

Противоэрозионная эффективность основной обработки почв

Н. Н. Цыбулько, доктор с.-х. наук
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 07.07.2018 г.)

Приводятся результаты оценки эффективности почвозащитных способов и приемов основной обработки почвы. Наиболее высокой противоэрозионной эффективностью обладают глубокие безотвальные обработки почвы, способствующие задержанию поверхностного стока за счет стерневых остатков, а также перевода его в нижележащие слои почвенного профиля благодаря повышению водопроницаемости почвы. Безотвальные обработки почвы более эффективны на зяби при эрозии от стока талых вод, когда промерзшая почва имеет низкую водопроницаемость и не занята растительным покровом, а также на пропашных, яровых зерновых, зернобобовых культурах и однолетних травах при стоке ливневых осадков. Безотвальные поверхностные обработки оказывают меньший почвозащитный эффект из-за недостаточной глубины рыхления почвы, приводя к увеличению стока вследствие уплотнения нижних слоев пахотного горизонта.

Введение

В комплексе мер защиты почв от эрозии на пахотных землях наиболее доступными являются агротехнические мероприятия, которые по принципу действия делятся на следующие группы: водозадерживающие, водопоглощающие, водосбросные, повышающие противоэрозионную стойкость почв, защищающие почву от непосредственного воздействия дождя и стока, комплексные [1].

Агротехнические мероприятия по защите почв от эрозии затрагивают в основном несколько элементов системы земледелия, и наибольшие возможности здесь связаны с использованием почвозащитной роли растительности и механической обработки почвы. Приемы почвозащитной обработки почвы условно делятся на две группы – общие и специальные [2]. К общим противоэрозионным приемам основной обработки почв относят: вспашку поперек склона или по его горизонталям; вспашку ступенчатую с использованием плугов, у которых четные корпуса устанавливаются на 10–12 см глубже; вспашку с одновременным формированием на поле противоэрозионного нанорельефа (борозд, валиков, прерывистых борозд, лунок); вспашку с почвоуглублением или плугом с вырезными корпусами; безотвальную вспашку; плоскорезную и чизельную обработку, глубокое рыхление с сохранением стерни; комбинированную (отвально-безотвальную) вспашку; минимальную обработку почвы.

К специальным приемам обработки почвы на склонах относятся те, которые изменяют или усложняют технологические процессы по сравнению с аналогичными приемами равнинного земледелия. Эти приемы могут быть выполнены как орудиями общего назначения, так и специальными средствами. К специальным приемам относятся щелевание, кротование, лункование, прерывистое бороздование, обвалование, создание микролиманов.

Результаты собственных многолетних исследований и обобщение литературных данных позволили

The results of the assessment, soil-protective capacity of basic tillage soil are given. The highest anti-erosion effectiveness is provided by deep soil-free tillage, which facilitates the retention of surface runoff from stubble residues, as well as its transfer to the underlying layers of the soil profile due to increased water permeability of the soil. No-till soil tillage is more effective in autumn plowing with erosion from the meltwater runoff, when the frozen soil has low water permeability and is not occupied by vegetation, as well as on tilled, spring cereals, leguminous crops and annual grasses in the stream of rainfall. Unrefined surface treatments have less soil protection effect due to insufficient depth of loosening of the soil, leading to an increase in runoff due to compaction of the lower layers of the arable horizon.

оценить противоэрозионную эффективность различных способов и приемов основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры на почвах разной степени эродированности.

Основная часть

Приемы глубокой обработки почвы. Принято считать, что стокорегулирующую эффективность в большей степени определяет не способ обработки, а глубина рыхления, поскольку с увеличением глубины обработки повышается инфильтрационная способность почвы, то есть создаются условия для уменьшения поверхностного стока. Сокращение объема стока способствует снижению смыва почвы.

Установлено, что вспашка на 28–30 см снижает смыв почвы на 5–7 т/га, вспашка с почвоуглублением дерново-подзолистых суглинистых почв до 35 см сокращает смыв почвы при стоке талых вод в 1,4–2,3 раза, при дождевом стоке – в 1,3–1,4 раза, в некоторых случаях – более чем в 3 раза [3].

