Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 633.2

Оптимизация кормопроизводства с учетом современных тенденций изменения климата

Бопп В.Л., Ханипова В.А., Макаров А.В., Федотова А.С.

Красноярский государственный аграрный университет

Аннотация

Флуктуация климата, выражающаяся в уменьшении его континентальности (повышение температуры воздуха осенью, зимой и ранней весной, некоторое снижение температуры воздуха мая и летнего периода; возможное увеличение продолжительности вегетации в средних широтах), в усилении аридности в некоторых регионах, в возрастании влияния на растения различных стресс-факторов биотического и абиотического характера (дефицит или избыток влаги, эпифитотии, изменение видового состава сегетальной растительности), приводит к ужесточению условий ведения сельского хозяйства и, соответственно, требует оптимизации научно-производственных решений в области кормопроизводства – важнейшей отрасли сельского хозяйства, использующей 75 % продукции растениеводства. В данной статье обобщены результаты исследований ученых России и зарубежных стран, касающиеся повышения устойчивости кормопроизводства к изменениям климата. Дана информация о создании системы климатически и экологически дифференцированных сортов кормовых культур как первоочередной задачи селекции. Показано, что современные сорта многолетних бобовых трав отличаются высоким потенциалом продуктивности и адаптированы к изменениям погоды, расширение площади их возделывания снижает ущерб от негативных последствий климата. Использование межродовой и межвидовой селекции многолетних злаковых трав позволяет получить гибриды, более приспособленные к неблагоприятным климатическим отклонениям. Для повышения устойчивости производства кормового зерна предложено внедрение новых видов и сортов фуражных зерновых культур – тритикале, озимой ржи. Повышение аридности климата возможно нивелировать увеличением площади возделывания засухоустойчивых культур: сорго сахарного, проса кормового, сорго-суданкового гибрида, могара, суданской травы. Повышение суммы активных температур вегетационного периода содействует расширению посевов более позднеспелых и продуктивных видов и сортов, гибридов

кормовых культур, включая кукурузу. Уделено внимание оптимизации сроков сева кормовых культур и использовании орошения в технологии возделывания.

Ключевые слова: КЛИМАТ, ЗАСУХА, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, СЕЛЕКЦИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР, МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ, ОДНОЛЕТНИЕ ТРАВЫ, КУКУРУЗА, СОРГО, ОЗИМАЯ РОЖЬ, СРОКИ СЕВА

Глобальные обобщающие выводы, сделанные на основе анализа метеорологических показателей, складывающиеся в единое панорамное представление о происходящих природных процессах, констатируют изменение климата и влияние этого процесса на окружающую среду как одну из серьезнейших проблем XXI в. [1 - 4].

По материалам [5] наблюдается снижение континентальности климата, что выражается в повышении температур воздуха в период осень – зима – весна (март, апрель), причем зимние температуры увеличиваются в большей степени, чем ранневесенние и осенние; температуры мая и летнего сезона несколько снижаются; предполагается увеличение вегетационного периода в средних широтах. Исследователи [6, 7] сообщают о сдвигах видовых ареалов растений в направлении потепления климата.

Наиболее уязвимой отраслью экономики, зависимой от природных изменений, является сельское хозяйство [3]. Сценарии влияния глобального потепления на агросферу прогнозируют увеличение частоты экстремальных стрессовых ситуаций: засух, переувлажнения, новых эпифитотийных угроз, изменения видового состава сорных растений, что приведет к ужесточению условий ведения сельского хозяйства.

Возрастет засушливость климата, более выражено это будет проявляться в южных регионах страны. В Сибирском федеральном округе повышение суммы активных температур до 2000° С обеспечит более широкие возможности диверсификации культур, но возрастание аридности, особенно в весенний период, не создаст условия для увеличения урожайности, реализации потенциальной продуктивности черноземов. На Дальнем Востоке дополнительные тепловые ресурсы периода вегетации при сохранении существующего уровня атмосферного увлажнения отразятся на увеличении продуктивности отдельных групп сельскохозяйственных культур.

