

УДК [631.544.7+631.51.011]:[631.524.85:631.459]

РОЛЬ МУЛЬЧИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ И МИНИМИЗАЦИИ В АДАПТАЦИИ ЭРОЗИОННО ОПАСНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ

А.И. БЕЛОЛЮБЦЕВ

(Кафедра земледелия и агрометеорологии РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Показано, что дерново-подзолистые почвы склоновых территорий южных экзопозиций подвержены изменению многих свойств и режимов плодородия вследствие природно-антропогенных воздействий, что свидетельствует об их высокой отзывчивости и экологической уязвимости. Применение мульчирующей обработки на фоне минимизации приводит эродированную почву в равновесное состояние с окружающей средой, приближает культурный почвообразовательный процесс к естественному, более устойчивому к неблагоприятным изменениям внешней среды и климата.

Ключевые слова: изменения климата, эрозия почв, адаптация, плодородие почвы, мульчирующая обработка, фитосанитарное состояние, минимизация.

Изменение климата является одной из главных проблем XXI в., которая выходит за рамки чисто научной и представляет собой комплексную междисциплинарную проблему. Она охватывает экологические, экономические, социальные и технологические аспекты устойчивого развития общества и экономики. При этом социально-экономический компонент проблемы меняющегося климата приобретает доминирующие черты в оценках эффективности политических и экономических решений различного уровня.

Изменения климата многообразны и проявляются, в частности, в изменении частоты и интенсивности климатических аномалий и экстремальных погодных явлений. Прогнозируемые ведущими учеными и специалистами в ближайшие десятилетия его изменения в целом продолжают тенденции, наблюдавшиеся в последние годы, а по своим масштабам и интенсивности с высокой степенью вероятности будут их превосходить. Климатические изменения неизбежно отразятся на состоянии окружающей среды, животного и растительного мира во всех регионах планеты, а во многих из них станут реальной угрозой и для жизни человека.

В этой связи особое место занимает проблема устойчивого функционирования сельского хозяйства — важнейшей отрасли экономики, обеспечивающей выживание растущего населения Земли и продовольственную безопасность отдельных стран и крупных регионов. Климат является исходным системообразующим фактором, определяя разнообразие жизненных форм, интенсивность и направленность биогеохимических процессов, устойчивость природных и природно-антропогенных экосистем, в т.ч. и с.-х. назначения. Состояние и продуктивность агроландшафтов, их безопасное функционирование, многие технологические процессы в агросфере напрямую зависят от сочетания погодно-климатических условий и их изменений.

Интенсивно используемые с.-х. земли, расположенные на склонах южных экспозиций, в силу своих различий и специфики естественных почвообразовательных процессов являются наиболее уязвимыми к этим изменениям. Наложение неблагоприятного природного комплекса факторов на антропогенный и взаимное их усиление значительно осложняют экологическую обстановку на таких территориях, а в ближайшей перспективе могут привести к еще более серьезному кризису. Поэтому, принимая во внимание текущий характер этих изменений и прогнозируемое их развитие, необходимо уже сейчас применять комплекс упреждающих мер, адекватный современным представлениям по охране окружающей среды и принципам безопасного природопользования.

Методика

Основные исследования выполнены в 1981-2005 гг. в стационарном полевом опыте М-01-18-ОП, который был заложен осенью 1980 г. И.С. Кочетовым на экспериментальной базе учебно-опытного хозяйства «Михайловское» Московской обл.

История ведения опыта включает в себя два периода. В первый период (1980-1989) на двух смежных склонах южной экспозиции развернут трехфакторный опыт, во второй (с 1990 г.) — с учетом дальнейшего совершенствования систем земледелия, комплексного изучения принципов разноглубинности, минимизации, почвозащитной целесообразности и экологической адаптивности приемов обработки почвы, построения на этой основе принципиально новых ландшафтных систем земледелия для эрозионно опасных территорий полевой опыт был модернизирован:

Схема двухфакторного опыта 6х2

А. Обработка почвы	В. Склон
1. Вспашка на глубину 20–22 см, поперёк склона (контроль)	1. 8°
2. Вспашка + щелевание на 40–50 см и нарезанием щелей через 7–8 м	2. 4°
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	

На опытном участке развёрнут 5-польный почвозащитный зернотравяной севооборот во времени: 1 — овёс; 2 — ячмень с подсевом многолетних трав; 3 — многолетние травы 1-го года пользования; 4 — многолетние травы 2-го года пользования; 5 — озимая пшеница.

