказывают: перепады температур поздним летом и ранней осенью, особенно на южных склонах, что может затруднить перезимовку растений; оттепели в марте, провоцирующие возникновение ледяной корки на поверхности почвы, повреждающей узлы кущения растений; жаркие дни в предукосный период, ускоряющие созревание трав и снижающие интенсивность накопления биомассы. Февральские оттепели, способствуя накоплению влаги в почве, приводят к увеличению урожая трав. Мероприятия, снижающие негативное влияние перепадов температур: осеннее скашивание молодого травостоя, снегозадержание на лугах и дождевание трав в наиболее жаркие дни предукосного периода.

Ключевые слова: травостой, трансекта, статистический анализ, климат, ландшафт

CORRELATION BETWEEN PERENNIAL GRASS PRODUCTIVITY AND LANDSCAPE AND CLIMATIC CONDITIONS

D.A. Ivanov, *Corresponding Member of the RAS, Professor*
N.A. Kharhardinov, *Junior Researcher*
K.S. Kurpas, *Junior Researcher*
FRC "V.V. Dokuchaev Soil Science Institute", Moscow, Russia
E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Abstract. The yield monitoring (1998–2023) of cloverthymothy grass stands of 1 year of use within the moraine hill was carried out in order to find patterns in the influence of weather conditions on it. The grass stands were operated in the conditions of the Tver region without fertilizers in a single-cut mode on a field divided into 120 plots. Using regression analysis, we determined the influence of temporal variability of average monthly values: average daily temperatures, their amplitude, amount of precipitation and hydrothermal coefficient on the hay yield of perennial grasses. It was revealed that in total these parameters determine about 43% of the variability in grass productivity, but fluctuations in temperature amplitudes are responsible for 32% of the temporal variability of the yield. The yield of herbs is affected by the variability of growing conditions not only in time, but also in space. The negative impact on the yield of air temperature changes is observed in all parts of the landscape, except for the flat top, where productivity responds positively to the growth of the hydrothermal coefficient and negatively to the increase in air temperatures in the pre-harvest period. The following have a negative impact on product yield: temperature changes in late summer and early autumn, especially on southern slopes, which can make it difficult for plants to overwinter; thaws in March, causing the formation of an ice crust on the soil surface and damaging the tillering nodes of plants; hot days in the pre-harvest period, accelerating the ripening of grasses and reducing the intensity of biomass accumulation. February thaws, promoting the accumulation of moisture in the soil, lead to an increase in grass yield. Measures that reduce the negative impact of temperature changes on the grass harvest include: autumn mowing of young grass, snow retention in meadows, and sprinkling of grass on the hottest days of the pre-harvest period.

Keywords: grass stand, transect, statistical analysis, climate, landscape

При планировании сельскохозяйственного производства опираются, прежде всего, на погодные условия. Изучать феномен воздействия температуры и влажности воздуха на рост и развитие растений нужно для создания работоспособных алгоритмов прогнозирования их урожайности. [1, 17] Учеными агроклиматологии и ландшафтоведения показано влияние природных условий на характер пространственного перераспределения гидротермических ре-

сурсов в процессе образования растительной биомассы. [3, 13] Результаты этого анализа имеют большое значение для разработки стратегий адаптации производства сельскохозяйственных культур к условиям различных регионов.

На современном этапе феномен глобального потепления климата воздействует на динамику урожайности. [9] По данным В.Н. Павловой среднее увеличение биоклиматического потенциала в центральных обла-

стях Европейской части России может составлять от 15 до 20% к середине XXI века. [7] Для Центрального федерального округа в будущем вероятен рост (14...17%) валового сбора зерновых и зернобобовых культур. [11] Выявлено и отрицательное действие изменения параметров погоды на урожайность четырех основных культур в глобальном масштабе. Формируемый на основе потепления, новый природно-ресурсный потенциал света, тепла и влаги приводит к учащению опасных гидрометеорологических явлений (засуха, переувлажнение, градобитие, вымерзание и другое) на территории Центрального Нечерноземья, что нарушает устойчивость сельскохозяйственной отрасли. [2] В Белоруссии, в зависимости от складывающихся гидротермических условий вегетационного периода, уменьшение урожайности трав на эродированных почвах может достигать 30%. [12] Анализ общей урожайности биомассы озимой пшеницы, ярового ячменя и лугов среди различных погодных кластеров в Великобритании показал, что производство трав было более устойчивым к изменению климата. [14]

