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

УДК 633.2: 631.92

Средостабилизирующая роль многолетних трав в условиях современных вызовов экологического и климатического характера

Белолюбцев А.И., Куприянов А.Н., Кузнецов И.А., Береснева Е.В., Астафьева Н.М., Бровкин А.Г.

РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева

Аннотация

Показано, что при разработке и применении почвозащитных мероприятий на эрозионноопасных территориях исключительно важно учитывать почвенно-климатические особенности природных экосистем. Наблюдаемое в последние десятилетия глобальное потепление для РФ имеет особый смысл и значение в силу ее физико-географического положения и сельскохозяйственных возможностей климата. Формируемый на этой основе новый природно-ресурсный потенциал света, тепла и влаги, существенный рост экстремальности климата и опасных гидрометеорологических явлений (засух, переувлажнения, градобития, вымерзания и др.) территории Центрального Нечерноземья нарушают устойчивость сельскохозяйственной отрасли. Они снижают производственный потенциал агроландшафтов, вносят заметную дестабилизацию в процессы почвообразования, в экологические режимы почв, процессы роста, развития и продуктивности полевых культур. В равной степени, а как показывают многолетние исследования даже в значительно большей, об этом можно утверждать и для территорий, расположенных на склоновых землях. Изменения климата, в результате потепления приводят к переорганизации пахотного горизонта с ухудшением его агрофизической основы: повышением на 3…5 % плотности сложения и на 20…22 % твердости, снижением на 10…19 % количества агрономически ценной макроструктуры и ослаблением на 9…13 % водопрочности почвенных агрегатов, ухудшением питательного и водного режима, что в конечном итоге оказывает негативное влияние на продуктивность агроландшафтов и их экологическую устойчивость. Решить проблему деградации почв в результате эрозии, применяя отдельные элементы из комплекса почвозащитных мероприятий, вряд ли возможно. Только системный подход позволит получить на склоновых землях должный экологический и

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

экономический эффект, где почвозащитному зернотравяному севообороту принадлежит ведущая роль.

Ключевые слова*:* ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, СКЛОНОВЫЕ ЗЕМЛИ, СЕВООБОРОТ, МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ, ЭРОЗИЯ ПОЧВ

Введение

Деградация почв, вызванная деятельностью человека, представляет реальную угрозу для устойчивости мирового земледелия и окружающей среды. По разным данным в настоящее время различной степени деградации на планете подвержены около 2–2,5 млрд га земель различного назначения. В итоге ущерб мировой экономике составляет десятки миллиардов долларов ежегодно, а экологии и окружающей среде он просто не восполним. В условиях, наблюдаемых в последние десятилетия глобальных и региональных климатических изменений в результате потепления, эти тенденции, получившие новое качество, к сожалению, лишь нарастают.

Вопросы охраны природы в сельскохозяйственной практике и планировании в последние десятилетия получили мощную поддержку в лице авторитетных международных организаций. Свой вклад в природоохранные мероприятия внесли такие гиганты, как Европейское сообщество, WTO, FAO и др.

Глобальное потепление для РФ имеет особый смысл и значение в силу, прежде всего, ее физико-географического положения, а также сельскохозяйственного потенциала климата и геополитических интересов. К сожалению, приходится констатировать, что сегодня отечественная аграрная наука, несмотря на всю очевидность и остроту проблемы, оказалась практически не готова объективно оценить последствия потепления климата для устойчивого развития и продовольственной безопасности страны. Агросферу не без оснований считают одной из самых климатозависимых отраслей экономики. Климат выступает в качестве важнейшей составляющей любых вещественно-энергетических процессов, происходящих в почве, растениях или в агроландшафтах в целом. В условиях сложного рельефа он является одним из основных факторов, определяющих динамику почвенных режимов, проявление, интенсивность и направленность процессов деградации почв, в частности, вызванных поверхностным стоком талых весенних вод [1-4].

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

В этой связи одной из главных задач современной сельскохозяйственной науки является совершенствование методов оценки влияния потепления климата на сельское хозяйство и рациональное использование природных ресурсов, в рамках которого исследование динамики изменений почвенного плодородия на склоновых эрозионноопасных территориях оказывается весьма актуальным. При этом такие исследования, что изначально следует признать, представляют определенные сложности в плане их проведения, а также объективной оценки и анализа полученных результатов. На существующие в природе естественные закономерности, характеризующие динамику процессов и режимов почвообразования, биологию сельскохозяйственных растений, агротехнические приемы и способы обработки почвы, применения севооборотов, удобрений и агрохимикатов плотно накладываются климатические особенности и различия зоны, района или даже отдельного поля. Поэтому наиболее эффективное использование качественно нового сложившегося природно-ресурсного потенциала территорий является одним из стратегических направлений адаптивно-ландшафтного земледелия.