Предпосевная обработка почвы под возделываемые культуры, за исключением многолетних трав, включает в себя дискование (БДТ-3) и обработку РВК-3,6 на глубину заделки семян. Основные обработки применяли дифференцированно. Нарезание щелей (ЩН-2-140) по вспашке и поверхностной обработке (зябь) проводили в позднеосенний период при устойчивом промерзании почвы на глубину 3-5 см; при возделывании озимой пшеницы — перед посевом культуры; многолетних трав — в осенний период до промерзания почвы. В вариантах, включающих плоскорезную обработку в сочетании со щелеванием и чизелеванием, основная обработка проводилась в обычные сроки комбинированным агрегатом ПЩН-2,5. Для усиления почвозащитной эффективности поверхностной обработки после первого укоса многолетних трав 2-го года пользования (один раз в ротацию севооборота) применяли чизе-

ление на глубину 38-40 см плугом ПЧ-4,5М. Все обработки и посев осуществляли поперёк склона (стока).

С целью повышения почвозащитной способности изучаемых противоэрозионных обработок, влагосбережения и более эффективного использования пожнивных остатков начиная с 1990 г. при возделывании озимой пшеницы и овса общим фоном дополнительно применяли мульчирование поверхности почвы измельченной соломой и половой при уборке урожая этих культур.

Размещение вариантов в первый период проведения исследований рендомизированное, во второй — методом организованных повторений. Повторность 3-кратная, число вариантов — 6, делянок — 36 (рис. 1).



A₁...A₆ — варианты обработки почвы; B₁, B₂ — склон крутизной 8 и 4°; I...III — повторения

Рис. 1. Схема размещения вариантов опыта

Общая площадь делянок I порядка 11,5x240 (2760 м²), учётная — 4,2x240 (1008 м²); II порядка — общая 11,5x120 (1380 м²), учётная — 4,2x120 (504 м²). Учётная площадь стоковых площадок 10x 120 (1200 м²). Для изучения внутрипочвенного горизонтального стока заложены стационарные водно-балансовые площадки 10x20 м. Общая площадь опыта 6 га.

Система удобрений рассчитана с учетом агрохимической характеристики пахотного слоя на положительный баланс питательных элементов. Исходная агрохимическая характеристика пахотного слоя опытного участка: С — 1,15%, N — 0,1%, рН — 5,6, гидролитическая кислотность — 1,7 мгэкв., сумма поглощенных оснований — 26,4 мгэкв/100 г почвы, P₂O₅ — 16,0; K₂O — 19,0 мг/100 г почвы.

Почвенный покров участка представлен сочетанием дерново-слабо- и средне-подзолистых почв с преобладанием первых. Гранулометрический состав — от легко- до тяжелоуглинистого, с преобладанием легко- и средне суглинистого. По степени смытости — от намывтых до сильнонамывтых, однако преобладают в основном слабо- и среднесмытые. Почвообразующая порода — покровный суглинок.

Дополнительные исследования проводили с использованием длительного водно-балансового опыта, вегетационно-полевых, вегетационных и лабораторных методов, с применением традиционных (классических) методик анализа почвы, воды, растений, методов отбора проб и учета показателей плодородия эродированной почвы.

Результаты и их обсуждение

Последние десятилетия оказались самыми теплыми в более чем вековой истории регулярных наблюдений за погодой на территории России [8]. Анализ данных средней годовой температуры воздуха последнего 25-летнего периода Михайловского агрометпоста «Голохвастово», расположенного в районе проведения опытов, показывает устойчивую тенденцию к потеплению климата. Отмечается повышение средней годовой температуры по отношению к климатической норме для этой территории на 1,5°C.