Полевые исследования влияния погодных условий на урожайность культур позволяют определить многие закономерности процесса формирования растительной биомассы. Так А.В. Клочков с соавторами установил, что наибольшая чувствительность растений к влаге и теплу проявляется на ранних стадиях их развития и при активном росте. [5] В работах сербских ученых показано, что урожайность культур сильно зависела от колебания температур в марте, августе и сентябре. [19] Для условий Кировской области отмечены значительные корреляции между средней урожайностью яровой пшеницы и погодными условиями в июне: обратная с температурой воздуха и прямая с количеством осадков. [6] Влияние температуры на урожайность культур проявляется в сложной системе временных (погодные), пространственных (ландшафтные) и агротехнических (способ выращивания) факторов, которые во многом определяют характер динамических процессов в геокмлексе. [16]

В настоящее время интенсивно изучается влияние погодных условий на продуктивность пастбищ и сенокосов. [4, 10] На юго-западе США за 37 лет исследований было установлено, что общая биомасса многолетних трав уменьшалась по мере увеличения засушливости. [18] Упреждающая корректировка выпаса скота в этом регионе с учетом меняющихся климатических условий могла бы предотвратить деградацию лугопастбищных сообществ в более теплом и сухом климате. [20]

Задача агроэкологических и экологических исследований состоит в том, чтобы предложить оптимизированные решения, которые считаются прибыльными, адаптивными и развиваются вместе с технологическими и социальными инновациями. [15] Наиболее удобный и информативный инструмент исследования влияния климата на сельскохозяйственные растения — многолетний мониторинг показателей их жизнедеятельности в агроэкологических стационарах (полигоны), в пределах которых представлены основные ландшафтные позиции региона.

Цель работы — на основе результатов многолетнего мониторинга выявить особенности влияния погодных условий на урожайность клеверотимофеечных травостоев в различных частях агроландшафта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на агроэкологическом полигоне ВНИИМЗ — филиал ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», заложенном в 1996 году, который расположен в 4-х км к востоку от г. Тверь. Он занимает площадь 50 га в пределах моренного холма с относительной высотой 15 м, четко выраженной плоской вершиной, северным пологим склоном (2...3°), южным (3...5°) и межхолмными депрессиями (северная и южная).

Почвообразующие породы на территории полигона — двучленные отложения, состоящие из двух слоев: верхний (сложен относительно легкими породами) и подстилающий (моренным завалуненным суглинком). В южной части полигона мощность песчано-супесчаного наноса местами превышает 1,5 м (мощный двучлен). На вершине и северном склоне холма верхние горизонты почв сложены супесью и легким суглинком (среднемошной и маломощный двучлены), в межхолмной депрессии на севере полигона морена местами выходит на поверхность. Почвы на мощных двучленах, как правило, характеризуются пахотными горизонтами более легкого гранулометрического состава, чем в местах с близким залеганием морены. Почвенный покров полигона — вариация-мозаика дерново-подзолистых глееватых и глеевых почв. Полигон осушен гончарным дренажем со средним междренним расстоянием — 30 м.

Ландшафтное картирование показало наличие в пределах полигона местоположений с различным геохимическим статусом: 1. элювиально-аккумулятивный (Э-А) геокмлекс плоской вершины холма, где господствует вертикальное промывание почвенной толщи, выносящее элементы питания растений в грунтовые воды, и локально, в микрозападинах, проявляется аккумуляция влаги и других веществ; 2. элювиально-транзитные (Э-Т) микроландшафты верхних частей склонов, в которых, наряду с вертикальной миграцией веществ, поверхностный и внутрипочвенный ток влаги вниз по склону; 3. транзитные (Т) микрокомлексы центральных частей склонов с преобладанием латерального тока влаги и элементов питания растений; 4. транзитно-аккумулятивные (Т-А) геосистемы нижних частей склонов и межхолмных депрессий, в пределах которых отмечается как латеральный ток влаги, так и аккумуляция некоторых веществ.