Цель работы – установить почвозащитную эффективность применения многолетних трав на склоновых землях южных экспозиций Центрального Нечерноземья.

Объекты и методы исследований

Основные исследования выполнены в стационарном полевом опыте, который был заложен осенью 1980 г. в производственных условиях Московской области.

История ведения опыта включает два периода. В первый период (1980–1989 гг.) на склоновом участке южной экспозиции развернут трехфакторный опыт.

Схема трехфакторного опыта 3х2х2

А. Обработка почвы	В. Удобрения	С. Склон
1. Вспашка	1. Рекомендуемые нормы ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	1. 8^0 2. 4^0
2. Вспашка + щелевание	2. Изучаемые ($N_{90}P_{90}K_{90}$)	
3. Поверхностная		

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

Во второй период (с 1990 г.) с учетом дальнейшего совершенствования систем земледелия полевой опыт был модернизирован:

Схема двухфакторного опыта 6х2

А. Обработка почвы	В. Склон
1. Вспашка на глубину 20-22 см 2. Вспашка + щелевание на 40–50 см и нарезанием щелей через 7-8 м 3. Плоскорезная на 18–20 см + щелевание через 1,4 м 4. Плоскорезная + чизелевание на 38–40 см 5. Поверхностная на 6–8 см + щелевание через 3-4 м 6. Поверхностная	1. 8^0 2. 4^0

Освоен пятипольный почвозащитный севооборот во времени: 1 – овёс; 2 – ячмень с подсевом многолетних трав; 3 – многолетние травы 1-го г.п.; 4 – многолетние травы 2-го г.п.; 5 – озимая пшеница.

Почвенный покров представлен сочетанием дерново-слабо- и среднеподзолистых почв. Плотность почвы, г/см^3 – 1,44–1,48; Кст – 1,98–2,75; водопрочность почвенных агрегатов, % – 39,3–43,5. Общая площадь опыта 6 га.

Результаты и их обсуждение

Существует множество различных точек зрения в оценке влияния наблюдаемого глобального потепления климата на свойства, режимы почв и на продуктивную устойчивость агроландшафтов в целом. В условиях текущих и ожидаемых изменений климата возможны как положительные, так и негативные последствия для процессов производства продукции сельскохозяйственного назначения.

В таблице 1 представлены климатические нормы температуры воздуха за 140-летний период непрерывных метеорологических наблюдений обсерватории имени В.А. Михельсона РГАУ-МСХА, где показан заметный рост во времени температуры приземного слоя воздуха.

Повышение температурного режима произошло с начала 1980-х годов и особенно с конца 1990-х, достигнув своих максимальных среднегодовых значений 8,1°С в 2020 г. Наиболее существенный рост температуры по сравнению с базовой климатической нормой (1961-1990 гг.) отмечен в последние десятилетия в зимние месяцы - в январе на

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

1,1°С и феврале на 1,0°С. Учитывая главную, системообразующую роль факторов среды обитания, наблюдаемое потепление климата вносит кардинальные изменения в функционирование природных экосистем и их безопасность.

Таблица 1. Месячные и годовые нормы температуры воздуха, ºС; 1881–2020 гг.

Период, гг.	Кол-во лет	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Годовая норма
1881–2020	140	-9,1	-8,2	-3,2	5,2	12,6	16,6	18,8	16,8	11,0	4,7	-1,6	-6,5	4,8
1881-1980	100	-10,2	-9,2	-4,3	4,4	11,9	16,0	18,1	16,3	10,7	4,3	-1,9	-7,3	4,1
1881-1953	73	-10,4	-9,6	-4,7	4,0	11,6	15,7	18,0	16,2	10,6	4,1	-2,1	-7,7	3,8
1881-1915	35	-10,8	-9,1	-4,8	3,4	11,8	15,6	18,0	15,8	10,1	3,7	-2,8	-8,0	3,6

Территории интенсивного землепользования, находящиеся на склонах южных экспозиций, за счет активного перераспределения тепла и влаги, обуславливают целый ряд особых свойств и почвенных режимов, определяющих динамику, интенсивность и направленность обмена веществом и энергией, а также продукционный процесс в целом. Такие земли, в силу перечисленных выше причин обладают высокой экологической отзывчивостью по отношению к неблагоприятным изменениям климатических условий, выступая надежным индикатором происходящих процессов в агроландшафтах.