Особенно существенные изменения произошли в холодный сезон. Температура воздуха возросла в среднем до -5,4°C (при норме -7,7), или на 2,3°C. Процесс потепления зимних периодов, т.е. устойчивого преобладания повторяемости теплых зимних сезонов над повторяемостью холодных, усилился в конце 1980-х и особенно с начала 1990-х гг. В январе значения температуры воздуха были выше среднемноголетних на 4,6°C, в феврале — на 3,0 и в марте — на 3,1°C. Общий рост составил 2,6°C, что на 0,7°C теплее, чем за первый десятилетний период наблюдений, при этом количество оттепелей выросло почти в 2 раза.

Потепление климата приводит к необратимым экологическим изменениям важнейших свойств, функций и режимов интенсивно используемых почв склоновых земель с.-х. назначения. Прежде всего, они способствуют реорганизации пахотного горизонта (слой 0-40 см) и ухудшению его агрофизической основы: повышению на 5-12% плотности сложения и на 20-22% твердости почвы, снижению на 10-19% количества агрономически ценной макроструктуры и ослаблению на 9-13% водопрочности почвенных агрегатов, а также общей тенденции к обесструктуриванию [2, 10].

Не менее существенные изменения отмечены в агрохимическом состоянии почв. Существенное влияние на потери питательных веществ из почвенного профиля оказывают условия формирования стока. Особенно заметно они проявляются в годы с устойчивым потеплением зимних сезонов, отмечаемых в последние десятилетия [3]. Изучение миграционных свойств химических элементов в таких условиях представляет особый интерес в силу экологической и экономической его значимости и практически полного отсутствия данных в агрономической науке по этой проблеме. Сложные предзимние периоды, малоснежные зимы, чередование интенсивных оттепелей с низкими температурами, многократное формирование промежуточных внутриснежных стоков (слоем до 6 мм), слабое или полное отсутствие промерзания почвы с активным промывным режимом в этот период определяют величину потерь элементов питания с поверхностным стоком и саму направленность процессов. Это существенно осложняет проведение агроэкологической оценки и выявление зависимости этих потерь от изучаемых факторов.

Сложившиеся природные условия формирования стока талых вод с начала 1990-х гг. оказали влияние, прежде всего, на общую величину потерь растворимых и подвижных форм основных биофильных элементов питания. Их уменьшение по изучаемым вариантам составило в среднем более чем в 5 раз, что несколько противоречит устоявшимся на сегодняшний день представлениям о процессах миграции химических элементов на склоновых землях в результате эрозии. Однако этому есть свои объяснения.

Уровень азотного питания растений тесно связан с погодными условиями зимнего сезона: количеством и распределением атмосферных осадков, температуры воздуха, промерзанием пахотного и подпахотного горизонтов почвы и т.п. Вместе с тем

в зоне достаточного и неустойчивого увлажнения количество и распределение минерального азота по профилю почвы во многом зависит от поступления осадков в холодный период. Чем больше выпадает осадков, тем значительно глубина вымывания азота. Особенно активны эти процессы при слабом или полном отсутствии промерзания почвы зимой [9]. Разумеется, в условиях склона в результате эрозии при снеготаянии он вымывается и с поверхностным стоком, но уже в значительно меньших количествах. Как показывают анализы талой воды, потери нитратного и аммиачного азота в период весеннего снеготаяния составили на склоне крутизной 8° лишь 0,38-0,76, а на склоне крутизной 4° — 0,17-0,52 кг/га, т.е. сократились по сравнению с прошлым периодом в десятки раз. Это свидетельствует о вымывании азота из почвенного профиля еще в предзимние и особенно зимние сезоны, что в итоге ухудшает плодородие почвы и снижает урожайность культур. В таких условиях существенно возрастает роль применения азотных удобрений во время вегетации, где их нормы должны быть увеличены.

Потери гумуса (по углероду) зависят от соотношения темпов минерализации и его воспроизводства, почвозащитной эффективности изучаемых приемов обработки и биологических особенностей культур зернотравяного севооборота, а также общей интенсивности и направленности потоков вещества и энергии склоновых систем. Результаты анализа 25-летнего применения почвозащитных приемов обработки различной глубины и интенсивности на динамику и состав органического вещества эродированных почв склоновых систем указывают на заметную пространственную и временную пестроту содержания гумуса по изучаемым вариантам с неоднозначной агроэкологической и агрономической его оценкой.