Степень снижения поверхностного стока при глубокой зяблевой вспашке на разных типах почв варьирует от 0,8 до 4,0 мм на 1 см углубления пахоты и зависит от способа углубления пахотного слоя и особенностей почвы. Наиболее эффективной для сокращения стока является глубина вспашки 30–35 см, при дальнейшем ее увеличении темп уменьшения стока снижается и при глубине 40–55 см приближается к нулю [4].

Обобщением результатов 18-летних исследований эффективности обычной вспашки на глубину 20–22 см и глубокой вспашки на 27–30 см, а также 23-летних данных сравнения эффективности отвальной вспашки на 20–22 см с такой же вспашкой, но с почвоуглублением до 27–30 см, установлено, что средняя величина сокращения стока от применения глубокой вспашки составляет 5 мм по сравнению со стоком при вспашке на глубину 20–22 см. В 7-ми случаях сток снижался менее чем на 5 мм, в 3-х – на 5–10, в 3-х – на 10–15 и в 1-м случае – на 30,3 мм. В 4-х случаях сток при глубо-

кой вспашке был на 1–4 мм больше, чем при обычной вспашке поперек склона. При применении вспашки с почвоуглублением сток уменьшался в среднем на 9,4 мм по сравнению со стоком при вспашке на 20–22 см. В этом случае также были отмечены высокие колебания в эффективности данного приема в разные годы и в разных регионах [2].

В результате наших исследований установлено, что в период весеннего снеготаяния наиболее эрозионно-опасной является зябь, на которой могут наблюдаться значительные потери почвы. Смыв почвы с талым стоком на фоне обычной вспашки на 20–25 см колебался от 2,3 на слабоэродированной почве до 9,0 т/га – на сильноэродированной почве. Увеличение глубины зяблевой обработки способствовало значительному снижению интенсивности эрозионных процессов. Глубокая зяблевая вспашка на 28–30 см обеспечила, по сравнению с обычной вспашкой, снижение потерь почвы на 0,4–1,55 т/га, в зависимости от степени эродированности почвы.

На фоне обычной вспашки с подпахотным рыхлением на 30–35 см смыв почвы был еще ниже, предотвращенные потери составили 0,6, 1,15 и 2,35 т/га соответственно на слабо-, средне- и сильноэродированной почве. Лучшая противозерозионная способность такой обработки обусловлена увеличением водопроницаемости почвы и, следовательно, сокращением стока.

Замена под пропашные культуры обычной вспашки на 20–22 см глубокими обработками почвы способствует снижению интенсивности эрозионных процессов в период проявления эрозии стокообразующими дождями. Однако эффективность их несколько ниже, чем при эрозии с талым стоком. Это объясняется, с одной стороны, постепенным уплотнением почвы и снижением ее инфильтрационной способности, а с другой – почвозащитным эффектом возделываемых культур. Глубокая вспашка и вспашка с подпахотным рыхлением снижали смыв почвы, в зависимости от степени ее эродированности, на 0,3–1,2 т/га.

В целом при возделывании пропашных культур приемы глубокой обработки почвы предотвращали потери

почвы по отношению к обычной вспашке (контроль) на слабоэродированной почве на 0,7–0,9 т/га в год, среднеэродированной – на 1,4–1,8 и сильноэродированной – на 2,7–3,5 т/га в год (таблица 1).

Из приемов глубокой обработки более высокой противозерозионной способностью при стоке талых вод обладает вспашка с подпахотным рыхлением на 30–35 см по сравнению с отвальной вспашкой на 28–30 см, что обусловлено большей водопроницаемостью почвы и меньшим поверхностным стоком.

Возделывание на эродированных почвах пропашных культур сопряжено с очень интенсивным смывом наиболее плодородного гумусового горизонта. И даже приемы глубокой обработки почвы не обеспечивают полного почвозащитного эффекта. На слабоэродированных почвах потенциальный смыв в 1,8–2,0 раза превышает предельно допустимый. На средне- и сильноэродированных почвах потенциальные потери почвы могут превышать ПДС, на среднеэродированных почвах – на 5,9–7,7 т/га в год (в 5–6 раз), на сильноэродированных почвах – на 13,8–17,35 т/га в год (в 15–18 раз).