Для нивелирования негативных последствий изменения климата и оптимального использования положительных корректив, необходима адаптация аграрного производства к прогнозируемым отклонениям метеофакторов [8].

В этой связи считается, что в предстоящий период "взрыв" в сельскохозяйственном производстве произойдет не столько в области биологии и техники, сколько в результате совершенствования путей получения информации о климате и его влиянии на сельское хозяйство, а также более дифференцированного (высокоточного) использования природных, биологических, техногенных, экономических, трудовых и других ресурсов за счет лучшего приспособления агроценозов к регулируемым и нерегулируемым факторам внешней среды [9].

Одной из самых масштабных и многофункциональных отраслей сельского хозяйства, оказывающих существенное влияние на решение ключевых проблем его дальнейшего развития – является кормопроизводство, использующее ¾ продукции растениеводства [10].

С целью обеспечения животноводства сбалансированными кормами высокого качества в необходимом количестве меняются парадигмы в селекционной стратегии кормовых культур [11]. Академик Н.А. Сурин [12] сообщает о разработке новых программ селекционных работ в научных учреждениях в связи с «погодными катаклизмами», о планировании передачи селекционерами Восточной Сибири на государственное сортоиспытание к 2030 г. не менее 17 сортов однолетних и многолетних кормовых культур: люцерны, костреца безостого, пырея бескорневищного, житняка и др.

Селекция кормовых культур, основанная на адаптивных эколого-эволюционных принципах, занимает доминирующую позицию в системе кормопроизводства [13].

Обобщая результативность работы Центрального селекционного центра ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, [14] отмечает, что среди современных задач фундаментальных и прикладных исследований первоочередной является создание системы климатически и экологически дифференцированных сортов кормовых культур: клевера, люцерны, однолетних бобовых кормовых культур, многолетних злаковых трав, аридных кормовых растений нового поколения.

Селекционеры [15] указывают, что современные сорта люцерны и эспарцета – основных многолетних кормовых бобовых культур на юге России, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской», имеют высокий потенциал продуктивности при различных погодных условиях. Так, урожайность зеленой массы нового сорта люцерны Люция за два укоса

составила 47,8 т/га, что выше стандарта Ростовская 90 на 6,2 %; нового сорта эспарцета Велес – 31,8 т/га, что на 13,2 % превышает стандартный сорт Зерноградский 2.

Практика показывает не достаточную пластичность многолетних злаковых трав (тимофеевка луговая, овсяница луговая и др.) к флуктуациям климата. По данным [16], новые виды кормовых культур, созданные в результате межродовой и межвидовой селекции, отличаются более высоким адаптационным потенциалом. Это подтверждается результатами исследований новой культуры фестулолиума (овсяница х райграс) в условиях Ивановской области [17], где гибриды на фоне применения минеральных удобрений $N_{30}P_{60}K_{90}$ по продуктивности превысили родительские формы на 6,5-39,6 %.

Анализируя состояние селекции, [18] отмечает, что научные учреждения практически прекратили работу по получению сортов зернофуражных культур кормового назначения. Автор определяет важнейшим направлением селекции создание сортов, способных противостоять засухе в условиях изменения климата, с низким коэффициентом транспирации. Как пример приводит результаты селекционной работы Краснокутской СОС НИИСХ Юго-Востока по созданию новых сортов ярового ячменя и овса кормового направления, превосходящими стандарты по урожайности и зеленой массы, и зерна.

Увеличение площади посевов под многолетними бобовыми и бобово-злаковыми травосмесями является актуальной стратегической задачей для развития кормопроизводства, значение которой возрастает в условиях современных тенденций флуктуации климата [19]. По мнению [20], «адаптивность нашего сельского хозяйства связана с многолетними травами…. Они обеспечивают устойчивость сельскохозяйственных земель воздействию климата и негативных процессов».

