

УДК 631.459; 631.6.02

UDC 631.459; 631.6.02

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

**ПОВЫШЕНИЕ ЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫМИ МЕРОПРИЯТИЯМИ**

**THE INCREASE IN THE EROSION RESISTANCE OF SOILS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE BRYANSK REGION USING PHYTOMELIORATIVE ACTIVITIES**

Долганова Марина Владимировна

кандидат биологических наук

SPIN-код: 7745-6513

E-mail: dolganova0801@yandex.ru

*ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», Брянск, Россия*

Dolganova Marina Vladimirovna

Candidate of biological Sciences

RSCI SPIN-code: 7745-6513

E-mail: dolganova0801@yandex.ru

*FGBOU VPO «Bryansk state University named after academician I. G. Petrovsky», Bryansk, Russia*

В статье обобщены результаты научных исследований по оценке почвозащитной противозерозионной эффективности сельскохозяйственных культур и дано обоснование практическому применению фитомелиоративных мероприятий, направленных на повышение эрозионной устойчивости склоновых земель. Получены показатели сопротивления почв размыву под сельскохозяйственными культурами и в условиях чистого пара, рассчитан показатель почвозащитной эффективности культур. Проведенные исследования позволили дифференцировать сельскохозяйственные культуры на хорошо, слабо и очень слабо защищающие дерново-подзолистые и серые лесные почвы от эрозии

This article summarizes results of the research on the assessment of soil erosion effectiveness of crops and the rationale of the practical application of phytomeliorative actions aimed at improving the erosion resistance of slope lands. We have obtained values of the resistance of soils to erosion under agricultural crops and in terms of pure steam and calculated the indicator of the efficiency of soil conservation crops. The tests allowed differentiating the crops on well, poorly and very poorly in protecting forest soils from erosion

Ключевые слова: ЭРОЗИЯ ПОЧВ, ЭРОЗИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЗЕМЕЛЬ, СОПРОТИВЛЕНИЕ ПОЧВ РАЗМЫВУ, ПОЧВОЗАЩИТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР, ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ

Keywords: SOIL EROSION, EROSION RESISTANCE OF LAND, EROSION RESISTANCE OF SOILS, CONSERVATION EFFICIENCY OF CROPS, REVEGETATION

## **Введение**

Развитие эрозионных процессов в любом регионе неразрывно связано с земледелием, т. е. с хозяйственной деятельностью людей. Естественные факторы развития эрозии в полной мере могут проявляться только на фоне этой деятельности. От недооценки ее губительного действия в свое время погибли многие древние цивилизации.

Комплексное применение противоэрозионных мероприятий значительно ослабляет действие эрозионных процессов, но не приостанавливает их. Неправильная обработка почвы, размещение паровых полей и пропашных культур на крутых склонах (больше 3°), неправильная организация территории способствуют дальнейшему развитию эрозии, превра-

щающей и в настоящее время тысячи гектаров пашни России в малопродуктивные земли.

Почвенно-климатические условия Брянской области благоприятны для протекания эрозионных процессов и как следствие, сегодня эрозионноопасной пашни имеется 394,4 тыс. га (34,2 %), из них эродированной – 111,0 тыс. га (9,6 %), т.е. фактически каждый четвертый гектар в различной степени эродирован [3, 5].

Сельскохозяйственной наукой и практикой уже разработаны многочисленные приемы почвозащитного земледелия. Для получения наибольшего противоэрозионного эффекта их следует применять в определенных условиях и последовательности, дополняя друг друга, защищая почву от смыва во все периоды года, под различными культурами и в зависимости от агрофона.

Вегетирующие растения оказывают существенное влияние на смыв почвы талыми и дождевыми водами. Характер такого влияния хорошо изучен [9]. Что же касается количественной характеристики почвозащитной эффективности отдельных культур, то этот вопрос разработан далеко недостаточно. Поэтому во всех случаях, когда необходимо учесть влияние растительности на смыв почвы, возникают определенные трудности, связанные с отсутствием обобщенных обоснованных количественных показателей.

Особый интерес представляет установление почвозащитной эффективности растительности по отношению к «чистому» пару в виде соответствующих относительных показателей. Это обуславливается тем, что без учета почвозащитной функций растительности невозможно определить противоэрозионную эффективность принятого севооборота, оптимальную структуру посевных площадей, спроектировать экологически совершенную систему земледелия в условиях сложного рельефа.

