

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

Т. Ю. Анисимова, кандидат сельскохозяйственных наук
ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии
г. Владимир, Россия

Ключевые слова: дерново-подзолистые супесчаные почвы, водная эрозия, многолетний люпин, контурно-полосное земледелие

Введение

Наиболее распространенным видом деградации почв в мире является водная эрозия. В России усиление водной эрозии в конце прошлого столетия было обусловлено чрезмерной распаханностью земельных угодий и пахотных склонов, нерациональной производственной деятельностью сельскохозяйственных предприятий. В конце прошлого столетия в пашню было вовлечено 60 % земель, а в мировом сельском хозяйстве — только 29 % [1]. Получила распространение пахота вдоль склонов и мелкая вспашка. Как известно, формирование поверхностного стока начинается при уклонах $0,5...1^\circ$. За последние 20 лет произошло сокращение внесения органических удобрений в 5—6 раз, минеральных и извести — в 8—10 раз, снизилась урожайность культур на склонах и их защищенность почв посевами от эрозии [2]. В результате минерализации, смыва мелкозема и илистой фракции почвы теряется гумус. Происходит уплотнение пахотного и подпахотного горизонтов ходовыми системами машин до метровой глубины. Все это способствует прогрессирующему и экологически опасному развитию водной эрозии и требует безотлагательных системных мер [3].

Ведущая роль в формировании почвозащитных экосистем и ландшафтов и разработке почвозащитных мер принадлежит комплексной мелиорации, которая наилучшим образом создает условия для выполнения одного из важнейших законов земледелия — закона минимума, согласно которому плодородие и эффективность производства определяются не столько средними показателями свойств почв, уровня агротехники, вносимых удобрений, механизации и др., а сколько фактором, находящимся в минимуме [4]. Таким фактором на склонах чаще является влага, в рациональном использовании которой большую роль играет растительная мелиорация.

В геоморфологическом отношении территория Мещерской низменности представляет собой озерно-ледниковую, зандровую, с небольшим перепадом высот низменную равнину. Наиболее пригодны под пашню краевые части водоразделов и пологие склоны до 2° . В этом заключается специфичность местной почвенно-ландшафтной ситуации, поскольку согласно существующей классификации земель лучшими под пашню являются

ся выровненные плакоры [3]. В Мещерской низменности плоские поверхности, вследствие переувлажнения и высокой комплексности почвенного покрова, малопригодны для возделывания требовательных к условиям аэрации озимых зерновых и пропашных культур. Удовлетворительные условия для пашни имеют склоны в $2...3^{\circ}$, однако здесь требуется применение противоэрозионных мероприятий, чтобы предотвратить смыв почвы и потери биогенных веществ с пашни. В севооборотах в адаптивно-ландшафтной системе следует обратить внимание на активизацию биологических факторов (возделывание зернобобовых и бобовых культур, запашка сидератов, соломы, посев промежуточных культур), их размещение в зависимости от экспозиции склона, противоэрозионное влияние культур и др.

Дерново-подзолистым почвам, широко распространенным в Мещерской низменности, присущи неблагоприятные водно-физические свойства: они заплывают от недостатка и избытка влаги. Их структура и агрономически ценные свойства нуждаются в постоянном улучшении [4]. Органические удобрения, в том числе и сидераты, способствуют оптимизации их агрономически важных свойств. Важная роль в оструктуривании почв, особенно низкоплодородных дерново-подзолистых, принадлежит многолетнему люпину с его мощной корневой системой, глубоко проникающей в почвенные слои [5]. Посевы многолетнего люпина не только предотвращают проявление различных видов эрозии, но и препятствуют выщелачиванию подвижных питательных веществ за пределы корнеобитаемого слоя. В связи с острым дефицитом навоза и компостов (в настоящее время ими удобряется не более 7,6 % посевов в сельскохозяйственных предприятиях) и прекращения использования торфа на удобрение приобретает возрастающее значение мобилизация растительных ресурсов непосредственно на месте их произрастания [6]. Их использование может компенсировать непродуктивные безвозвратные потери гумуса и элементов питания в большой геологический круговорот веществ на пахотных склонах, подверженных водной эрозии. Традиционные удобрения должны применяться в первую очередь на лучших, а не эродированных землях. Особенно это касается применения бесподстилочного навоза: на склонах его можно использовать только при наличии техники для внутрпочвенного внесения, чтобы предотвратить смыв жидкой фракции.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили на землях опытно-производственного хозяйства ВНИИ-ОУ, расположенного на территории Судогодского района Владимирской области. Методической основой исследований являлся стационарный полевой опыт по изучению эффективности использования многолетнего люпина как сидерата для повышения плодородия склоновых почв при контурно-полосной организации территории землепользования. Опыт был заложен и проведен в соответствии с общепринятыми методиками на склоне юго-юго-западной экспозиции; крутизна склона составляла $2...3,5^{\circ}$ [7,8,9]. Почва участка — дерново-слабоподзоленная неглубоко-глеевая, сформированная на дву-

членных ледниковых отложениях. Площадь опытного участка — 6,0 га.