Возделывание многолетних бобовых трав, пластичных, устойчивых к засухе и временному избыточному увлажнению, безальтернативному фактору сохранения и повышения плодородия почв, снижает ущерб от негативных последствий климата [21].

К числу наиболее перспективных многолетних бобовых трав [22] относит козлятник восточный. Весенние засухи меньше влияют на формирование урожая зеленой массы первого укоса козлятника восточного, по сравнению с другими бобовыми травами, так как он лучше использует осенне-зимние запасы влаги благодаря мощному развитию корневой системы, центральный корень которой достигает глубины 2,5 м и более. В условиях неблагоприятных для сельского хозяйства изменений климата, наблюдаемых в

последние десятилетия, выращивание козлятника восточного позволяет формировать в условиях Ивановской области устойчивую кормовую базу с гарантированным получением 318–560 ц/га зеленой массы (25,7-45,6 ц/га сухого вещества) качественного корма с содержанием переваримого протеина на уровне 177-183 г/корм.ед.

Изменение климата в Нечерноземье способствует внедрению в производство более требовательных к температурному режиму и более урожайных кормовых растений [23]. Исследованиями [24] на дерново-подзолистых супесчаных почвах Калужской области доказана высокая продуктивность смешанных посевов адаптивных сортов малораспространенных в регионе многолетних трав: «люцерна изменчивая + пырей удлиненный», «лядвенец рогатый + пырей удлиненный», «клевер гибридный + клевер луговой + пырей удлиненный», «клевер гибридный + клевер луговой + житняк гребневидный», превышающая 80 ц сухого вещества, 6 тыс. к.ед. и 9 ц переваримого протеина с 1 га.

Повышение устойчивости производства кормового зерна возможно за счет освоения новых видов и сортов фуражных зерновых культур, более устойчивых к погодным аномалиям – например, тритикале [25]. Совмещенные посевы тритикале с донником белым, культурой, более устойчивой к засухе по сравнению с другими кормовыми культурами предлагает [26]. Урожайность агроценоза тритикале (норма высева 100 кг/га) + донник в условиях Правобережной лесостепи Узбекистана составила 450,2 ц/га зеленой массы, что на 34,7 % превышает показатели продуктивности одновидового посева донника белого.

Культура, эффективно использующая осадки осеннего и ранневесеннего периодов, более адаптированная к воздействию летней засухи – озимая рожь. Учеными России впервые в мировой практике создана озимая рожь с низким содержанием водорастворимых фракций пентозанов, что позволяет использовать культуру на зернофуражные цели. Применение зерна хлебопекарной ржи при производстве комбикормов крайне ограничено, т.к. наличие пентозанов, в 5-7 раз превышающее показатели пшеницы, приводит к снижению переваримости кормов животными. Введение в состав комбикорма зерна новой ржи позволяет снизить количество корма, необходимого для получения 1 кг прироста свиньи и затраты на корм на 8,2 %. Внедрение

низкопентозановых сортов озимой ржи в производство позволяет расширить площади посева этой ценной культуры, увеличить востребованность зерна ржи [27, 28].

Традиционно озимую рожь сеют по паровому предшественнику. В паровом поле в результате многократных обработок против сегетальной растительности увеличиваются затраты на производство последующей культуры, т.е. озимой ржи, при отсутствии продукции в текущем году; почва не защищена от ветровой и водной эрозии [29].