Для достижения поставленной цели осуществляли мониторинг урожайности сена клеверотимофеечной травосмеси первого года пользования с 1998 по 2023 год на агроэкологической трансекте (физико-географический профиль) — производственном массиве, состоящем из десяти продольных полей, пересекающих все микроландшафтные позиции холма. Поля, где проводили наблюдения, располагались вдоль трансекты и имели ширину 7,2, длину 1300 м. Травы высевали под покров овса и выращивали без внесения удобрений, кроме подкормки покровной культуры в фазе кущения аммиачной селитрой в дозе 1 ц/га (N_{30} кг/га). Травостои эксплуатировали в одноукосном режиме. Каждое поле разбито на 120 одинаковых равноудаленных делянок, площадью 20 м², в которых определяли урожайность сена в четырехкратной повторности.

С помощью регрессионного анализа установили влияние временной вариабельности среднемесяч-

ных значений (среднесуточные температуры, их амплитуда, сумма осадков и ГТК) на урожайность сена многолетних трав. Климатические данные взяты из архивов метеостанции Тверь. Статистический анализ осуществлен на основе пакета Statgraphics+. Степень влияния климата на урожайность вычисляли методом Н.А. Плохинского делением частной факториальной суммы квадратов на общую.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Классический регрессионный анализ предполагает наличие ортогональной матрицы – банка данных, в нем количество предикторов (независимые факторы) не должно превышать число наблюдений минус одно наблюдение. Исходя из этого правила, максимальное количество независимых факторов, которое в нашем случае можно включить в уравнение регрессии, равно 25. Для сравнительной оценки степени воздействия всех изучаемых нами факторов на урожайность сена мы были вынуждены усреднить их значения по кварталам, что позволило создать ортогональные матрицы с числом предикторов равным 16 для каждого геокомплекса с отдельным типом геохимической обстановки – агромикрорландшафта (АМЛ). Усредненные по всему агроландшафту конечно-моренного холма показатели степени влияния климатических факторов на урожайность сена многолетних трав: амплитуда температур – 32,8%, ГТК – 4,9, средняя температура – 4,1, осадки – 1,1%.

Исследуемые факторы суммарно определяют около 43% временной вариабельности урожайности сена в агроландшафте. Отмечена максимальная зависимость урожая трав от характера изменчивости внутримесячных амплитуд температуры воздуха. Заметное влияние на него оказывают также колебание температуры воздуха и ГТК. Неусредненные данные приведены на рисунке 1.

Характер коэффициентов уравнения регрессии, рассчитанного для всего агроландшафта конечно-моренной гряды, показывает, что урожайность трав возрастает при увеличении амплитуд температуры в январе–марте и средней температуры воздуха в октябре–декабре года посева. Относительно теплые позднеосенние и раннезимние месяцы позволяют травостоя лучше подготовиться к перезимовке, а оттепели

в середине зимы и начале весны пополняют запасы почвенной влаги, все это приводит к росту урожайности трав. Значительные перепады температуры весной и ранним летом снижают урожай сена, по-видимому, из-за ускорения цветения трав и формирования генеративных органов в ущерб вегетативным.

В межхолмной депрессии, расположенной на юге полигона (Т-Аю), где господствуют песчаные почвы, наблюдаются закономерности, описанные выше, однако они выражены гораздо ярче вследствие более однородных условий природной среды. В центральной части южного склона холма (Тю) с песчаными почвами различной степени смывости, негативное влияние на урожай трав оказывает повышение температуры летом и ранней осенью, а также предукосного периода. Верхняя часть южного склона (Э-Тю), где латеральные процессы выражены слабо, характеризуется прямо пропорциональной зависимостью урожая от количества осадков при посеве трав и температур января – марта. Обратной пропорциональной зависимостью урожая отмечается с амплитудой температур при укосе и ГТК при посеве. На плоской вершине (Э-А) урожай сена увеличивается с возрастанием ГТК в апреле – июне года укоса и уменьшается в случае жарких летних месяцев в год посева. На северном склоне негативно действует на урожай трав увеличение амплитуды температур воздуха, причем в его верхней части (Э-Тс) важны условия конца осени и начала зимы, а в центре (Тс) – предукосного периода.