Все механизированные обработки почвы, за исключением контрольного участка, проводили поперек склона, причем их направление совпадало с контурами местности. Полосу с многолетним люпином размещали между зерновой и пропашной культурой. Полосы одинаковой ширины (10—12 м) были расположены по контуру (горизонталям) склона параллельно друг другу (рис. 1).

В качестве пропашной культуры возделывали кукурузу на силос, зерновых — озимую рожь. Перед посевом культур фоном вносили минеральные удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$. Зеленую массу люпина в фазу молочной спелости бобов скашивали и разбрасывали по поверхности почвы соседних полос с помощью КИР-1,5. Зеленую массу люпина под озимую рожь заделывали в почву после скашивания и измельчения за 10—14 дней до посева. При



возделывании кукурузы — перед междурядными обработками до фазы 5—7 лист. Объем смытой почвы на склоне определяли по суммарному объему водорослей (струйчатых размывов), образующихся вследствие размыва и сноса почвы потоками талой и ливневой воды. Суть данной методики учета эрозии следующая. После стока талых вод или выпадения ливня поперек склона перпендикулярно линии тока — например, на протяжении 100 м вдоль протянутой мерной ленты — измеряются ширина и глубина всех образовавшихся струйчатых размывов и затем вычисляется их суммарное сечение. Считается, что сечение водорослей остается неизменным для полосы склона шириной 10 м (5 м вверх и 5 м вниз от намеченного створа). Затем вычисляется объем смытой почвы на площади 0,1 га. Далее определяется вес смытой почвы, если известна средняя ее плотность [10,11].

Результаты и обсуждение

В результате исследований достоверно установлено, что смыв почвы при контурно-полосном размещении культур по сравнению с традиционным продольным за 3 года наблюдений в среднем уменьшился на 2,9—3,7 т/га. В ней содержалось более 200 кг гумуса, 10—15 кг азота, 50—60 кг фосфора и 120 кг калия. Многолетний люпин на 2 год жизни в фазу молочной спелости формирует в среднем 28,7 т/га надземной массы, которая содержит 300—370 кг NPK (табл. 1).

Для упорядочения направлений пахоты и дифференцированного использования плодородия почв элементов склонов выявлена высокая агроэкологическая эффективность контурно-полосного размещения посевов в сочетании с применением сидерата — многолетнего люпина — на удобрение. При этом установлено положительное влияние

этого комплекса на продуктивность культур, показатели почвенного плодородия, агрофизические свойства почвы, запасы продуктивной влаги в период вегетации растений.

Поверхностная заделка зеленой массы люпина способствовала её быстрой минерализации, а следовательно, пополнению запаса питательных веществ в пахотном слое

Таблица 1 — Химический состав зеленой массы многолетнего люпина (среднее за 5 лет)

| Показатели | Величина |
|---------------------------------|----------|
| Урожай, т/га | 28,7 |
| Сбор сухого вещества, т/га | 4,6 |
| Зола, % | 8,4 |
| Азот общий, % | 1,9 |
| Азот нитратный, мг/кг сыр. веса | 13,3 |
| Фосфор общий, % | 0,25 |
| Калий, % | 0,91 |
| Кальций, % | 1,56 |
| Магний, % | 0,80 |

почвы и положительному влиянию на её агрофизические свойства (табл. 2).

Улучшение агрофизических свойств почвы под посевами культур, размещенных полосами поперек склона, положительно повлияло на процесс инфильтрации воды, что подтверждено определением запасов продуктивной влаги в почве. Запасы продуктивной влаги при контрольной продольной пахоте и междурядной обработке в корнеобитаемом слое почвы при выращивании кукурузы

с мая по сентябрь были минимальными. На водоразделе и средней части склона этот показатель был выше по сравнению с нижней частью склона и контролем с продольной обработкой, что объясняется не только отсутствием стока при контурно-полосной организации территории, но и повышенным содержанием глины, а также близостью залегания водоупорного горизонта (табл. 3). Так, при возделывании озимой ржи запасы продуктив-

Таблица 2 — Влияние контурно-полосной организации территории землепользования на некоторые агрофизические свойства почвы

| Размещение посевов относительно склона | Плотность почвы, г/см ³ | Плотность твердой фазы, г/см ³ | Порозность, % | Полная влагоемкость, % |
|--|------------------------------------|---|---------------|------------------------|
| Вдоль склона (контроль) | 1,37 | 2,58 | 47,0 | 25,6 |
| Поперек склона | 1,30 | 2,50 | 48,0 | 28,7 |