Разработан способ [30] возделывания озимой ржи в звене кормового севооборота «яровой ячмень + эспарцет песчаный под покров – эспарцет песчаный + озимая рожь – озимая рожь». В соответствии с изобретением, озимую рожь сеют после уборки второго укоса эспарцета по необработанной почве стерневой сеялкой-культиватором. В отличие от звена севооборота «яровой ячмень – пар + озимая рожь – озимая рожь», в предложенном авторами решении в первом поле ячменя с подпокровным посевом эспарцета отмечается более высокая (на 12,9 %) урожайность зерна ячменя, чем в одновидовом посеве данной культуры. Вероятно, бобовая культура способствовала лучшему обеспечению азотом ячменя, что положительно отразилось на его урожайности. Во втором поле экспериментального звена севооборота эспарцет песчаный скашивали дважды. Урожайность зеленой массы за 2 укоса составила 38,4 т/га. В традиционной схеме – паровое поле, которое не дает продукции. В третьем поле звена севооборота урожайность зерна озимой ржи по паровому предшественнику получена в размере 3,8 т/га, по эспарцету – на 20 % меньше. При этом совокупная выручка на 1 га за три поля севооборота по экспериментальной схеме в 2,5 раза превышает выручку по традиционной технологии, прирост прибыли составил 38,4%, рентабельность выше на 24,7%.

Усиление аридности климата можно нивелировать увеличением площади возделывания засухоустойчивых культур. Для условий Хакасии [31] рекомендуют включать в севообороты сорго сахарное, просо кормовое и могар – культуры, обладающие ценной способностью экономно расходовать влагу, затрачивая ее на центнер сухой массы значительно меньшее количество, чем другие кормовые культуры.

Сравнительная оценка возделывания кукурузы и сахарного сорго на силос, проведенная в Московской области [32] показала, что в ранние фазы процессы ассимиляции, динамика накопления питательных веществ этих двух культур не имеют существенных различий, к уборке концентрация сахаров в сухом веществе сорго

сахарного в 2 раза превышает показатели кукурузы. Урожайность зеленой массы сравниваемых культур примерно на одинаковом уровне, затраты на производство 1 кг сухого вещества корма у просовидной культуры на 8,1 % ниже, чем у кукурузы, что позволяет рекомендовать расширить ассортимент силосных культур для региона.

Для производства кормов, богатых по энергетической и протеиновой питательности в условиях степной и лесостепной зон Северного Казахстана [33] для обеспечения зеленого конвейера рекомендуют использовать сорго-суданковый гибрид и сорго, формирующих урожай в 11,23 и 11,07 т/га соответственно, что превышает урожайность костреца в 2,4 раза.

Возделывание суданской травы в смеси с высокобелковыми культурами (горох полевой, вика яровая, рапс яровой) в лесостепной зоне Прибайкалья обеспечивает наиболее высокую продуктивность и питательную ценность кормов. Лидером по концентрации сырого протеина (22,8 %), сахара (8,5 %), кальция (0,97 %) и фосфора (0,36 %) в 1 кг сухого вещества зафиксирована смесь суданская трава + вика [34].

Использование дополнительных ресурсов тепла позволит расширить посевы более позднеспелых и урожайных видов и сортов, увеличить сегмент более требовательных к теплу культур.

По данным [35], наблюдающееся ежегодное повышение суммы активных температур и влагообеспеченности за период май - август на Южном Урале способствует увеличению урожайности зерна кукурузы в среднем на 0,02 т/га и снижение его уборочной влажности на 0,03 % в год. Дальнейшее увеличение гидротермического режима может оказать влияние на основные критерии оценки гибридов и на рекомендации по срокам сева. При этом уместно упомянуть мнение [36] о том, что подбор сортов и обоснование агротехнологий для землепользований, находящихся на границе различных диапазонов климатических условий, должно быть направлено на адаптацию культур не к оптимальным, а к минимальным значениям лимитирующих факторов среды.

Согласно материалам [37], в Красноярском крае, регионе, где кукурузу традиционно сеяли для производства силоса, с 2017 г. появились площади возделывания культуры для получения зерна, причем, если в 2017 г. площадь кукурузы на зерно составляла всего 0,03 тыс. га, то в 2020 г.– 5,1 тыс. га.

Исследование скороспелых гибридов кукурузы на полях Курганского НИИСХ показало высокий уровень толерантности к засушливым условиям Зауралья. Возделывание культуры на различных фонах обработки почвы показывает преимущество отвальной вспашки по отношению к поверхностной обработке, где выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади на 22,2 % выше и составил 2,75 т/га [38].