Применение глубокой вспашки и вспашки с почвоуглублением должно определяться не только почвозащитным эффектом, но и другими условиями – отзывчивостью сельскохозяйственных культур на глубокие обработки, а также энерго- и ресурсоемкостью таких обработок.

На средне- и сильноэродированных почвах с маломощным гумусовым горизонтом вместо глубокой вспашки целесообразно проводить почвоуглубление, когда подпахотный горизонт не выворачивается на поверхность, а только рыхлится, что создает благоприятные условия для проникновения воды в почву.

Приемы безотвальной обработки почвы. Вспашка поперек склона (обычная и глубокая) только частично предотвращает эрозию, так как даже при сокращении поверхностного стока эрозия происходит от удара дождевых капель. Поэтому вспашку нельзя относить к почвозащитной обработке. К таковой относят обработку, при которой не менее 30 % поверхности

Таблица 1 – Противозерозионная эффективность глубоких отвальных обработок почвы под пропашные культуры

Вариант обработки почвы	Смыв почвы, т/га			Превышение фактического смыва над допустимым, т/га
	фактический	предотвращенный	предельно допустимый	
Слабоэродированная почва с потенциальным смывом до 5 т/га в год				
Вспашка на 20–25 см	4,6	–	2,0	2,6
Глубокая вспашка на 28–30 см	3,9	0,7		1,9
Вспашка на 20–25 см с подпахотным рыхлением на 30–35 см	3,7	0,9		1,7
Среднеэродированная почва с потенциальным смывом до 10 т/га в год				
Вспашка на 20–25 см	9,2	–	1,5	7,7
Глубокая вспашка на 28–30 см	7,8	1,4		6,4
Вспашка на 20–25 см с подпахотным рыхлением на 30–35 см	7,4	1,8		5,9
Сильноэродированная почва с потенциальным смывом до 20 т/га в год				
Вспашка на 20–25 см	18,4	–	1,0	17,4
Глубокая вспашка на 28–30 см	15,6	2,8		14,6
Вспашка на 20–25 см с подпахотным рыхлением на 30–35 см	14,8	3,6		13,8

почвы остается покрытой растительными остатками предшествующей культуры. Сохраняющаяся при безотвальных обработках на поверхности почвы стерня способствует уменьшению скорости водных потоков и предотвращению поверхностного стока.

Многочисленными исследованиями установлена почвозащитная эффективность плоскорезной, чизельной, мелкой, поверхностной мульчирующей и других безотвальных способов обработки, противозероэрозийная роль которых определяется защитным влиянием стерни и других послеуборочных остатков на поверхности почвы. При осенней безотвальной обработке почвы на поверхности сохраняется 60–80 % стерни зерновых культур, которая способствует накоплению снега, предохранению почвы от глубокого промерзания и сокращению снегового стока.

Благодаря наличию стерни, высота снегового покрова может быть на 25 % выше, чем на отвальной зяби [5]. За счет увеличения снежного покрова при безотвальных обработках в большинстве случаев отмечается возрастание стока талых вод по сравнению с отвальной вспашкой. Однако, по сравнению с последней при безотвальной обработке, несмотря на увеличение объема стока, смыв почвы значительно уменьшается, что объясняется кольматирующим действием стерни, способствующей замедлению скорости стока и осаждению взвешенных почвенных частиц водного потока.

Безотвальная обработка почвы с сохранением стерни на поверхности способствует большему накоплению снега и равномерному его распределению, что, в свою очередь, приводит к меньшему промерзанию почвы, равномерному таянию, лучшему впитыванию влаги, а следовательно, снижению стока и смыва.

По некоторым данным [6], отношение смыва почвы при безотвальной обработке к смыву при обычной вспашке может колебаться в десятки раз. При безотвальной обработке почвы в маловодные годы смыв уменьшается в 3–10 раз (первая цифра характерна для лет с 70%-ной, вторая – с 80%-ной влагообеспеченностью); в средние по водности годы – в 2,5 раза; в многоводные годы – примерно в 2 раза. В очень маловодные годы (85%-ная влагообеспеченность) такая обработка обладает абсолютной противозероэрозийной эффективностью. Однако средний многолетний смыв почвы формируется преимущественно в периоды с очень высокой водностью, поэтому усредненное значение эффективности равно 0,43, то есть смыв при постоянном использовании данного приема будет в 2,3 раза ниже.