На содержание гумуса в пахотных эродированных почвах разные агротехнические мероприятия действуют неравноценно. Наиболее значительное влияние на напряженность и направленность многих элементарных почвенных процессов оказывает механическая обработка. Улучшая аэрацию почвенного профиля, она усиливает разложение органических веществ и вызывает устойчивое снижение процентного содержания гумуса. Одновременное применение минеральных удобрений, включая повышенные их дозы (N_{90} P_{90} K_{90}), в зернотравяном почвозащитном севообороте не способствует эффективному сохранению плодородия почв на эрозионно опасных участках. В результате к концу второй ротации севооборота снижение содержания гумуса в пахотном слое (0-20 см) по сравнению с исходным его состоянием (1980 г.) на склоне крутизной 8° в среднем составило 22%, а в слое 0-40 см — 18%. Аналогичные результаты получены и на склоне крутизной 4° , несмотря на относительно низкую интенсивность эрозионных процессов на этом склоне (табл. 1).

Почти во всех научных работах подчеркивается, что реальное и наиболее высокое накопление гумуса наблюдается только при внесении органических удобрений, причем в достаточно больших нормах. Однако в наших исследованиях даже ограниченное применение (два года в пятилетней ротации севооборота) органических удобрений в виде заправки растительных остатков пшеницы и овса позволило не только стабилизировать обстановку, но и получить видимый положительный результат.

Роль соломы и растительных остатков в улучшении питательного режима почв давно известна. Подсчитано, что внесение на гектар 4 т соломы в качестве удобрения равноценно 12 т подстилочного навоза, где в почву поступают до 3,0-3,5 т органического вещества, 18-25 кг азота, 6-8 кг фосфора, 32-60 кг калия, микроэлементы, что значительно снижает дефицит питательных веществ и повышает урожайность культур [6]. Кроме того, применение мульчирования на склоновых землях имеет высокий

**Влияние противозрозионных приемов обработки почвы
и элементов рельефа на динамику гумуса, %**

Вариант	Слой почвы	Исходное состояние, 1980 г.	1989 г.	1998 г.	2005 г.
<i>Склон крутизной 8°</i>					
Вспашка (контроль)	0-20	2,23	1,77	1,78	1,88
	0-40	1,62	1,36	1,24	1,48
Вспашка + щелевание	0-20		1,80	1,83	2,11
	0-40		1,39	1,13	1,56
Поверхностная	0-20		1,69	2,00	2,14
	0-40		1,27	1,14	1,53
<i>Склон крутизной 4°</i>					
Вспашка (контроль)	0-20	2,32	1,95	2,17	2,10
	0-40	1,69	1,49	1,59	1,66
Вспашка + щелевание	0-20		1,99	2,22	2,05
	0-40		1,50	1,35	1,63
Поверхностная	0-20		1,99	2,16	2,24
	0-40		1,49	1,28	1,68

экологический и экономический эффект: минимизируется техногенное воздействие на почву сокращаются затраты труда в 4,7-6,3 раз, материальные средства и другие производственные ресурсы — в 1,7-1,9 раза.

Дополнительное внесение в почву измельченной соломы из расчета 5-6 т/га начиная с 1991 г. способствовало улучшению условий почвообразования и повышению содержания гумуса в среднем на 12%, с устойчивой динамикой его накопления почти по всем изучаемым вариантам. Наиболее глубокая трансформация питательного режима установлена в вариантах с дискованием при вертикальном (до 10 см) размещении в почве соломы и других пожнивных остатков. Графический анализ результатов содержания гумуса при применении мульчирования на фоне минимизации обработки почв разной степени эродированности позволяет наглядно оценить произошедшие по отдельным периодам наблюдений разнонаправленные, но в целом позитивные изменения в динамике воспроизводства и восстановления плодородия почв. Выраженный и стабильный характер эти процессы получили в последнее десятилетие наших исследований (рис. 2).