Кроме того, потепление климата позволяет несколько сдвигать сроки сева культур, исключая очень ранние, при которых семена высеваются в еще недостаточно прогретую почву, и, как следствие, всходы появляются не дружно, растения не выровненные, созревание не одновременное, что, в итоге, отражается и на урожайности, и на качестве продукции. В опытах [39] при сравнении сроков сева кормовой свеклы 27 апреля, 4 мая, 11 мая, 18 мая и 25 мая лучшие результаты по содержанию сухого вещества, массе и однородности корнеплодов получены при сроке сева 11 мая.

В лесостепной зоне Западной Сибири, Красноярского края рекомендован оптимальный срок посева кукурузы 15 мая [40-42]. Но в последние десять лет в центральной группе районов Красноярского края во второй декаде мая не практикуется сев кукурузы из-за недостаточного прогревания почвы на глубине посева. Сроки посева смещены на 20-27 мая [43].

Для создания прочной кормовой базы в условиях недостаточного увлажнения большое значение имеет орошение. В полупустынной и сухостепной зоне Калмыкии [44] рекомендуют использовать лиманное орошение, возможности которого на местном стоке превышают 50 тыс. га. Из изученных многолетних бобовых трав на орошении наиболее высокая продуктивность отмечена у люцерны, из многолетних злаков – у житняка (75,3 ц/га) и пырея (67,3 ц/га), из однолетних злаков – у суданской травы.

В Вологодской области потенциал продуктивности кукурузы реализуется на 30-40 % (33,7 – 35,3 т/га), в условиях дополнительного орошения урожайность культуры на фоне применения удобрений достигает до 10 т/га, что нивелирует риски от неблагоприятного гидротермического режима, является резервом увеличения продуктивности культуры [45].

Высокая эффективность орошения кормовых культур отмечена в работах [46, 47].

Таким образом, диверсификация кормовых культур, внедрение новых сортов, новых климатически и экологически дифференцированных культур и гибридов,

оптимизация сроков сева, обеспечение орошения в аридных зонах позволит повысить устойчивость кормопроизводства в условиях флуктуации климата.

Благодарности:

Работа выполнена при поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» Код заявки: 2022062208832.

Список использованных источников:

1. McCarty J.P. Review: Ecological consequences of recent climate change // Conservation Biology. – 2001. – V. 15. – № 2. – P. 320–331.
2. Parmesan C. Ecological and Evolutionary Responsesto Recent Climate Change // Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. – 2006. – V. 37. – P. 637–669.
3. Иванов А.Л. Глобальное изменение климата и его влияние на сельское хозяйство России // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 3-5.
4. Уткина И.А., Рубцов В.В. Изменение климата и его последствия для взаимоотношений фитофагов с растениями // Лесной вестник. – 2009. – № 5. – С. 165-176.
5. Семенов С.М., Ясюкевич В.В., Гельвер Е.С. Выявление климатогенных изменений. – М.: Метеорология и гидрология, 2006. – 324 с.
6. Root T. L., Price J.T., Hall K.R., Schneider S.H., Rosenzweig C., Pounds J.A. Fingerprints of global warming on wild animals and plants // Nature. – 2003. – V. 421. – P. 57–60.
7. Visser M.E., Both C. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick // Proceedings of the Royal Society. – 2005. – P. 1–9.
8. Косолапов В.М., Ларетин Н.А. Координация научных исследований и инноваций в кормопроизводстве России //Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 78-80.
9. Жученко А.А. Смена парадигм и методологии сельскохозяйственного природопользования как основа перехода к адаптивной системе земледелия // Сб. науч. тр. международ. научно-практ. конф. «Адаптивное кормопроизводство». – М.: Угрешская типография. – 2010. – С. 6-43.
10. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2. – С. 59-63.
11. Шамсутдинов З.Ш. Смена парадигм в селекционной стратегии кормовых культур // Кормопроизводство. – 2007. – № 5. – С. 24-32.