Пятипольный почвозащитный зернотравяной севооборот, развернутый во времени, где центральным его звеном являются многолетние травы, усиливает экологическую безопасность склоновых территорий. Применением смеси многолетних бобово-злаковых трав, помимо главной задачи максимально снизить эрозионные процессы, ставилась цель воспроизводства и оптимизации плодородия эродированных почв. В опыте использовали смесь клевера, с нормой высева 14 кг/га, тем самым обеспечивая высокий экологический и экономический результат в первый год возделывания, а также тимофеевки и овсяницы луговой, с нормой высева 8 кг/га, обеспечивающей почвозащитный эффект во второй год пользования.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Многолетние результаты исследований показали, что применение в севообороте смеси многолетних трав снижает интенсивность эрозионных процессов более чем в 5 раз на склоне крутизной 4^0 и в 3 раза – при его удвоении, где эрозия проявляется особенно интенсивно по сравнению с фоном без растительности (рис. 1).

Рассматривая роль севооборота в целом и многолетних трав особенно в снижении процессов эрозии по всем пяти ротациям, следует отметить неустойчивую динамику проявления их почвозащитных свойств. Тем не менее, полученные результаты указывают на заметную средостабилизирующую роль и значимость многолетних трав. Они являются важнейшей составной частью предупреждения и минимизации неблагоприятных изменений на интенсивно используемых эрозионноопасных территориях в этих сложных почвенно-климатических условиях, контролируя поведение эродированной почвы и происходящие в ней процессы.

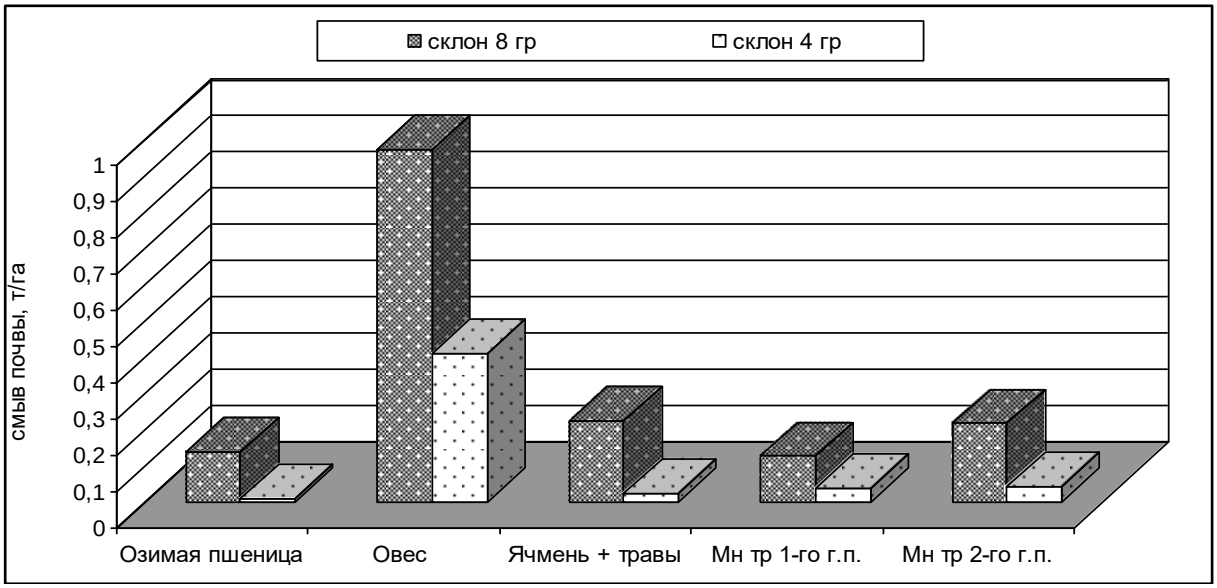

Рис. 1. Почвозащитная роль полевых культур, 1981–2005 гг.