Цель исследования: теоретическое обоснование фитомелиоративных мероприятий, направленных на повышение эрозионной устойчивости почв агроландшафтов.

### **Методика**

Важнейшим свойством почв, которое в большей степени определяет интенсивность и характер проявления эрозии и эрозионную устойчивость склонов, является сопротивление размыву (R), определяемое различными методами, и одним из которых является способ профессора Бастракова Г.В. (1994), в основу которого положен принцип размыва почвы компактной свободной струей воды определенной мощности. Приемлемость такого способа исследования, особенности подготовки образцов, доказаны и рассмотрены Г.В. Бастраковым в ряде опубликованных им работ. Метод обоснован с позиций гидравлики и удовлетворяет теорию размерности физических величин, применим в полевых и лабораторных условиях, как для почв нарушенной и ненарушенной структур, так и для горных пород, выражается в размерности силы – в ньютонах (Н), защищен авторским свидетельством СССР №352216 [1, 6, 8].

Кроме эмпирического определения был использован расчетный метод сопротивления почв размыву Демихова В.Т. [6]. Общими факторами, которые в наибольшей степени определяют способность почв противостоять размыву, согласно данным В.Т. Демихова (2001), оказались содержание гумуса, содержание фракции ила и коллоидов, содержание фракции крупной пыли.

Повышение эрозионной устойчивости земель может осуществляться двумя путями: снижением эродирующей силы склоновых потоков и путем повышения сопротивления почв размыву, которое может быть повышено за счет включения в севообороты эффективных в противоэрозионном отношении сельскохозяйственных культур.

Для сравнительной оценки почвоупрочняющей, почвозащитной функции одно- и многолетних сельскохозяйственных культур были произведены определения сопротивления размыву 800 почвенных образцов нарушенной ( $R_n$ ) и ненарушенной структур ( $R_k$ ). Опытные стационары были заложены во всех эрозионноопасных районах Брянской области и на опытных полях Брянского государственного аграрного университета.

### **Результаты исследований**

Согласно полученным и обобщенным данным (табл.1), многолетние травы и однолетние полевые культуры по-разному сохраняют почву агроландшафта от смыва и размыва [7, 8].

Сопротивление почв размыву ( $R_k$ ) под многолетними травами достигает 3500 Н, что во многом обусловлено мочковатой, сильноразветвленной корневой системой, долгосрочным состоянием травостоя без механического воздействия на почву. Содержание корневых остатков в почве ( $M_k$ ) до 1000 г/м<sup>2</sup> (костер бардовый), что многократно выше, чем у зерновых и пропашных культур (45–75 г/м<sup>2</sup>). Проективное покрытие стеблей ( $\Pi_n$ ) – 80–100 % (у зерновых и пропашных культур – 50–70 %).

Сопротивление размыву почв под озимыми зерновыми культурами (озимая пшеница, озимая рожь) составляет – 750 – 850 Н. Яровыми зерновые и зернобобовые культуры по биологическим особенностям и почвозащитным свойствам близки к озимым зерновым:  $R_k$  варьирует от 400 Н (ячмень, овес, гречиха) до 700 Н (яровая пшеница, кормовые бобы).

Сопротивление размыву почв под пропашными культурами варьируется от 100 Н (низкостебельные) до 300 Н (высокостебельные), что объясняется следующими причинами: однолетний цикл развития, меньшая плотность посева (проективное покрытие стеблей – 40 – 55 %), стержневая корневая система и частая механическая обработка почвы. Относительно низкое содержание растительных остатков (0,08–0,15 %), указывает на необходимость подбора предшественников.

Таблица 1 – Сопротивление почв размыву и показатели его характеризующие под сельскохозяйственными культурами