В результате изучения разных приемов основной обработки на эродированных дерново-подзолистых почвах Беларуси установлено, что по вспашке на глубину 18–20 см сток воды и смыв почвы составили соответственно 34,9 мм и 3,81 т/га, по чизельной обработке на ту же глубину – 9,8 и 0,45 и по поверхностной дисковой обработке на 10–12 см – 34,7 мм и 1,31 т/га [7]. За ротацию севооборота безотвальные обработки склоновых земель в условиях Беларуси обеспечивали сокращение смыва почвы на 38–54 % [8].

Проведенные многолетние исследования, анализ и обобщение литературных данных позволили оценить противозероэрозийную эффективность безотвальных (чизельной и поверхностной обработок почвы) под озимые и яровые зерновые культуры и однолетние травы на почвах разной степени эродированности при эрозии талыми водами и ливневыми дождями.

Противозероэрозийная эффективность безотвальных способов обработки почвы на склонах в период проявления эрозии от стока талых вод во многом определяется состоянием увлажнения промерзшей почвы и запасами воды в снежном покрове, различиями условий промерзания почв и увлажнения промерзшей почвы, формирования на поверхности ледяной корки и другими факторами. В весенне-летний период при проявлении эрозии от стокообразующих дождей на культурах сплошного сева почвозащитная функция безотвальных обработок снижается.

Озимые зерновые культуры характеризуются высокой противозероэрозийной способностью. Максимальный почвозащитный эффект они обеспечивают в весенне-летний период при проективном покрытии почвы посевами 85 % и более. В начальный период вегетации, когда проективное покрытие не превышает 40 %, почвозащитная способность их значительно ниже. Под озимыми зерновыми (рожь, пшеница, тритикале) на фоне обычной вспашки во время весеннего снеготаяния потери почвы составляют более 90 % от общих потерь за год. Исследования показали, что под озимыми зерновыми культурами смыв почвы с талыми водами на фоне обычной вспашки на 20–25 см колеблется в пределах 0,75–2,90 т/га, в зависимости от степени эродированности почвы. Безотвальные способы обработки обеспечивают, по сравнению с обычной вспашкой, снижение потерь почвы на 0,10–0,15 т/га на слабоэродированных почвах, на 0,15–0,30 – на среднеэродированных и на 0,30–0,55 т/га – на сильноэродированных. Увеличение глубины чизельного рыхления почвы на 10 см (с 20–25 до 30–35 см) не способствовало существенному сокращению поверхностного стока и снижению смыва почвы. В весенне-летний период при высоком проективном покрытии почвы посевами озимых культур способы и приемы обработки не оказали влияния на интенсивность смыва почвы при стокообразующих дождях.

При возделывании озимых зерновых культур на слабоэродированных почвах суммарный (с талыми водами и стокообразующими дождями) годовой смыв почвы даже на фоне отвальной вспашки не превышает величину предельно допустимого смыва. Безотвальные обработки снижают годовые потери почвы по отношению к обычной вспашке на слабоэродированной почве на 0,10–1,15 т/га в год, среднеэродированной – на 0,15–0,30 и на сильноэродированной – на 0,30–0,55 т/га в год. На среднеэродированных почвах безотвальные обработки обеспечивают сокращение смыва до допустимого уровня, а на сильноэродированных – ни один из способов. В то же время на фоне чизелевания смыв почвы ниже, чем на вспашке в среднем на 0,50 т/га в год (таблица 2).

Яровые культуры сплошного сева (зерновые, зернобобовые, рапс, однолетние травы) характеризуются средней почвозащитной способностью, поскольку возделывание их, как и пропашных культур, сопряжено с тем, что поверхность почвы в осенне-зимний и ранневесенний периоды не защищена растительным покровом. Как отмечалось выше, особенно эрозионно-опасной является вспаханная зябь, на которой может наблюдаться значительный смыв почвы при стоке талых вод.

При возделывании зерновых (пшеница, ячмень, овес), зернобобовых (горох, люпин) культур и однолетних трав на фоне обычной вспашки во время весеннего снеготаяния потери почвы составляют около 70 % от общего годового смыва. Смыв почвы с талым стоком

на фоне обычной вспашки на 20–25 см колеблется от 2,3 на слабоэродированной до 9,0 т/га – на сильноэродированной почве.