В межхолмной депрессии на севере полигона (Т-Ас), в которой преобладают относительно тяжелые почвы, положительно влияют на урожай сена увеличение средних температур осени и начала зимы, а также их амплитуды с октября по март. Однако значительный разброс температур в предукосные месяцы вредит травостоя.

Так как характер изменчивости амплитуды температур определяет наибольшую долю в вариабельности урожая трав, мы изучили это по месяцам.

На рисунке 2 (2-я стр. обл.) более подробно (по месяцам) показана динамика коэффициентов регрессии уравнений, описывающих влияние значений внутримесячных разбросов температур на урожайность трав. Максимально отрицательно воздействуют на урожай трав высокие амплитуды температур воздуха в августе и сентябре, так как происходит выход травостоя из-под

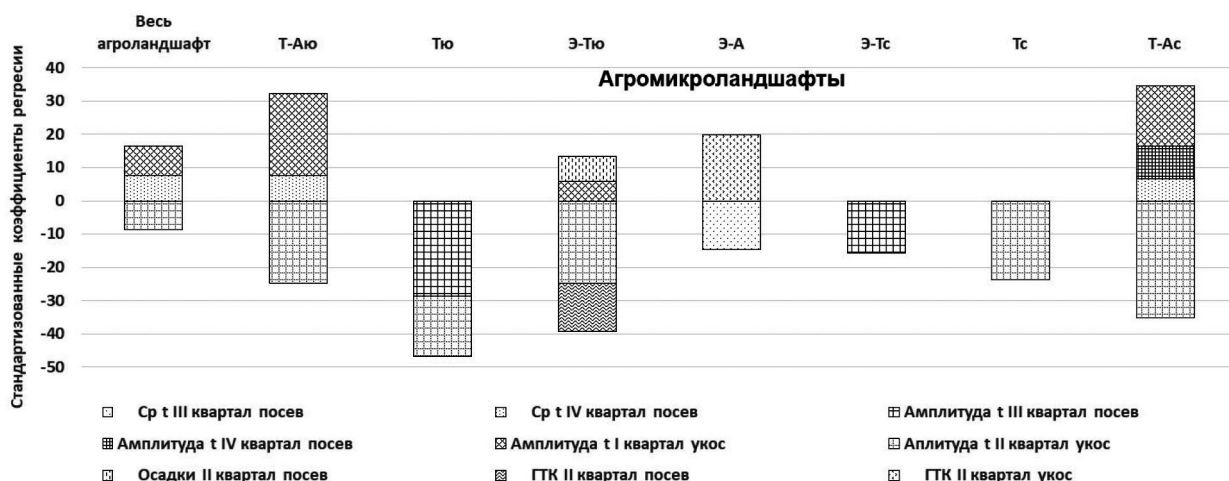


Рис. 1. Влияние климатических условий на продуктивность трав в различных частях агроландшафта.

покровной культуры и его интенсивный рост в наиболее теплые дни, что негативно сказывается на перезимовке трав, сильнее это проявляется на южном склоне холма.

Положительное влияние на урожай трав оказывают февральские оттепели, которые приводят к накоплению влаги в пахотных горизонтах, что способствует интенсификации вегетации трав весной. Южный склон характеризуется наибольшей выраженностью этого процесса. Оттепели в марте–апреле негативно действуют на травостой, так как провоцируют образование ледяных корок на поверхности почвы, которые повреждают узлы кушения. Сильнее всего страдают от них травы на вершине холма и в верхней части его северного склона.

В жаркие дни мая – июня травы быстрее созревают, их генеративные органы развиваются за счет вегетативных частей, что снижает урожайность сена. Это чаще встречается в центре южного склона.

Выводы. В условиях конечно-моренного ландшафта, расположенного в центральной части Нечерноземья, достоверное влияние на урожай клеверотимофеечного травостоя первого года пользования оказывают колебания средней температуры воздуха, изменчивость ее внутримесячных амплитуд, вариативность суммы осадков и значений гидротермического коэффициента. Суммарно эти параметры определяют около 43% вариативности продуктивности трав, однако колебания амплитуд температур ответственные за 32% временной изменчивости урожая.