| Культура, почва  | R <sub>н</sub> , Н | R <sub>к</sub> , Н | M <sub>к</sub> ,<br>г/м <sup>2</sup> | П <sub>п</sub> ,<br>% | Предшественник          |
|--|--------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Озимая пшеница, светло-серая лесная легкосуглинистая     | 20                 | 785                | 73,6                                 | 70                    | Ячмень                  |
| Озимая пшеница, дерново-среднеподзолистая супесчаная     | 11                 | 685                | 68,5                                 | 66                    | Подсолнечник            |
| Яровая пшеница, дерново-среднеподзолистая супесчаная     | 19                 | 626                | 53,5                                 | 62                    | Картофель               |
| Яровая пшеница, серая лесная среднесуглинистая           | 22                 | 675                | 55,3                                 | 68                    | Картофель               |
| Ячмень, дерново-подзолистая супесчаная                   | 12                 | 547                | 50,4                                 | 63                    | Картофель               |
| Люпин многолистный, дерново-среднеподзолистая супесчаная | 15                 | 455                | 45,5                                 | 52                    | Овес                    |
| Кукуруза, дерново-подзолистая песчаная                   | 10                 | 300                | 46,0                                 | 52                    | Люпин                   |
| Кукуруза, дерново-подзолистая легкосуглинистая           | 10                 | 324                | 55,0                                 | 55                    | Озимая рожь             |
| Картофель, дерново-подзолистая песчаная                  | 8                  | 180                | 52,7                                 | 47                    | Свекла кормовая         |
| Картофель, серая лесная легкосуглинистая                 | 19                 | 248                | 56,6                                 | 48                    | Озимая пшеница          |
| Клевер луговой, светло-серая лесная легкосуглинистая     | 19                 | 2200               | 652,8                                | 92                    | Клевер (1 год)          |
| Козлятник восточный, серая лесная среднесуглинистая      | 18                 | 3486               | 951,9                                | 80                    | Козлятник вост. (1 год) |

У обоих типов почв (дерново-подзолистые и серые лесные) выявлена тесная положительная связь между сопротивлением размыву почв ненарушенной структуры под культурами, сухой массой корней и проективным покрытием стеблей. При этом теснота связи возрастает с увеличением степени гумусированности почв от 0,55 у дерново-подзолистых до 0,85 у серых лесных почв. Внутри каждого почвенного типа коэффициент корреляции увеличивается от легких по механическому составу почв к более тяжелым.

Почвоупрочняющая способность пропашных культур составляет 5–10, то есть они увеличивают сопротивление размыву в 5–10 раз. Многолетние травы соответственно увеличивают сопротивление почв размыву в 100–200 раз, озимые зерновые – в 25–40 раз и являются лучшими предшественниками под пропашные культуры.

Используя данные по сопротивлению почв размыву под культурами ( $R_k$ ) и рассчитанный коэффициент почвоупрочняющей способности, был введен и вычислен показатель почвозащитной эффективности ( $K$ ), под которым понимается отношение коэффициента почвоупрочняющей способности культур к эрозионному индексу осадков, характерных для данной территории (таб. 2).

Таблица 2 – Осредненные значения показателя почвозащитной эффективности ( $K$ ) сельскохозяйственных культур с учетом предшественников

| Сельскохозяйственные культуры                                | $K$  |
|--|------|
| Озимая пшеница, озимая рожь после яровых                     | 5,6  |
| Озимая пшеница, озимая рожь после низкостебельных пропашных  | 3,9  |
| Озимая пшеница после зернобобовых                            | 5,0  |
| Озимая пшеница, озимая рожь после высокостебельных пропашных | 4,0  |
| Озимые после многолетних трав                                | 6,5  |
| Яровая пшеница после озимых                                  | 4,0  |
| Ячмень после пропашных                                       | 3,2  |
| Яровая пшеница после многолетних                             | 5,5  |
| Гречиха после пропашных                                      | 2,5  |
| Овес после гречихи   | 3,0  |
| Овес после люпина  | 2,5  |
| Бобовые после озимых   | 4,1  |
| Бобовые после яровых   | 3,1  |
| Кукуруза, подсолнечник после озимых                          | 3,0  |
| Подсолнечник, кукуруза после яровых                          | 2,3  |
| Кукуруза, подсолнечник после пропашных                       | 1,4  |
| Кукуруза, подсолнечник после зернобобовых                    | 2,0  |
| Картофель, кормовая свекла после озимых                      | 1,5  |
| Картофель, кормовая свекла после яровых                      | 1,3  |
| Картофель, кормовая свекла после пропашных                   | 1,1  |
| Многолетние травы первого года                               | 8,5  |
| Многолетние травы после пропашных                            | 7,5  |
| Многолетние травы третьего года                              | 20,0 |
| Многолетние травы после зерновых                             | 10,0 |

Согласно обобщенным данным, однолетние полевые культуры и многолетние травы по-разному сохраняют почву агроландшафта от смыва и размыва, что позволяет их дифференцировать на хорошо, слабо и очень слабо защищающие почву от эрозии.