Безотвальные способы обработки, благодаря сохранению на поверхности почвы стерни и других послеуборочных остатков, обеспечили высокий почвозащитный эффект – предотвращенный смыв почвы по отношению к вспашке изменялся от 0,45–1,0 до 1,8–3,85 т/га в зависимости от интенсивности эрозии. Из безотвальных обработок наиболее высокими противоэрозионными свойствами обладало чизельное рыхление. Поверхностная обработка также характеризовалась высокой противоэрозионной способностью, однако она менее эффективна, чем чизельная обработка. Это обусловлено тем, что при недостаточной глубине рыхления почвы наблюдается повышенный жидкий сток вследствие уплотнения нижних слоев пахотного горизонта.

При эрозии от стокообразующих дождей на яровых зерновых, зернобобовых культурах и однолетних травах почвозащитная эффективность безотвальных обработок несколько снижается, что объясняется увеличением почвозащитного эффекта растений. Поверхностная дисковая и чизельная обработки обеспечивали снижение смыва почвы по сравнению с отвальной обработкой на слабоэродированных почвах – 0,10–0,20 т/га в год, на среднеэродированных – 0,25–0,50, на сильноэродированных почвах – 0,45–1,0 т/га в год.

При эрозии от ливневых дождей смыв почвы под однолетними травами несколько выше, чем под яровыми зерновыми культурами. Это объясняется тем, что почва более длительный период незащищена растительным покровом из-за более позднего посева и ранней уборки трав.

В целом при возделывании на эродированных почвах яровых культур сплошного сева величина потерь почвы при всех способах обработки превышала допустимые значения, особенно на средне- и сильноэродированных почвах. Потенциальный смыв может превышать допустимый на среднеэродированных поч-

вах на 2,55–5,0 т/га в год (в 1,7–3,3 раза), на сильноэродированных почвах – на 7–12 т/га в год (в 7–12 раз) (таблица 3).

Безотвальные обработки предотвращают потери почвы по отношению к обычной вспашке на слабоэродированной почве на 0,55–1,20 т/га в год, среднеэродированной – на 1,15–2,45, на сильноэродированной – на 2,25–4,85 т/га в год. Из безотвальных обработок более высокими противоэрозионными свойствами обладает чизельное рыхление на 20–25 и 30–35 см. На слабоэродированных почвах при обычном и глубоком чизелевании смыв почвы незначительно (на 0,05–0,15 т/га) превышает предельно допустимый. Безотвальная поверхностная обработка из-за недостаточной глубины рыхления почвы и снижения водопроницаемости почвенного профиля менее эффективна.

С целью проектирования противоэрозионных мероприятий проведена количественная оценка почвозащитной эффективности отдельных способов и приемов обработки почвы через расчет почвозащитных коэффициентов. В качестве эталонных агрофонов были приняты: при эрозии тальными водами – зябь с обычной вспашкой на 20–22 см, при эрозии стокообразующими дождями – чистый пар с обычной вспашкой на 20–22 см. Рассчитаны коэффициенты почвозащитной эффективности разных приемов обработки почвы при эрозии тальными водами (K_T) и стокообразующими дождями (K_D). С увеличением численного значения коэффициента противоэрозионная эффективность приема возрастает (таблица 4).

На зяби значения K_T изменяются от 0,17 до 0,43. Наиболее высокой почвозащитной способностью обладает безотвальная чизельная обработка на глубину 30–35 см – $K_T = 0,43$, несколько уступает чизельная обработка на 20–25 см – $K_T = 0,40$. Вспашка на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см и безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см характеризуются практически одинаковой противоэрозионной эффективностью с $K_T = 0,26$ и 0,20 соответственно. На озимых зерновых культурах значение K_T

Таблица 2 – Противоэрозионная эффективность безотвальных обработок почвы под озимые зерновые культуры