На урожай трав действует вариативность условий произрастания не только во времени, но и в пространстве. Негативное влияние на урожай значительных перепадов температур воздуха в течение месяца отмечается во всех агромикрорландшафтах, кроме плоской вершины, где он положительно реагирует на рост ГТК и отрицательно на увеличение температур воздуха предукосного периода.

Наибольшее отрицательное действие на выход продукции (сено) оказывают перепады температур поздним летом и ранней осенью (особенно на южных склонах), из-за которых может происходить интенсивный и неоднородный рост растений и их затрудненная перезимовка. Также негативно влияют на травостой оттепели в марте, провоцирующие возникновение ледяной корки на поверхности почвы, повреждающей узлы кушения растений и жаркие дни в предукосный период, ускоряющие созревание трав и снижающие интенсивность накопления биомассы. Февральские оттепели, способствуя накоплению влаги в почве, приводят к увеличению урожая трав.

Предлагаем некоторые технологические приемы, подавляющие отрицательное действие перепадов температур на урожай трав – осеннее скашивание молодого травостоя, снегозадержание на лугах, дождевание трав в наиболее жаркие дни предукосного периода для снижения температуры травяного покрова.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Баденко В.Л., Гарманов В.В., Иванов Д.А. и др. Перспективы использования динамических моделей агроэко-систем в задачах средне и долгосрочного планирования сельскохозяйственного производства и землеустройства // Доклады РАСХН. 2015. № 1–2. С. 72–76.
- Белолобцев А.И., Куприянов А.Н., Кузнецов И.А. и др. Средостабилизирующая роль многолетних трав в условиях современных вызовов экологического и климатического характера // АгроЭкоИнфо. 2023. № 1 (55). <https://doi.org/10.51419/202131127>
- Берущашвили Н.Л. Геофизика ландшафта. М.: Высшая школа, 1990. 287 с.
- Иванов Д.А., Карасева О.В., Рублюк М.В. Изучение динамики продуктивности трав на основе данных многолетнего мониторинга // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(1). С. 76–84. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.76-84>
- Клочков А.В., Соломко О.Б., Клочкова О.С. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 С. 101–105.
- Лыскова И.В., Суховеева О.Э., Лыскова Т.В. Влияние локального изменения климата на продуктивность яровых зерновых культур в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(2). С. 244–253. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.244-253>
- Павлова В.Н., Каланка П., Караченкова А.А. Продуктивность зерновых культур на территории европейской России при изменении климата за последние десятилетия // Метеорология и гидрология. 2020. № 1. С. 78–94.
- Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ, 1970. 367 с.
- Порфирьев Б.Н. Устойчивое развитие, климат и экономический рост: стратегические вызовы и решения для России. С.-Пб: СПбгуп, 2020. 40 с.
- Привалов К.Н., Каримов Р.Р. Продуктивность долголетних пастбищных травостоев в зависимости от погодных условий // Орошаемое земледелие. 2020. № 2. С. 38–41. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2020-2-8>
- Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Модельные оценки влияния климата на урожайность зерновых и зернобобовых культур в регионах России // Проблемы прогнозирования. 2021. № 2. С. 75–86.
- Цыбулько Н.Н., Устинова А.М., Юхновец А.В. и др. Продуктивность однолетних и многолетних трав на дерново-подзолистых почвах разной степени эродированности (результаты длительных полевых опытов) // Почвоведение и агрохимия. 2022. № 1(68). С. 31–39. [https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1\(68\)-31-39](https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1(68)-31-39)
- Шашко Д.И., Розов Н.Н. Внутриобластное природно-сельскохозяйственное районирования как форма учета биоклиматического потенциала // Земледелие. 1989. № 3. С. 18–22.
- Addy J.W.G., Ellis R.H., Macdonald A.J. et al. Changes in agricultural climate in South-Eastern England from 1892 to 2016 and differences in cereal and permanent grassland yield // Agricultural and Forest Meteorology. 2021. Vol. 308–309. P. 108560. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108560>
- Bellocchi G., Picon-Cochard C. Effects of Climate Change on Grassland Biodiversity and Productivity // Agronomy. 2021. Vol. 11(6). P. 1047. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061047>
- Bulgakov D.S., Rukhovich D.I., Shishkonakova E.A. et al. The application of the soil-agroclimatic index for assessing the agronomic potential of arable lands in the forest-steppe zone of Russia // Eurasian Soil Science. 2018. № 51(4). P. 448–459. <https://doi.org/10.1134/S1064229318040038>
- Ksenofontov M.Y., Polzikov D.A. On the issue of the impact of climate change on the development of russian agriculture in the long term. Studies on Russian Economic Development. 2020. Vol. 31. № 3. P. 304–311. <https://doi.org/10.1134/S1075700720030089>