Многолетние травы и их смеси в любой эрозионноопасный период года обладают наибольшей почвозащитной эффективностью (К) из всех сельскохозяйственных культур (К= 10–20). Их эффективность подтверждается и тем фактом, что сплошное залужение поверхности склонов необходимо только на почвах, подверженных очень сильной эрозии. Почвозащитная эффективность озимой пшеницы и ржи после яровых составляет 5,8, после низкостебельных пропашных – 3,6, зернобобовых – 5,0, многолетних трав – 6,6, яровая пшеница после озимых – 4,2, после многолетних – 5,5, что подтверждает превосходство последних как предшественников.

Слабо защищают почву от эрозии зернобобовые культуры (гречиха, овес, люпин и др.), почвозащитная эффективность которых варьируется с учетом предшественника от 1,90 (овес после люпина – 1,96, гречиха после пропашных – 2,50, овес после гречихи – 3,1) до 4,0 (бобы после озимых).

К культурам, почвозащитная противозерозионная эффективность которых самая низкая, относятся пропашные низкостебельные культуры с показателем от 1,0 (картофель, кормовая свекла после пропашных – 1,0, после яровых – 1,36) до 3,0 (кукуруза, подсолнечник после озимых), что объясняется довольно большим числом обработок почвы в процессе их выращивания.

Почвозащитная эффективность сельскохозяйственных культур меняется в зависимости от проективного покрытия, фазы развития и способа посева. Конечно, стеблестой агрофитоценозов сильно глушит скорость стока и кинетическую энергию воды, но главная роль принадлежит армирующей роли корней.

Расчет эрозионной устойчивости склоновых земель ( $R$ ), произведенный на случай «чистого» пара и под культурами, с использованием показателя почвозащитной эффективности, свидетельствует о том, что включение многолетних трав в севооборот способствует увеличению данного показателя в 10–20 раз, озимых зерновых – в 3–5 раз. Незначительно повышают  $R$  пропашные культуры (в 2 раза). Эрозионная устойчивость склоновых земель под сельскохозяйственными культурами, даже при крутизне  $3^\circ$  ниже допустимого предела ( $R_d = 0,3$ ) (за исключением многолетних трав), что свидетельствует о неизбежности потери почвенного плодородия и деформации почвенного профиля и самих склонов [7, 8].

Показатель эрозионной устойчивости земель под сельскохозяйственными культурами изменяется с крутизной и длиной прямой линии активного стока, уменьшаясь с увеличением указанных величин.

Морфология рельефа склоновых водосборов, изменяя параметры стоков, также вносит свою лепту в изменение величины эрозионной устойчивости под культурами, что свидетельствует о необходимости учета данного элемента рельефа при оптимизации эрозионной устойчивости склоновых земель.

Среднегодовой смыв почвы в условиях «чистого» пара (при оценке эрозионной устойчивости склона произведенной по среднему значению, т.е. где значения всех исходных величин являются средневзвешенными по склону) составляет при средней крутизне  $3^\circ$  и длине линии стока 250 м – 15 т/га. При указанных морфометрических условиях среднегодовой смыв почвы под сельскохозяйственными культурами в среднем составляет: 0,15 т/га под посевами клевера; 0,45 т/га – озимыми зерновыми; 2,33 т/га – овсом; 6,0 т/га – картофелем. В сравнение, среднегодовой смыв почвы под естественной травянистой растительностью варьирует от 0,002 до 0,040 т/га.

Таким образом, если смыв почвы на паровом поле принять за единицу, то на участках с пропашными культурами он в среднем составляет

0,80, с горохом – 0,40, овсом – 0,30, пшеницей и рожью – 0,20, однолетними травами – 0,10, многолетними травами – 0,05, а под естественной травяной растительностью всего лишь 0,001.

Анализ структуры посевных площадей [2] свидетельствуют также о том, что применяемая в настоящее время структура в большинстве хозяйств области, и в первую очередь районов расположенных в лесостепной зоне, в пределах которой выделяется типологическая группа ландшафтов – ландшафты эрозионно-денудационных возвышенных лессовых равнин [4], способствует снижению уровня эрозии по сравнению с паром всего лишь на 40–55 %. Однако при более рациональном размещении культур, с учетом их почвозащитной эффективности, рельефа, показателей сопротивления почв размыву, эрозионной устойчивости, можно в значительной степени стабилизировать агроландшафты и на этой основе обеспечить высокую продуктивность агроценозов.