В повышении экологической и продуктивной устойчивости агроландшафтов, расположенных на эрозионноопасных территориях, значительная роль принадлежит агрофизическим свойствам почв. В последние годы, в теплые зимние сезоны, процессы промерзания почвы получили другое качество. Нередко промерзание отсутствовало, было незначительным или сопровождалось цементацией пахотного горизонта льдом после

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

интенсивных оттепелей. Соответственно, это заметно нарушало процессы естественного разуплотнения. В результате плотность дерново-подзолистой почвы по отдельным вариантам к началу весеннего периода могла достигать значений до 1,63 г/см^3, с существенными их колебаниями по годам. Длительные полевые исследования в производственных условиях показали, что общая динамика величины средней плотности пахотного горизонта эродированных почв отрицательная. Проведенная трендовая оценка подтверждает общий заметный ее рост на обоих изучаемых склонах (рис. 2).

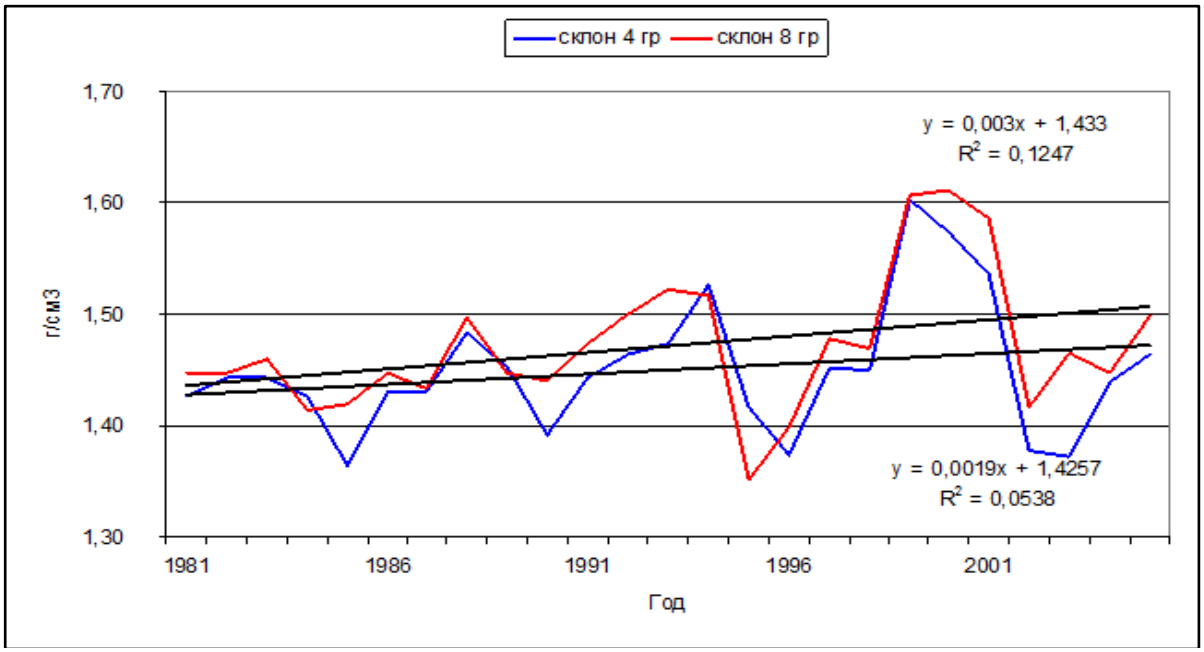

Рис. 2. Влияние степени эродированности на плотность дерново-подзолистой почвы, г/см^3

Проведение плановых весенних агротехнических мероприятий, связанных с предпосевной обработкой уплотненной и заплывшей в зимний сезон почвы ухудшает ее структуру. Это происходит в основном за счет увеличения до 10 мм и более глыбистости почвенных агрегатов, при одновременном сокращении в 1,5–3 раза пылеватых фракций.

Очевидна и роль степени эродированности почвы в определении структурного ее состояния в зависимости от крутизны склона, где с его удвоением возрастает и уязвимость смытой почвы к неблагоприятному воздействию факторов среды. Проведенный анализ подтверждает установленные закономерности и негативную направленность (R^2 = 41 %) экологических изменений на склоне 8^0 (рис. 3).