Таблица 3 — Запасы продуктивной влаги в почве, мм

| Вариант опыта | Культура | Слой почвы, см | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|--------|-------|--------|
| | | 0—60 | | 0—100 | |
| | | май | август | май | август |
| Контроль | Озимая рожь | 42,4 | 85,8 | 54,7 | 100,8 |
| Водораздел | - « - | 57,5 | 88,3 | 116,4 | 170,9 |
| Средняя часть склона | - « - | 81,0 | 84,2 | 134,0 | 161,0 |
| Нижняя часть склона | - « - | 40,5 | 87,0 | 78,4 | 169,0 |
| Контроль | Кукуруза на силос | 55,2 | 58,2 | 124,6 | 118,6 |
| Водораздел | - « - | 60,7 | 73,7 | 113,1 | 134,8 |
| Средняя часть склона | - « - | 66,0 | 68,7 | 126,0 | 124,0 |
| Нижняя часть склона | - « - | 34,0 | 75,4 | 130,0 | 136,1 |

ной влаги в верхней и средней части склона весной после отрастания растений были в полноту больше по сравнению с нижней частью склона и эродированным контролем, при возделывании кукурузы на силос — в среднем на 40 %. К началу уборки культур (август) разница в запасах продуктивной влаги на разных элементах склона нивелируется.

Отмечено также положительное влияние изучаемых почвозащитных приемов и

внесение в почву сидерата на агрохимические показатели пахотного слоя почвы. Наибольшее содержание минерального азота было отмечено на водораздельной и средней части склона. Убыль гумуса при продольной обработке составила 0,14—0,16 т/год, что на 15—18 % больше, чем при контурно-полосной организации землепользования. Потери биогенных элементов на контроле по сравнению с другими вариантами опыта в среднем были больше по подвижному фосфору на 18,5 %, обменному калию — на 37 %, по сумме обменных оснований — на 44 %.

Урожайность зеленой массы кукурузы по сравнению с контролем в посевах поперек склона достоверно возрастала на 10,4—11,6 %. Прибавка урожая зерна озимой ржи при контурно-полосной организации территории склона достигала 51,8—60,1 %, зеленой массы кукурузы — на 27,8—65,2 % по отношению к контролю (табл. 4).

Предлагаемый способ дает комплексное решение задачи защиты почв склонов от

Таблица 4 — Влияние элементов склона на урожайность выращиваемых культур (среднее за 3 года), ц/га

| Варианты опыта | Озимая рожь | | Кукуруза на силос | |
|-----------------------------------|-------------|----------|-------------------|----------|
| | урожай | прибавка | урожай | прибавка |
| Размещение посевов вдоль склона | | | | |
| Контроль | 16,4 | - | 115 | - |
| Размещение посевов поперек склона | | | | |
| Водораздел | 24,9 | 8,5 | 190 | 75 |
| Средняя часть склона | 26,2 | 9,8 | 147 | 32 |
| Нижняя часть склона | 26,5 | 10,1 | 158 | 43 |
| НСР ₀₅ | - | 4,2 | - | 30 |

водной эрозии, повышения плодородия почв и продуктивности возделываемых культур. При этом во взаимодействии рассматриваются способы обработки почвы, применения удобрений и выращивания сельскохозяйственных культур: 1 — контурно-полосное размещение, 2 — возделывание многолетнего люпина в качестве сидерата в полосах между зерновой и пропашной культурами, 3 — равномерное разбрасывание измельченной массы на соседние полосы с последующей заделкой в почву. Многолетний люпин в данном опыте является основным источником органического удобрения, а также почвозащитной культурой (его возделывание способствует снижению поверхностного стока воды переводом его во внутрпочвенный), и в конечном итоге играет важную роль в деле сохранения и повышения плодородия склоновых почв.

В неблагоприятные по осадкам годы травостой многолетнего люпина зарастал сорной растительностью, сильно выпадал. Поэтому люпин следует сочетать с другими более устойчивыми к засухе культурами и, прежде всего, с многолетними злаковыми травами. По данным А.Н. Каштанова и В.Е. Явтушенко (1997), многолетние травы сокращают эрозионные потери гумуса и биогенных элементов в 2—3 раза в сравнении с зерновыми культурами и в 10 раз в сравнении с чистым паром. Травы практически прекращают водную эрозию и тем самым создают основу для экологически безопасной и био-

логически сбалансированной системы земледелия на пахотных склонах. В адаптивных севооборотах и выводных полях на эродированных склонах рекомендуется высевать сложные высокопродуктивные и устойчивые к аномалиям погоды травосмеси, рассчитанные на длительное использование. При формировании конкурентоспособных кормовых агроценозов необходимо полнее учитывать хозяйственно-биологические особенности многолетних бобовых и злаковых трав [12].