Минимизация основной обработки почвы путем замены вспашки мелкой дисковой обработкой лучше, чем другие варианты, способствует оптимизации и сбалансированности процессов минерализации и гумификации органического вещества в почве, поступающего с растительными пожнивными остатками. При минимизации обработки в органическое вещество переходит заметно большее количество растительных остатков, чем при вспашке. По данным зарубежных ученых, содержание гумуса в верхнем слое почвы в вариантах с нулевой обработкой по отношению к вспашке может возрасти до 27% [11].

Важная роль в процессах гумификации принадлежит почвенной биоте, численность, видовой состав и активность которой также прямо или косвенно связана с обработкой. Исследованиями кафедры земледелия ТСХА [7] выявлено, что при си-

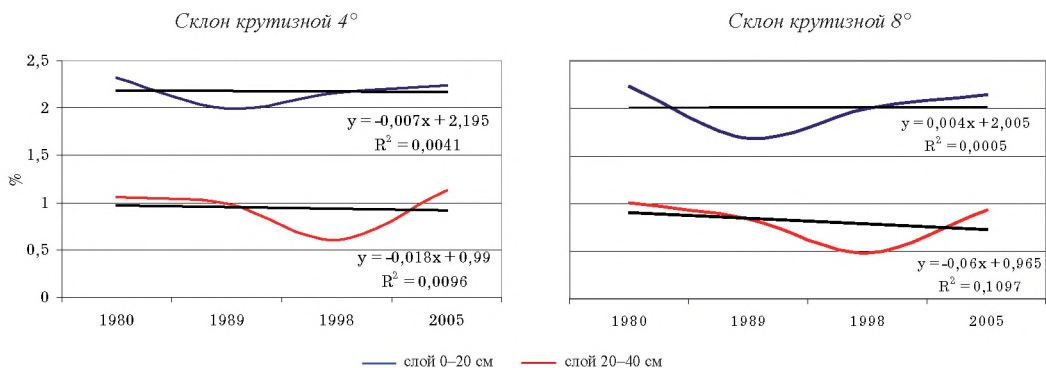


Рис. 2. Содержание гумуса в пахотном и подпахотном слое почвы в зависимости от крутизны склона. Поверхностная обработка (1980-2005)

стематической (25 лет) минимальной обработке дерново-подзолистой почвы в слое 0-20 см доминировали бактерии, использующие органические формы азота, а при вспашке преобладали бактерии, потребляющие минеральные формы. Минимизация обработки способствовала снижению интенсивности минерализации органического вещества в необрабатываемых слоях.

Преимущественное поступление соломы в верхний 0-10 см слой почвы при дисковании по состоянию гумусированности не приводит к сильной дифференциации пахотного горизонта, особенно по отношению к аналогичным показателям других изучаемых обработок. Существенных различий в почвенном профиле в вариантах нами не установлено, а на поверхностной обработке они составили в реальных значениях не более 0,5% (табл. 2). Формированию сравнительно однородного по содержанию гумуса пахотного и подпахотного слоя и оптимизации почвенных процессов в этом варианте способствует применение периодического, один раз за пятилетнюю ротацию севооборота глубокого рыхления почвы (на 38-40 см) чизельным плугом.

Чередование в пространстве и времени минимального и глубокого рыхления является, на наш взгляд, одним из самых перспективных направлений почвозащитного ресурсосберегающего земледелия. Нынешний экологический и энергетический кризис в АПК объективно способствует более широкому использованию минимальной обработки почвы, но уже на качественно новой ландшафтной основе, где на первое место выдвигаются принципы рационального и бережного природопользования.

Минимизация обработки эродированных дерново-подзолистых почв в сочетании с периодическим рыхлением корнеобитаемого слоя и эффективным управлением растительными остатками приводит почву в равновесное состояние с окружающей средой, приближает культурный почвообразовательный процесс к естественному, более устойчивому к неблагоприятным изменениям внешней среды и климата. Исследования с помощью современных методов физико-химического анализа трансформационных изменений органического вещества на структурном уровне (элементарный и термический анализ, ИК-спектроскопия) показывают неоднозначную направленность этих процессов в зависимости от применяемых способов противоэрозионной обработки почвы. Поверхностная обработка по сравнению с обычной вспашкой в наименьшей степени влияет на структуру гумусовых кислот в почве, способствует увеличению ароматичности структуры гумуса, понижению роли кислотосодержащих элементов, созданию условий для