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

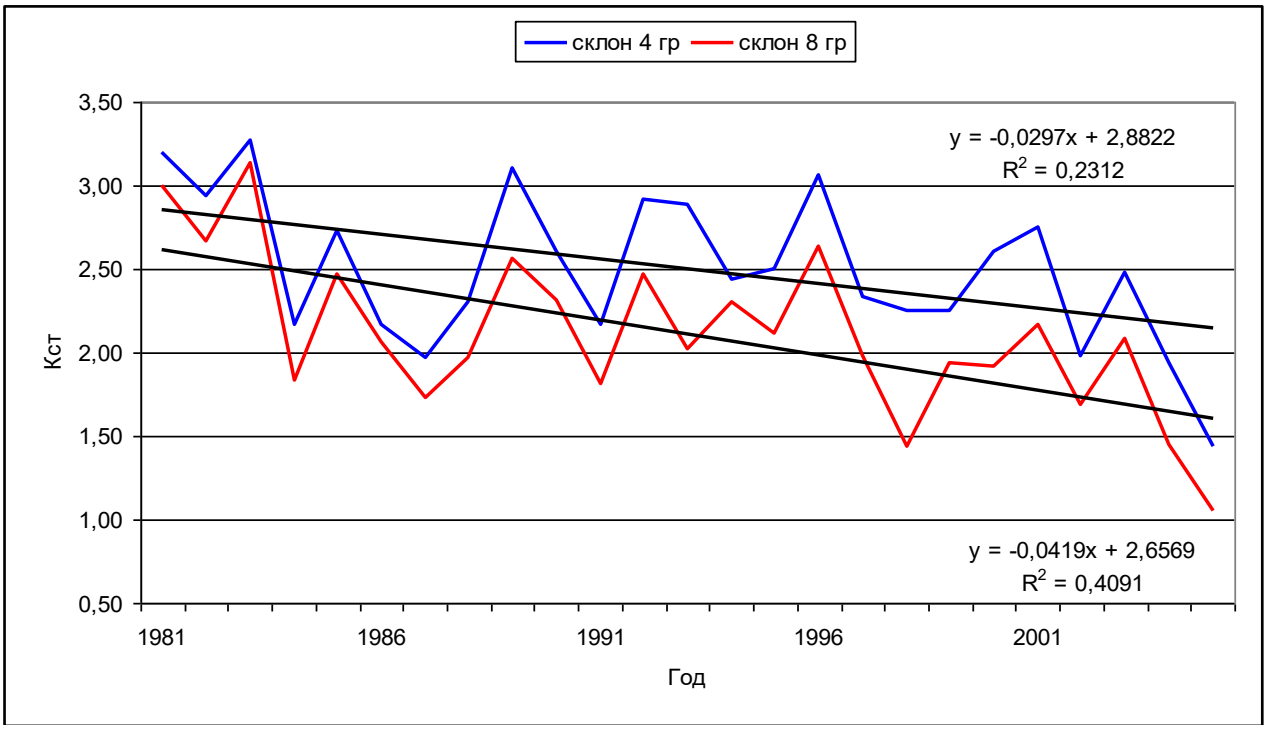

Рис. 3. Влияние степени эродированности в определении структурного состояния почвы в зависимости от крутизны склона

В улучшении экологических режимов почвы хорошо известна роль растений. В частности, они способствуют образованию в ней необходимого количества водопрочных агрегатов. Это имеет важное значение в повышении сопротивляемости почвы эродирующему воздействию поверхностного стока при весеннем таянии снега. Установлено, что применение смеси многолетних трав обеспечивает более высокий уровень присутствия в почве водопрочных агрегатов, чем под зерновыми культурами (табл. 2).

Таблица 2. Действие полевых культур на агрофизические свойства почвы на склонах разной крутизны, слой 0–40 см. 1981-2005 гг.

Вариант обработки	Плотность, г/см^3	Твердость, кг/см^2	Коэфф. структурности, Кст	Водопрочность агрегатов, %
Склон крутизной 8^0				
Овес	1,48	44,8	2,06	41,5
Ячмень + мн. травы	1,46	38,8	2,07	38,7
Мног. травы 1-го г.п.	1,49	48,2	2,08	41,8
Мног. травы 2-го г.п.	1,54	45,4	2,12	38,6
Озимая пшеница	1,46	38,9	1,97	38,3

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

Вариант обработки	Плотность, г/см^3	Твердость, кг/см^2	Коэфф. структурности, Кст	Водопрочность агрегатов, %
Склон крутизной 4^0				
Овес	1,45	42,4	2,45	41,7
Ячмень + мн. травы	1,43	33,2	2,41	39,6
Мног. травы 1-го г.п.	1,43	46,4	2,59	43,6
Мног. травы 2-го г.п.	1,53	41,8	2,42	38,1
Озимая пшеница	1,44	36,4	2,43	41,6

Пожнивные остатки многолетних трав улучшают структурное состояние нарушенных эрозией почв, активизируя процессы агрегирования. Тем не менее, под травами плотность и твердость почвы была несколько хуже, чем под зерновыми культурами, что обусловлено отсутствием периодического рыхления пахотного и подпахотного горизонта по данному агрофону при проведении основных противоэрозионных обработок. Наиболее неблагоприятный физический режим сложился при возделывании в опыте многолетних трав 2-го года пользования, где плотность почвы достигала значений 1,54 г/см^3.