18. Lasche S.N., Schroeder R.W., McIntosh M.M. et al. Long-term growing season aridity and grazing seasonality effects on perennial grass biomass in a Chihuahuan Desert rangeland // *Journal of Arid Environments*. 2023. Vol. 209. P. 104902. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104902>
19. Milosevic D., M. Savic S., Stojanovic V. et al. Effects of precipitation and temperatures on crop yield variability in Vojvodina (Serbia) // *Italian Journal of Agrometeorology*. 2015. № 3. P. 35–46.
20. Souther S., Loeser M., Crews T.E., Sisk T. Complex response of vegetation to grazing suggests need for coordinated, landscape-level approaches to grazing management // *Global Ecology and Conservation*. 2019. Vol. 20(12). P. 00770. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00770>
- REFERENCES**
- Badenko V.L., Garmanov V.V., Ivanov D.A. i dr. Perspektivy ispol'zovaniya dinamicheskikh modeley agroekosistem v zadachakh sredne i dolgosrochnogo planirovaniya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva i zemleustroystva // *Doklady RASKHN*. 2015. № 1–2. S. 72–76.
 - Belolyubtsev A.I., Kupriyanov A.N., Kuznetsov I.A. i dr. Sredostabiliziruyushchaya rol' mnogoletnikh trav v usloviyakh sovremennykh vyzovov ekologicheskogo i klimaticheskogo kharaktera // *AgroEkoInfo*. 2023. № 1(55). <https://doi.org/10.51419/202131127>
 - Beruchashvili N.L. Geofizika landshafta. M.: Vysshaya shkola, 1990. 287 s.
 - Ivanov D.A., Karaseva O.V., Rublyuk M.V. Izucheniye dinamiki produktivnosti trav na osnove dannykh mnogoletnego monitoringa // *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka*. 2021. № 22(1). S. 76–84. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.76-84>
 - Klochkov A.V., Solomko O.B., Klochkova O.S. Vliyaniye pogodnykh usloviy na urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur // *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2019. № 2 S. 101–105.
 - Lyskova I.V., Sukhoveyeva O.E., Lyskova T.V. Vliyaniye lokal'nogo izmeneniya klimata na produktivnost' yarovykh zernovykh kul'tur v usloviyakh Kirovskoy oblasti // *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka*. 2021. № 22(2). S. 244–253. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.244-253>
 - Pavlova V.N., Kalanka P., Karachenkova A.A. Produktivnost' zernovykh kul'tur na territorii yevropeyskoy Rossii pri izmenenii klimata za posledniye desyatiletiya // *Meteorologiya i gidrologiya*. 2020. № 1. S. 78–94.
 - Plokhinskiy N.A. *Biometriya*. M.: MGU, 1970. 367 s.
 - Porfir'yev B.N. *Ustoychivoye razvitiye, klimat i ekonomicheskyy rost: strategicheskiye vyzovy i resheniya dlya Rossii*. S.-Pb: SPBgup, 2020. 40 s.
 - Privalova K.N., Karimov R.R. Produktivnost' dolgoletnikh pastbishchnykh travostoyev v zavisimosti ot pogodnykh usloviy // *Oroshayemoye zemledeliye*. 2020. № 2. S. 38–41. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2020-2-8>
 - Siptits S.O., Romanenko I.A., Yevdokimova N.Ye. Model'nyye otsenki vliyaniya klimata na urozhaynost' zernovykh i zernobobovykh kul'tur v regionakh Rossii // *Problemy prognozirovaniya*. 2021. № 2. S. 75–86.
 - Tsybul'ko N.N., Ustinova A.M., Yukhnovets A.V. i dr. Produktivnost' odnoletnikh i mnogoletnikh trav na dernovo-podzolistykh pochvakh raznoy stepeni erodirovannosti (rezul'taty dlitel'nykh polevykh opytov) // *Pochvovedeniye i agrokimiya*. 2022. № 1(68). S. 31–39. [https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1\(68\)-31-39](https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1(68)-31-39)
 - Shashko D.I., Rozov N.N. Vnutrioblastnoye prirodno-sel'skokhozyaystvennoye rayonirovaniya kak forma ucheta bioklimaticheskogo potentsiala // *Zemledeliye*. 1989. № 3. S. 18–22.
 - Addy J.W.G., Ellis R.H., Macdonald A.J. et al. Changes in agricultural climate in South-Eastern England from 1892 to 2016 and differences in cereal and permanent grassland yield // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2021. Vol. 308–309. P. 108560. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108560>
 - Bellocchi G., Picon-Cochard C. Effects of Climate Change on Grassland Biodiversity and Productivity // *Agronomy*. 2021. Vol.11(6). P. 1047. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061047>
 - Bulgakov D.S., Rukhovich D.I., Shishkonakova E.A. et al. The application of the soil-agroclimatic index for assessing the agronomic potential of arable lands in the forest-steppe zone of Russia // *Eurasian Soil Science*. 2018. № 51(4). P. 448–459. DOI: 10.1134/S1064229318040038
 - Ksenofontov M.Y., Polzikov D.A. On the issue of the impact of climate change on the development of russian agriculture in the long term. *Studies on Russian Economic Development*. 2020. Vol. 31. № 3. P. 304–311. <https://doi.org/10.1134/S1075700720030089>
 - Lasche S.N., Schroeder R.W., McIntosh M.M. et al. Long-term growing season aridity and grazing seasonality effects on perennial grass biomass in a Chihuahuan Desert rangeland // *Journal of Arid Environments*. 2023. Vol. 209. P. 104902. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104902>
 - Milosevic D., M. Savic S., Stojanovic V. et al. Effects of precipitation and temperatures on crop yield variability in Vojvodina (Serbia) // *Italian Journal of Agrometeorology*. 2015. № 3. P. 35–46.
 - Souther S., Loeser M., Crews T.E., Sisk T. Complex response of vegetation to grazing suggests need for coordinated, landscape-level approaches to grazing management // *Global Ecology and Conservation*. 2019. Vol. 20(12). P. e00770. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00770>