**Действие противоэрозионных приемов обработки на содержание гумуса
в почвенном профиле, % (2005)**

Вариант	Слой почвы, см			
	0-10	10-20	20-30	30-40
<i>Склон крутизной 8°</i>				
Вспашка (контроль)	1,83	1,92	1,27	0,92
Вспашка + щелевание	2,22	2,00	1,33	0,70
Поверхностная	2,39	1,89	1,10	0,76
<i>Склон крутизной 4°</i>				
Вспашка (контроль)	2,08	2,12	1,68	0,75
Вспашка + щелевание	2,17	1,92	1,54	0,91
Поверхностная	2,48	1,99	1,44	0,82

накопления циклических соединений в составе гумусовых кислот, обогащенных азот-содержащими компонентами [1]. Кроме того, минимизация обработки и вертикально-горизонтальное мульчирование пожнивными остатками способствуют значительному увеличению гидрофильности почвы.

В естественных условиях происходит отбор наиболее термостабильных фрагментов как периферической, так и центральной части в составе гумуса. Под влиянием обычной вспашки периферическая часть гумусовых кислот становится менее сложной, ее доля в составе органического вещества снижается. Отмечается уменьшение термоустойчивости компонентов периферической части, что ведет к деструкции центральной части, компоненты которой разрушаются при более низкой температуре. Под влиянием дискования формирование гумусовых кислот почвы в слое 0-10 см осуществляется за счет более термостабильных компонентов. Гумусовые кислоты в слое 10-20 см при поверхностной обработке характеризуются хорошо развитой центральной частью, с большей термоустойчивостью, чем при обычной вспашке. Следовательно, усиление разнокачественности состава гумусовых кислот при поверхностной обработке в сочетании с мульчированием предохраняет фрагменты их центральной части и в целом гумус от деградации.

Вместе с тем, оценивая очевидные положительные стороны поверхностной обработки, следует признать, что приемы минимизации пригодны не для всех почв, и прежде чем их использовать, необходимо тщательное обследование на соответствие различным видам обработки. Мульчирование растительными остатками при безотвальных обработках, как и любой другой способ, имеет свои противоречия (водно-физические, технологические и др.), в т.ч. и в новых экологических условиях их применения. Они взаимосвязаны и взаимообусловлены. Например, мульчирующая обработка создает условия для распространения болезнетворных организмов, вредителей и сорных растений [5], а теплая и влажная осень, мягкая зима способствуют обильному появлению всходов и росту зимующих, ранних яровых, озимых и многолетних сорняков [4], вследствие чего возрастает дополнительная потребность в агрохимикатах.

Анализ результатов многолетнего опыта показывает, что применение противоэрозионных обработок в сочетании с периодическим мульчированием измельченной

**Влияние почвозащитных приемов обработки на засоренность посевов ячменя
с подсевом многолетних трав, шт./м²**

Вариант	Годы			Средняя
	1982	1992	1997	
<i>Склон крутизной 8°</i>				
Вспашка (контроль)	<u>164</u> 10	<u>76</u> 6	<u>64</u> 12	<u>101</u> 9
Вспашка + щелевание	<u>168</u> 10	<u>86</u> 6	<u>80</u> 17	<u>111</u> 11
Поверхностная	<u>101</u> 9	<u>93</u> 20	<u>87</u> 15	<u>94</u> 15
<i>Склон крутизной 4°</i>				
Вспашка (контроль)	<u>270</u> 5	<u>121</u> 4	<u>95</u> 3	<u>162</u> 4
Вспашка + щелевание	<u>287</u> 8	<u>130</u> 6	<u>108</u> 5	<u>175</u> 6
Поверхностная	<u>215</u> 18	<u>147</u> 2	<u>90</u> 2	<u>151</u> 7

П р и м е ч а н и е . Числитель — общее количество сорняков; знаменатель — многолетние.

соломой и разными способами ее размещения не приводит к увеличению засоренности почв, расположенных на склонах. Напротив, отмечено улучшение фитосанитарного состояния эродированных почв во всех вариантах, включая поверхностную обработку. Мульчирование позволяет затормозить рост и развитие сорной растительности, обеспечивая необходимый уровень контроля распространения вредных организмов, соответствующий фитосанитарным нормам (табл. 3).