Выводы

В результате исследований установлена высокая агроэкологическая эффективность контурно-полосной организации территории землепользования в сочетании с использованием многолетнего люпина в качестве почвозащитной и сидеральной культуры. Ландшафтный подход к разработке оптимальной структуры посевных площадей предполагает усиление дифференциации пашни с целью более полного использования биоклиматических ресурсов агроландшафта культурными растениями, с одной стороны, и реализации средовосстанавливающих особенностей культивируемых видов растений — с другой.

На эродированных склонах окупаемость органических и минеральных удобрений значительно ниже, чем на плакорах и склонах до 1...1,5°. Кроме того, растительные биоресурсы в качестве источника органического вещества и элементов азотного и зольного питания имеют перед традиционными удобрениями некоторые преимущества:

— возможности реализации растительных биоресурсов (многолетних трав, соломы, сидератов и др.) практически неисчерпаемы, так как они ежегодно воспроизводятся и недостаточно используются в настоящее время;

— растительные биоресурсы при участии бобовых культур позволяют вовлекать в круговорот веществ за счет растения-хозяина, клубеньковых бактерий и эндотрофной микоризы корней биологический азот, а также труднодоступные элементы питания почвенного профиля;

— маневрирование площадью и использование низкопродуктивных земель под основную сидерацию в парах и наличие на склонах более высокой насыщенности многолетними бобово-злаковыми травосмесями, чем на плакорах;

— свыше 90 % урожая (биомассы сидерата) формируется за счет фотосинтетической деятельности агроценоза при ежегодном его воспроизводстве. При этом имеется широкая возможность увеличения растительной биомассы удобрения по годам и ротациям севооборота;

— высокая транспортабельность семян-сидератов и возможность доставки их до удаленных полей обеспечивает экономию дорогостоящих ГСМ, а при налаженном собственном семеноводстве позволяет обеспечить также экономию всегда дефицитных денежных средств.

Кормовые культуры являются не только источником производства кормов, но

также служат основой биологизации земледелия, сохранения плодородия почвы (особенно склонов) а также экологической устойчивости окружающей среды. При этом потери гумуса при возделывании кормовых культур за счет поступления растительных остатков (стерня, корни, опад растений) компенсируются до 49 %, а общий дефицит гумуса снижается до 640 кг/га пашни [13]. Нарушение баланса биогенных элементов в земледелии ведет не только к уменьшению производства продукции и ухудшению ее качества, но и к снижению устойчивости агроландшафтов. В этой связи компенсация дефицита питательных веществ за счет максимального использования биоресурсов агроценозов и удобрений должна рассматриваться как экологически необходимая задача, а «объектом регулирования хозяйственно-биологического круговорота веществ в земледелии и животноводстве становится агроландшафт в целом» [14].

Библиографический список

1. Романенко, Г.А., Тютюнников А.И. АПК России. Состояние, место в АПК мира. М. РАСХН. 1999.
2. Панников, В.Д. О высокой культуре земледелия и росте урожая. М. РАСХН. 2003.
3. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение. М.: КолосС, 2010.
4. Зайдельман, Ф.Р. Эколого-мелиоративное почвоведение гумидных ландшафтов. — М.: Агропромиздат, 1991.
5. Соловьев, П.П. Культура люпина в повышении плодородия почв НЗ СССР (методические рекомендации). М.:Наука.1971.
6. Основные показатели охраны окружающей среды // Статистический бюллетень. Федеральной службы гос. статистики (Росстат), Москва, 2013.
7. Ляхов, А.И. и др. Методические указания по проведению полевых опытов с удобрениями на эродированных почвах и агрохимическому картированию // Москва: ВИУА, 1975.
8. Доспехов, Б.А. Методика опытного дела. М.: Колос, 1968.
9. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия / Под ред. А.Л.Иванова, Л.М.Державина. М.: Минсельхоз РФ, РАСХН, 2008.
10. Соболев, С.С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1948.
11. Сурмач, Г.П. Водная эрозия и борьба с ней. Л.: Гидрометеоздат, 1976.
12. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия в хозяйствах Кировской области / Киров: Изд-во НИИСХ Северо-Востока, 2000.
13. Каштанов, А.Н., Явтушенко В.Е. Агроэкология почв склонов. М. Колос. 1997.
14. Кирюшин, В.И. Экологизация и технологическая политика. М. Изд-во МСХА. 2000.

Summary

T. Anisimova

WAYS OF INCREASE OF FERTILITY OF THE ARABLE SLOPE LANDS IN THE CENTRAL NON-BLACK EARTH REGION

In article are proved a choice of ways of struggle against water erosion of arable slopes on the basis of harnessing the potential of bio-based agrocenosis. Efficiency of use long-term lupine in quality green manure and fitomeliorant on eroded soddy-podsolic sandy soils of the Vladimir area is shown.

Поступила 03.02.14