Вариант обработки почвы	Смыв почвы, т/га			Превышение фактического смыва над допустимым, т/га
	фактический	предотвращенный	предельно допустимый	
Слабоэродированная почва с потенциальным смывом до 5 т/га в год				
Вспашка на 20–25 см	0,80	–	2,0	Фактический смыв < ПДС
Поверхностная дисковая на 10–12 см	0,70	0,10		
Безотвальная чизельная на 20–25 см	0,65	0,15		
Безотвальная чизельная на 30–35 см	0,65	0,15		
Среднеэродированная почва с потенциальным смывом до 10 т/га в год				
Вспашка на 20–25 см	1,55	–	1,5	0,05
Поверхностная дисковая на 10–12 см	1,40	0,15		Фактический смыв < ПДС
Безотвальная чизельная на 20–25 см	1,30	0,25		
Безотвальная чизельная на 30–35 см	1,25	0,30		
Сильноэродированная почва с потенциальным смывом до 20 т/га в год				
Вспашка на 20–25 см	3,10	–	1,0	2,10
Поверхностная дисковая на 10–12 см	2,80	0,30		1,80
Безотвальная чизельная на 20–25 см	2,65	0,45		1,65
Безотвальная чизельная на 30–35 см	2,55	0,55		1,55

Таблица 3 – Противозероизонная эффективность безотвальных обработок почвы под яровые культуры сплошного сева

Вариант обработки почвы	Смыв почвы, т/га			Превышение фактического смыва над допустимым, т/га
	фактический	предотвращенный	предельно допустимый	
Слабоэродированная почва с потенциальным смывом до 5 т/га в год				
Вспашка на 20–25 см	3,25	–	2,0	1,25
Поверхностная дисковая на 10–12 см	2,70	0,55		0,70
Безотвальная чизельная на 20–25 см	2,15	1,10		0,15
Безотвальная чизельная на 30–35 см	2,05	1,20		0,05
Среднеэродированная почва с потенциальным смывом до 10 т/га в год				
Вспашка на 20–25 см	6,50	–	1,5	5,00
Поверхностная дисковая на 10–12 см	5,35	1,15		3,85
Безотвальная чизельная на 20–25 см	4,25	2,25		2,75
Безотвальная чизельная на 30–35 см	4,05	2,45		2,55
Сильноэродированная почва с потенциальным смывом до 20 т/га в год				
Вспашка на 20–25 см	12,95	–	1,0	11,95
Поверхностная дисковая на 10–12 см	10,70	2,25		9,70
Безотвальная чизельная на 20–25 см	8,50	4,45		7,50
Безотвальная чизельная на 30–35 см	8,10	4,85		7,10

Таблица 4 – Коэффициенты противозероизонной эффективности разных обработок почвы при эрозии тальми водами (К_т) и стокообразующими дождями (К_д)

Культура	Обработка почвы	К _т , К _д
<i>Эрозия тальми водами</i>		
Зябь	Обычная вспашка на 20–22 см	0
	Глубокая зяблевая вспашка на 28–30 см	0,17
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,20
	Вспашка на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см	0,26
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,40
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,43
Озимые зерновые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,68
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,71
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,73
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,74
<i>Эрозия стокообразующими дождями</i>		
Чистый пар	Обычная вспашка на 20–22 см	0
Пропашные	Обычная вспашка на 20–22 см	0,15
	Глубокая зяблевая вспашка на 28–30 см	0,26
	Вспашка на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см	0,26
Яровые зерновые и зернобобовые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,64
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,68
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,72
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,73
Однолетние травы	Обычная вспашка на 20–22 см	0,62
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,66
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,70
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,71
Озимые зерновые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,98
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,98
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,98
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,98

Таблица 5 – Коэффициенты противозрозионной эффективности агрофонов «сельскохозяйственная культура – обработка почвы»

Агрофон		K_A
Культура	Обработка почвы	
Зябь + чистый пар	Обычная вспашка на 20–22 см	0
Пропашные	Обычная вспашка на 20–22 см	0,10
	Глубокая зяблевая вспашка на 28–30 см	0,22
	Вспашка на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см	0,26
Яровые зерновые и зернобобовые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,35
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,46
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,58
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,60
Однолетние травы	Обычная вспашка на 20–22 см	0,34
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,45
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,56
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,58
Озимые зерновые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,84
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,86
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,87
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,87

существенно выше, чем на зяби, и изменяется от 0,68 до 0,75, что обусловлено высокими почвозащитными свойствами этой группы культур. На озимых зерновых культурах (рожь, пшеница) наиболее высокой почвозащитной способностью обладают безотвальные чизельные обработки – $K_T = 0,73–0,74$, менее – безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см – $K_T = 0,71$.