### **Выводы**

Таким образом, проведенные исследования позволили дополнить и получить новую региональную количественную информацию о сопротивлении почв размыву под культурной травяной растительностью, которую можно использовать при решении научной проблемы, имеющей важное народнохозяйственное значение, а именно, проблемы эрозионной устойчивости склоновых земель и почвозащитного земледелия.

Следовательно, совершенствуя почвозащитные приемы обработки почвы, и особенно почвозащитные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, можно в значительной степени снизить уровень эрозии в Брянской области.

### **Список литературы**

1. Бастраков, Г.В. Эрозионная устойчивость рельефа и противоэрозионная защита земель / Г.В. Бастраков. – Брянск: Изд-во БГПУ, 1994. – 260 с.
2. Брянская область.2014: Стат. сб./Брянскстат. Брянск, 2014. – 428 с.

3. Воробьев, Г. Т. Почвы Брянской области /Г.Т. Воробьев // Брянск: Грани, 1993. – 160 с.
4. Волкова, Н. И. Структурно-генетический ряд ландшафтов полесий и ополей / Н.И. Волкова // Современные проблемы физической географии. – 1989. – С. 122–135.
5. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Брянской области в 2012 году». Часть 1 / Департамент природных ресурсов и экологии Брянской области; сост.: Е.Ф. Ситникова, О.В. Екимова, О.Н. Новикова. – Брянск, 2013. – 244 с.
6. Демихов, В.Т. Эрозионные свойства почв пахотных земель некоторых территорий Европейской части России /В.Т. Демихов // Дис. канд. сельхоз. наук. – Брянск, 2001. – 139 с.
7. Долганова, М.В. Обоснование фитомелиоративных мероприятий при оптимизации эрозионной устойчивости склоновых земель / М.В. Долганова // Вестник Брянского государственного университета. Серия: Точные и естественные науки. – 2011. – №4. – С. 132–134.
8. Долганова, М.В. Почвозащитная противоэрозионная способность культурной и естественной травянистой растительности /М.В. Долганова // Дис. канд. биолог. наук. – Брянск, 2005. – 230 с.
9. Моргун, Ф.Т. Почвозащитное земледелие/Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикула, А.Г. Тарарико. – К.: Урожай, 1988. – 256 с.

#### References

1. Bastrakov, G.V. Jerozionnaja ustojchivost' rel'efa i protivojerozionnaja zashhi-ta zemel' / G.V. Bastrakov. – Brjansk: Izd-vo BGPU, 1994. – 260 s.
2. Brjanskaja oblast'.2014: Stat. sb./Brjanskstat. Brjansk, 2014. – 428 s.
3. Vorob'ev, G. T. Pochvy Brjanskoj oblasti /G.T. Vorob'ev // Brjansk: Grani, 1993. – 160 s.
4. Volkova, N. I. Strukturno-geneticheskij rjad landshaftov polesij i opolij / N.I. Volkova // Sovremennye problemy fizicheskoj geografii. – 1989. – S. 122–135.
5. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii okružhajushhej sredy Brjanskoj oblasti v 2012 godu». Chast' 1 / Departament prirodnyh resursov i jekologii Brjanskoj oblasti; sost.: E.F. Sitnikova, O.V. Ekimova, O.N. Novikova. – Brjansk, 2013. – 244 s.
6. Demihov, V.T. Jerozionnye svojstva pochv pahotnyh zemel' nekotoryh territo-rij Evropejskoj chasti Rossii /V.T. Demihov // Dis. kand. sel'hoz. nauk. – Brjansk, 2001. – 139 s.
7. Dolganova, M.V. Obosnovanie fitomeliorativnyh meroprijatij pri optimizacii jerozionnoj ustojchivosti sklonovyh zemel' / M.V. Dolganova // Vestnik Brjanskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Tochnye i estestvennye nauki. – 2011. – №4. – S. 132–134.
8. Dolganova, M.V. Pochvozashhitnaja protivojerozionnaja sposobnost' kul'turnoj i estestvennoj travjanistoj rastitel'nosti /M.V. Dolganova // Dis. kand. biolog. nauk. – Brjansk, 2005. – 230 s.
9. Morgun, F.T. Pochvozashhitnoe zemledelie/F.T. Morgun, N.K. Shikula, A.G. Tarariko. – K.: Urozhaj, 1988. – 256 s.