12. Сурин Н.А. Новые сорта и направления селекции полевых, плодовых и ягодных культур в Восточной Сибири // Матер. симпозиума с международным участием «Адаптивность сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях Центрально- и Восточно-Азиатского макрорегиона». – Красноярск, 17-18 августа 2017. – С. 15-24.

13. Полюдина Р.И. Селекционные достижения для кормопроизводства Сибири // Матер. международ. научно-практ. конф. «Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке». – 2013. – Новосибирск, 9-12 июля 2012 г. – С. 219-226.

14. Шамсутдинов З.Ш. Селекция кормовых культур: достижения и задачи // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 6. – С. 36-45.

15. Игнатьев С.А., Грязева Т.В., Игнатьева Н.Г., Регидин А.А. Изучение динамики продуктивности и качества корма разных сортов люцерны и эспарцета // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 5. – С. 10-15.

16. Косолапов В.М., Пилипко С.В., Костенко С.И. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства // Достижения науки и техники в АПК. – 2015. – Т. 29. – № 2. – С. 3-7.

17. Шмелева Н.В. Продуктивность злаковых трав в условиях изменения климата // Сб. науч. тр. «Многофункциональное адаптивное кормопроизводство».– М.: Угрешская типография. – 2020. – С. 87-91.

18. Баталова Г.А. Состояние и перспективные направления селекции в современных условиях // Владимирский земледелец. – 2011. – № 4. – С. 2-4.

19. Parsons D., Cherney J.H., Gauch H.G.J. Alfalfa Fiber Estimation in Mixed Stends and Its Relationship to Plant Morphology // Crop Sci. – 2006. – V. 46. – P. 2446–2452.

20. Косолапов В.М. Научное обеспечение развития кормопроизводства // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2010. – № 4. – С. 1-7.

21. Ситников Н.П., Аникина Н.С. Роль кормопроизводства в АПК Кировской области при изменяющихся климатических условиях // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 7. – С. 87-88.

22. Эседуллаев С.Т. Козлятник восточный – важный резерв гарантированного производства качественного корма в условиях изменения климата // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 34-36.

23. Благовещенский Г.В. Кормопроизводство Нечернозёмной зоны в изменяющемся климате // Кормопроизводство. – 2008. – № 10. – С. 6–8.

24. Исаков А.Н., Лукашов В.Н., Петракова В.Ф. Особенности формирования, продуктивность и качество многолетних бобово-злаковых травостоев на дерново-подзолистых супесчаных почвах Калужской области // Известия ТСХА. – 2011. – № 2. – С. 51 – 58.

25. Суровцев В.Н., Частикова Е.Н., Никулина Ю.Н. Учет социально-экономических последствий влияния изменений климата при разработке региональных систем ведения молочного животноводства // Никоновские чтения. – 2013. – С. 416-419.

26. Аллашов Б.Д. Совмещенные посевы донника белого с тритикале // Матер. III международ. научно-практ. конф. «Научное обеспечение животноводства Сибири». – Красноярск. – 2019. – С. 10-11.

27. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Потапова Г.Н., Ткаченко И.В., Галимов К.А. Изучение инновационной зернофуражной низкопентозановой ржи // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 1. – С. 10-16.

28. Лунегова И.В., Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Низкопентозановое зерно ржи – ценный концентрированный корм для животных // Международный вестник ветеринарии. – 2014. – № 2. – С. 30-37.

29. Лисунова С.И., Лисунов В.В., Трубников Ю.Н., Пурлаур В.К. Озимая рожь в Восточной Сибири. – Красноярск, 2013. – С. 3-6.

30. Бопп В.Л., Кураченко Н.Л. Способ возделывания озимой ржи в звене севооборота «яровой ячмень + эспарцет песчаный под покров – эспарцент песчаный + озимая рожь – озимая рожь». Патент на изобретение 2 747 961 С1, от 18.05.2021.