В период выпадения стокообразующих дождей почвозащитные коэффициенты (K_d) колеблются от 0,15 до 0,98 (таблица 4). При возделывании пропашных культур наиболее высокая почвозащитная способность обеспечивается на фоне вспашки на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см ($K_d = 0,26$).

Под яровыми зерновыми, зернобобовыми культурами и однолетними травами наиболее эффективны безотвальные чизельные обработки – $K_d = 0,70–0,73$. Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см характеризуется более низкой противозрозионной эффективностью ($K_d = 0,66–0,68$).

На озимых зерновых культурах в весенне–летний период почвозащитная функция обработок почвы существенно снижается, так как посевы имеют высокое проективное покрытие и почвозащитную способность.

Для формирования адаптивных систем земледелия применительно к конкретным почвенно-ландшафтным условиям землепользования требуется количественная оценка противозрозионной эффективности сельскохозяйственных культур, способов и приемов обработки почвы за весь эрозионноопасный период. Коэффициенты почвозащитной способности агрофонов «сельскохозяйственная культура – обработка почвы» за весь эрозионноопасный период года определяли по формуле:

$$K_A = \frac{W_{\Sigma c} - [W_T + W_d]}{W_{\Sigma c}}$$

где K_A – коэффициент почвозащитной способности агрофона за эрозионноопасный период года; $W_{\Sigma c}$ –

суммарный (с талым и дождевым стоком) смыв почвы на участке с эталонным агрофоном, т/га в год; $W_{d(t)}$ – смыв от стока дождевых (d) или талых (t) вод, т/га.

В таблице 5 приведены коэффициенты почвозащитной способности агрофонов «сельскохозяйственная культура – обработка почвы» за весь эрозионноопасный период. Величина K_A изменяется от 0,10 до 0,87. При возделывании пропашных культур наиболее высокая почвозащитная способность обеспечивается на фоне вспашки на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см ($K_A = 0,26$).

Под яровыми зерновыми, зернобобовыми культурами и однолетними травами наиболее эффективна чизельная обработка на глубину 30–35 см – $K_A = 0,58–0,60$, незначительно уступает чизельная обработка на 20–25 см – $K_A = 0,56–0,58$. Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см характеризуется более низкой противозрозионной эффективностью ($K_A = 0,45–0,46$).

На озимых зерновых культурах значения почвозащитного коэффициента существенно выше, чем на яровых культурах сплошного сева, и изменяются от 0,84 до 0,87, что обусловлено высокими почвозащитными свойствами этой группы культур. Безотвальная чизельная и поверхностная дисковая обработка характеризуются одинаковой противозрозионной способностью.

Заключение

Таким образом, почвозащитная эффективность основной обработки почвы зависит от интенсивности процессов эрозии, степени покрытия поверхности почвы растительностью, способа и глубины механического воздействия на почву. Увеличение глубины зяблевой вспашки с 20–22 см до 28–30 см сокращает потери почвы с талым стоком от 0,4 до 2,35 т/га в зависимости от ее эродированности. Наиболее высокой противозрозионной эффективностью обладают глубокие безотвальные обработки почвы, способствующие

задержанию поверхностного стока за счет стерневых остатков, а также перевода его в нижележащие слои почвенного профиля благодаря повышению водопроницаемости почвы. Безотвальные обработки почвы более эффективны на зяби при эрозии от стока талых вод, когда промерзшая почва имеет низкую водопроницаемость и не занята растительным покровом, а также на пропашных, яровых зерновых, зернобобовых культурах и однолетних травах при стоке ливневых осадков. Безотвальные поверхностные обработки оказывают меньший почвозащитный эффект из-за недостаточной глубины рыхления почвы, приводя к увеличению стока вследствие уплотнения нижних слоев пахотного горизонта.

Полученные коэффициенты противоэрозионной эффективности отдельных обработок почвы и агрофонов «сельскохозяйственная культура – обработка почвы» позволяют формировать почвозащитные адаптивные системы земледелия и их элементы применительно к конкретным почвенно-ландшафтным условиям землепользования в зависимости от интенсивности проявления эрозионных процессов.