Поступила в редакцию 22.03.2024
Принята к публикации 05.04.2024

Рисунки к статье Лиховского В.В. и др. «Становление научной школы по генетическим ресурсам, селекции и генетики винограда в России от Н.И. Вавилова до настоящих дней» (стр. 63)

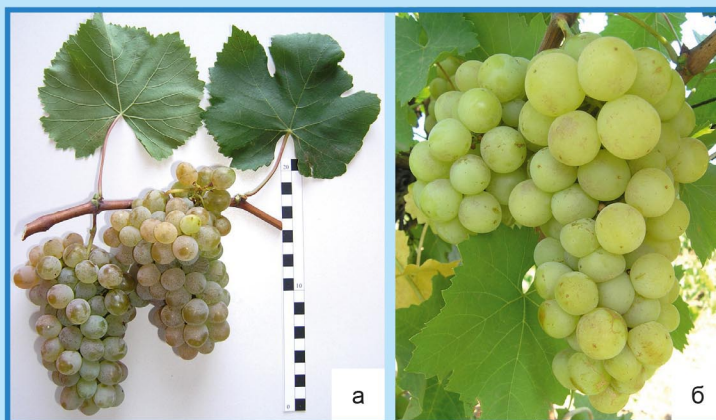


Рис. 4. Селекционные сорта винограда: а – Аврора Магарача, б – Поливитис Магарача.