31. Кадоркина В.Ф., Кызынгашева Т.П., Карпенко Е.Г. Малораспространенные и нетрадиционные культуры для кормопроизводства Хакасии // Матер. международ. научно-практ. конф. «Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке». – 2013. – Новосибирск, 9-12 июля 2012 г. – С. 140-144.

32. Дуборезов В.М., Виноградов В.Н., Дуборезов И.В., Алтунина М.Е. Возделывание сорго сахарного на силос в условиях Нечерноземья // Достижение науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 33-34.

33. Аширбеков М.Ж., Шаяхметова А.С., Савенкова И.В., Ахметов М.Б., Балахметова А.Т., Таскулова А.М., Темирбулатова А.К. Возделывание многокомпонентных кормовых трав для создания пастбищно-сенокосного конвейера в Северном Казахстане // Кормопроизводство. – 2022. – № 2. – С. 9-13.

34. Агафонов В.А. Травосмеси суданской травы с высокобелковыми культурами в полевом кормопроизводстве Прибайкалья // Кормопроизводство. – 2022. – № 3. – С.21-25.

35. Панфилов А.Э., Овчинников П.Ю. Региональные изменения климата и технология выращивания кукурузы на зерно на Южном Урале // Земледелие. – 2022. – № 1. – С. 30-34.

36. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 767 с.

37. Бопп В.Л., Васильев А.А., Васильев И.А., Вебер О.Н., Кураченко Н.Л., Литвинова В.С., Ступницкий Д.Н. Современные технологии возделывания кукурузы в Красноярском крае. – Красноярск, 2021. – 70 с.

38. Цимбаленко И.Н., Гилев С.Д., Копылов А.Н., Ефремов В.П., Лопарева Е.И. Скороспелая кукуруза – важный резерв системы кормопроизводства засушливого Зауралья // Кормопроизводство. – 2022. – № 5. – С. 8-13.

39. Бондарь В.И. Агроэкологические основы оптимизации сроков сева кормовой свеклы в условиях потепления климата // Земледелие. – 2013. – № 5. – С. 30- 32.

40. Аветисян А.Т., Байкалова Л.П., Кузьмин Д.Н. и др. Интенсификация кормопроизводства на основе адаптивности кормовых культур в Красноярском крае. Рекомендации. – Красноярск, 2010 – 152 с.

41. Аветисян А.Т., Данилова В.В., Данилов Н.В. и др. Технология возделывания кормовых культур в Красноярском крае. Руководство. – Красноярск, 2012. – 150 с.

42. Агротехнология производства кормов в Сибири: практическое пособие.– Новосибирск: СибНИИ кормов, 2013. – 248 с.

43. Бопп В.Л., Литвинова В.С., Ступницкий Д.Н. Видовая чувствительность сорных растений к гербициду Дублон Голд в посевах кукурузы // Матер. международ. науч. конф. «Проблемы современной аграрной науки». – Красноярск, 2021. – С. 61-64.

44. Адьяев С.Б., Гольдварг Б.А. Основные направления создания кормовой базы в засушливых условиях Калмыкии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 1. – С. 123-135.

45. Савиных П.А., Киприянов Ф.А. Оценка факторов, определяющих урожайность и риски при возделывании сельскохозяйственных культур, на примере Вологодской области // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3. – С. 48-53.

46. Дубенок Н.Н., Климахина М.В. Обоснование необходимости страхового орошения сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне //Достижения науки и техники в АПК. – 2010. – № 4. – С. 46-47.

47. Олешко В.П., Дробышев А.П. Продуктивность кормовых культур на орошении в условиях юга Западной Сибири // Вестник Алтайского ГАУ. – 2020. – № 6. – С. 20-25.

==========

Цитирование:

Бопп В.Л., Ханипова В.А., Макаров А.В., Федотова А.С. Оптимизация кормопроизводства с учетом современных тенденций изменения климата [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 3. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/3/st_322.pdf.