Заключение

Таким образом, длительные исследования свидетельствуют, что дерново-подзолистые почвы склоновых территорий южных экспозиций легко подвержены изменению многих свойств и режимов плодородия вследствие природно-антропогенных воздействий. Это еще раз свидетельствует об их высокой отзывчивости и экологической уязвимости. Поэтому всякое пренебрежение к учету в землепользовании влияния климата, как исходного системообразующего фактора, чревато непредсказуемыми последствиями не только в рассматриваемой, но и во всей совокупности агроэкосистем. Решение проблем адаптации эрозивно опасных агроландшафтов к климатическим изменениям, сохранения и повышения плодородия эродированных почв, обеспечения надлежащего продукционного и культурного почвообразовательного процессов в новых экологических условиях лежит в теоретически обоснованной, системной оптимизации пищевого режима почв в зависимости от применяемых элементов систем земледелия, и особенно их ландшафтной основы.

Для устойчивого и экологически безопасного функционирования интенсивно используемых склоновых земель в условиях потепления климата необходимо шире применять все виды органических удобрений, максимально использовать солому и другие пожнивные остатки, а также совершенствовать структуру посевных площадей и технологии противозероной обработки почвы.

Библиографический список

1. *Аристова О.И.* Исследование влияния обычной и поверхностной обработок при склоновом земледелии на качественный состав органического вещества дерново-подзолистой почвы. Автореф. канд. дисс. М.: МСХА, 1998.
2. *Белолобцев А.И.* Изменения агрофизических показателей плодородия эродированных почв под влиянием глобального потепления климата // Известия ТСХА, 2009. Вып. 4. С. 31-39.
3. *Белолобцев А.И., Чебаненко С.И., Кочетов П.С.* Особенности формирования поверхностного стока талых вод в условиях неустойчивых зим // Известия ТСХА, 1997. Вып. 3. С. 48-57.
4. *Бугаевский В.К., Кильдюшнтт В.М., Романенко АА.* Условия эффективности нулевой обработки почвы на Кубани // Земледелие, 2005. № 2.
5. *Ломакин М.М.* Мульчирующая обработка почвы на склонах. М.: Агропромиздат, 1988.
6. Прямоточная технология внесения соломы на удобрение // Земледелие, 2002. № 1. С. 16-18.
7. Система земледелия Нечерноземной зоны: обоснование, разработка, освоение / Г.И. Баздырев, И.С. Кочетов и др. М.: Издательство МСХА, 1993.
8. *Сенников В.А., Ларин Л.Г., Российская Т.М., Белолобцев А.И. и др.* Колебания и изменения климата Петровско-Разумовского за 125-летний период наблюдений // Известия ТСХА, 2005. Вып. 1. С. 141-146.
9. *Хомяков Д.М.* Оптимизация системы удобрений и агроэкологические условия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991.
10. *Belolyubisev A.I.* Agri-environmental effectiveness of techniques to protect soil from erosion in the context of global climate change // IZVESTIA TSKHA, 2009. P. 9. Special Issue.
11. *Gallaher R.N., Ferrer MB.* Effect of no-tillage vs. conventional tillage on soil organic matter and nitrogen content // Communications in soil science and plant analysis, 1987. V 18. №9. P. 1061-1076.

Рецензенты — д. б. н. М.А. Мазиров, д. с.-х. н. Г.И. Баздырев

SUMMARY

It has been established that sod-podzolic soils of southern exposure are easily susceptible to both changes in lots of their properties and fertility modes due to both natural and anthropogenic influence, which is evidence of their high responsiveness and environmental vulnerability. Application of mulching treatment, against minimization background, leads eroded soils to equilibrium with environment, draws cultural soil-forming process to natural, more resistant to adverse changes in both environment and climate.

Key words: climatic changes, soil erosion, adaptation, soil fertility, mulching treatment, phyto-sanitary condition, minimization.

Белолобцев Александр Иванович — д. с.-х. н. Тел. (499) 977-73-55. Эл. почта: belolyubcev(@,mail. ru