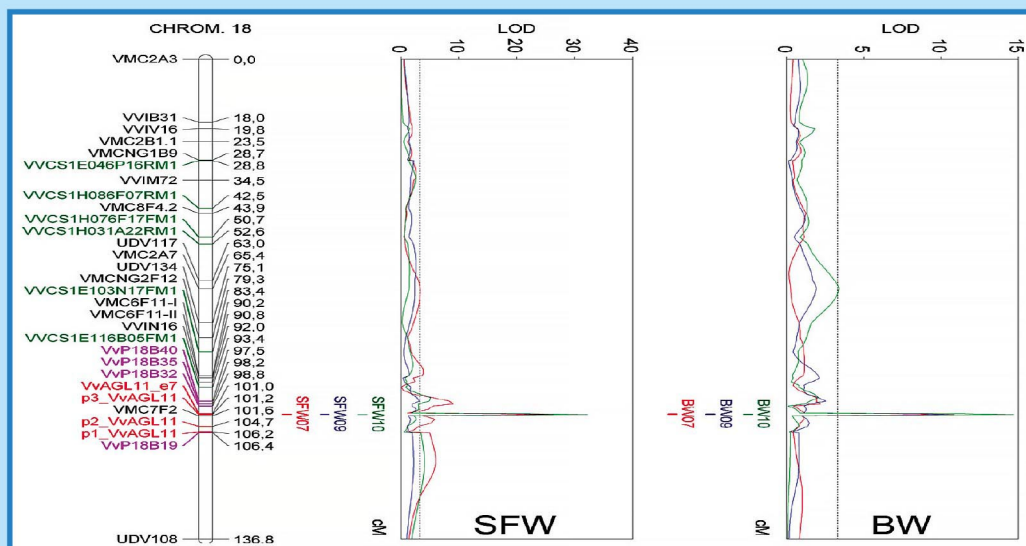


Рис. 7. Маркер ассоциированная селекция (MAS) винограда на бессемянность.



Рис. 8. Новый сорт винограда селекции института «Магарач» Кефесия Магарача.

Диаграмма к статье Иванова Д.А. и др. «Зависимость продуктивности многолетних трав от ландшафтных и климатических условий» (стр. 30)

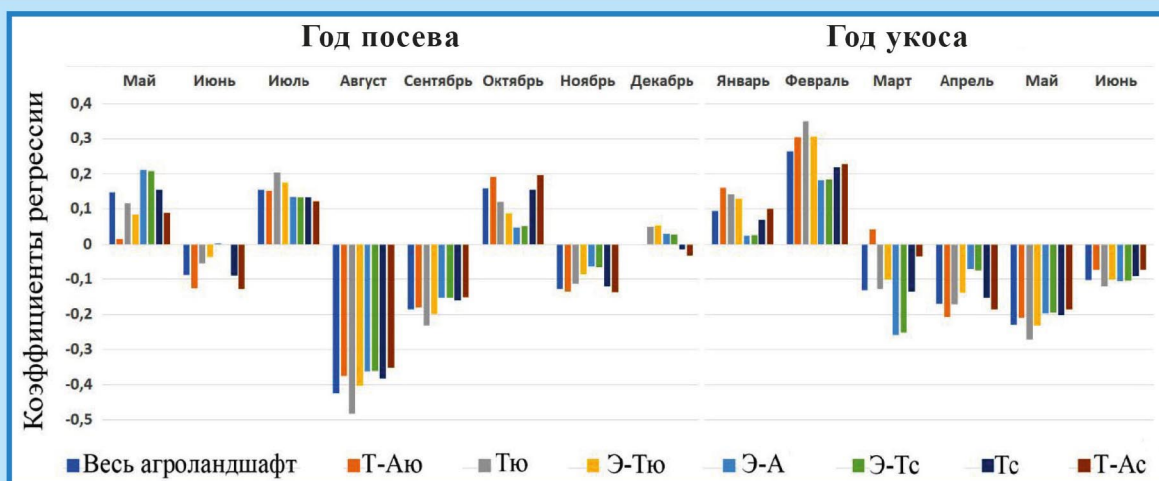


Рис. 2. Влияние амплитуды температур на урожайность многолетних трав в различных частях агроландшафта.