Литература

1. Лисецкий, Ф. Н. Современные проблемы эрозиоведения / Ф. Н. Лисецкий, А. А. Светличный, С. Г. Черный / Под ред. А. А. Светличного. – Белгород: Константа, 2012. – 456 с.
2. Заславский, М. Н. Эрозиоведение. Основы противоэрозионного земледелия: учеб. для геогр. и почв. спец. вузов / М. Н. Заславский. – М.: Высшая школа, 1987. – 376 с.
3. Ванин, Д. Е. Противоэрозионная обработка почвы на склонах / Д. Е. Ванин, Н. И. Картамышев // Земледелие. – 1984. – № 3. – С. 34–36.
4. Сурмач, Г. П. Водная эрозия и борьба с ней / Г. П. Сурмач. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 254 с.
5. Листопадов, И. Н. Управление плодородием эродированной пашни / И. Н. Листопадов, М. В. Техина // Земледелие. – 1998. – № 3. – С. 12–13.
6. Швец, Г. И. Контурное земледелие / Г. И. Швец. – Одесса: Маяк, 1985. – 55 с.
7. Рациональные системы обработки почвы в интенсивном земледелии (Рекомендации и предложения для внедрения в производство Минской области). – Минск, 1992. – 45 с.
8. Гужев, П. В. Влияние способов основной обработки почвы на интенсивность водной эрозии склоновых земель и продуктивность севооборота / П. В. Гужев, Л. А. Булавин, Н. Г. Бачило // Известия ААН РБ. – 2001. – № 4. – С. 54–57.

УДК 573.6:633/635

Продолжительность влияния обработки дерново-подзолистой песчаной почвы водорастворимым полимером на урожайность сельскохозяйственных культур и накопление радионуклидов

А. Р. Цыганов, академик НАН Беларуси

Белорусский государственный технологический университет

Г. А. Чернуха, кандидат с.-х. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 06.08.2018 г.)

В результате шестилетних исследований установлено, что оптимальными дозами полимера для обработки дерново-подзолистой песчаной почвы являлись 10 и 20 мг/кг, продолжительность действия которых составила 3 и 4 года соответственно, обеспечившие прибавку урожая в сумме за период их действия 101,2 и 114,4 %. При этом было достигнуто суммарное снижение значений K_n цезия-137 и стронция-90 на 91,3–99,5 %.

As follows from six-year study the optimum doses of the polymer for sod-podzolic sandy soil treatment are 10 and 20 ppm. Their action time amounted to 3 and 4 years respectively and they allowed yield increase in summary over the duration of their action by 101,2 and 114,4 %. With total K_n derating of cesium-137 and strontium-90 by 91,3 – 99,5 %.

Введение

Радиоактивное загрязнение почв занимает особое место по опасности и трудности устранения. Токсичное загрязнение почв радионуклидами особенно трудно устранимо, потому что почвы, в отличие от водной среды и воздуха, не обладают способностью рассеивать элементы-загрязнители, а напротив, прочно поглощают их и аккумулируют в своем составе. Поэтому в почвах сельскохозяйственного использования основное количество радионуклидов до сих пор находится в пахотном слое. Самоочищение корнеобитаемого слоя почв за счет вертикальной миграции радионуклидов в ближайшей перспективе не произойдет [1, 2].

Загрязнение растениеводческой продукции радионуклидами при поступлении из почв в растения зависит,

прежде всего, от свойств почв, на которых произрастают растения. Результатами многолетних исследований установлено, что из почв, характеризующихся высоким плодородием, радионуклиды поступают в растения и накапливаются в урожае в значительно меньших концентрациях, чем из низкоплодородных почв. Причины этого заключаются в том, что, во-первых, между урожайностью растений и накоплением радионуклидов на единицу растительной массы наблюдается следующая зависимость: чем выше урожайность растений, тем ниже содержание радионуклидов на единицу его массы. Во-вторых, величина емкости поглощения почвы, состав обменных катионов, кислотность почвенного раствора, содержание минеральных элементов и органического вещества, гранулометрический и минералогический состав влияют на прочность закрепле-