Таким образом, многолетние исследования, проведенные в рамках стационарного полевого опыта, заложенного в производственных условиях на склонах южной экспозиции по оценке влияния комплекса противоэрозионных агротехнических мероприятий на показатели плодородия эродированной почвы, подтверждают ранее сформулированные выводы. Полученные результаты исследований на фоне потепления климата указывают на общее ухудшение экологического состояния эродированных почв – теплового, водного и питательного режимов. Глобальные климатические изменения в последние годы еще больше обостряют экологические проблемы склоновых территорий и землепользования в целом, что требует принятия незамедлительных мер упреждающего характера.

Выводы

Возможности агрономической науки и практики в предупреждении, предотвращении и/или минимизации неблагоприятных процессов в сельском хозяйстве, вызванных потеплением и его последствиями, в настоящее время достаточно широки [5]. Формируемый на этой основе новый природно-ресурсный потенциал света, тепла и влаги,

существенный рост экстремальности климата и опасных гидрометеорологических явлений (засух, переувлажнения, градобития, вымерзания и др.) территории Центрального Нечерноземья нарушают устойчивость сельскохозяйственной отрасли. Они снижают производственный потенциал природно-антропогенных агроландшафтов, вносят заметную дестабилизацию в процессы почвообразования и экологические режимы почв, а также в процессы роста, развития и продуктивности полевых культур. В равной степени, а как показывают многолетние исследования даже в значительно большей, об этом можно утверждать и для территорий, расположенных на склоновых землях. Изменения климата в результате потепления приводят к переорганизации пахотного горизонта с ухудшением его агрофизической и агрохимической основы: повышением на 3…5 % плотности сложения и на 20…22 % твердости, снижением на 10…19 % количества агрономически ценной макроструктуры и ослаблением на 9…13 % водопрочности почвенных агрегатов, ухудшением питательного и водного режима, что в конечном итоге оказывает негативное влияние на продуктивность агроландшафтов и их экологическую устойчивость.

Решить проблему деградации почв в результате эрозии, используя отдельные даже высоко эффективные элементы из почвозащитных мероприятий сложно, если вообще возможно. Только комплексный подход к их применению позволит получить на склоновых землях должный экологический и экономический эффект, где почвозащитному зернотравяному севообороту принадлежит ведущая роль. При этом крайне важно учитывать почвозащитную способность каждой полевой культуры, реакцию ее на степень эродированности почв, экспозицию и крутизну склонов.

Список используемых источников:

1. Кочетов И.С., Осипов В.Н., Белолюбцев А.И., Савоськина О.А. Миграция химических элементов на склоновых землях Нечерноземной зоны // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 5. – С. 21–22.
2. Кочетов И.С., Белолюбцев А.И., Чебаненко С.И., Григоров А.А. Влияние почвозащитных приемов обработки на динамику, состав органического вещества почвы и формирование урожая сельскохозяйственных культур / Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2000. – № 3. – С. 24–26.

3. Белолюбцев А.И. Агроэкологическая эффективность приемов защиты почв от эрозии в условиях глобального изменения климата // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 1. – С. 23–33.

4. Белолюбцев А.И., Дронова Е.А. Климат как важнейший естественноисторический фактор развития эрозии почв // Природообустройство. – 2018. – № 5. – С. 75–82.

5. Белолюбцев А.И. Адаптация сельского хозяйства с учетом текущих и ожидаемых климатических рисков // В сборнике: Адаптация сельского хозяйства России к меняющимся погодно-климатическим условиям: сборник докладов Международной научно-практической конференции. – 2011. – С. 11–23.

==========

Цитирование:

Белолюбцев А.И., Куприянов А.Н., Кузнецов И.А., Береснева Е.В., Астафьева Н.М., Бровкин А.Г. Средостабилизирующая роль многолетних трав в условиях современных вызовов экологического и климатического характера [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_127.pdf.
DOI: https://doi.org/10.51419/202131127.