

Н. Д. Лепешкин¹, В. В. Мижурин¹, Д. В. Зубенко²

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: mehposev@mail.ru

²УО «Марьиногорский государственный ордена “Знак Почета”

аграрно-технический колледж имени В. Е. Лобанка»

пос. Марьино, Республика Беларусь

E-mail: priemnaya@mgatk.by

К ОБОСНОВАНИЮ СПОСОБА И АГРЕГАТА ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ (В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

Аннотация. В статье рассмотрены различные основные способы обработки почвы, применяемые на склоновых землях Республики Беларусь. Обоснован лучший способ с учетом агрофизических свойств почвы, возделываемых культур, севооборота, угла склона и эрозионной устойчивости почвы для основной обработки склоновых земель. Обоснована необходимость в разработке агрегата, который бы не только обеспечивал оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур, но и предупреждал развитие эрозионных процессов путем задержания и накопления в почве влаги.

Ключевые слова: склоновые земли, эрозия, влагонакопление, влагозадержание, агрегат.

N. D. Lepeshkin¹, V. V. Mizhurin¹, D. V. Zubenko²

¹RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: mehposev@mail.ru

²EI "Maryinogorsk state awards "Honour Sign"

agrarian and technical college of V. E. Lobanok"

s. Maryino, Republic of Belarus

E-mail: priemnaya@mgatk.by

TO SUBSTANTIATION OF A METHOD AND UNIT FOR BASIC TREATMENT OF SOIL IN SLOPE LANDS (IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS)

Abstract. The article discusses the various basic methods of soil cultivation used on the slope lands of the Republic of Belarus. The best way is substantiated, taking into account the agrophysical properties of the soil, cultivated crops, crop rotation, slope angle and soil erosion resistance for the main cultivation of slope lands. The need for the development of an aggregate is substantiated, which would provide not only optimal conditions for the growth and development of agricultural crops, but also prevent the development of erosion processes by retention and accumulation of moisture in the soil.

Keywords: slope lands, erosion, moisture accumulation, moisture retention, unit.

Введение

По данным Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь общая площадь пахотных земель в нашей стране составляет 5,7 млн га, из которых около 10 % подвержено водно-эрозионным процессам [1]. При этом к их проявлению имеет склонность около 32 % земель. Установлено, что водная эрозия не наблюдается лишь на полях, имеющих крутизну склона до 1° [2]. В республике на таких склонах расположено около 2,5 млн га пашни. Все оставшиеся склоновые земли, имеющиеся в Беларуси, подразделяются на слабо, средне и сильно подверженные эрозии. Крутизна их склона равна 1°–3°, 3°–5° и 5°–15° соответственно. На таких землях в республике расположено 2,1 млн, 0,3 млн и 0,08 млн га пашни соответственно. Это свидетельствует о том, что борьба с эрозией является актуальной проблемой для земледелия Беларуси.

Остановить распространение процесса эрозии и восстановить плодородие эродированных земель возможно только путем проведения комплекса противоэрозионных мероприятий, направленных на задержание осадков на месте их выпадения и перевод поверхностного стока во внутрипочвенный. Одним из таких мероприятий является обработка почвы. Особенностью обработки почвы на склонах является то, что она должна, с одной стороны, обеспечивать оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур, а с другой стороны, предупреждать развитие эрозионных процессов. Поскольку наиболее интенсивный смыв и размыв почвы происходят при весеннем стоке талых вод и осенних ливнях, т. е. в период, когда на почве отсутствует (почва подготовлена на зябь) или еще не развилась достаточно мощная растительность (посевы озимых), то основная роль в системе обработки почвы в деле предупреждения и прекращения процессов эрозии принадлежит основной обработке почвы, которая в это время наиболее существенно может изменить агрофизические свойства почвы.

В настоящее время известны следующие способы основной обработки почвы: отвальная обработка, безотвальная обработка, поверхностная обработка, комбинированная обработка и др. Эти способы при обработке почвы на склонах должны повышать водозадерживающие способности и проводиться на топографической основе с учетом рельефа, т. е. поперек склона или по горизонталям (контурно). Повышение водозадерживающей способности осуществляется следующими способами: за счет увеличения влагонакопления, т. е. водопроницаемости почвы, и за счет поверхностного задержания талых и ливневых вод.

Факторами, определяющими выбор наиболее подходящего способа обработки почвы, являются: тип почвы, ее физические свойства; подверженность эрозионным процессам; культура земледелия; предшественник; способ обработки почвы под предшественник; засоренность поля; условия погоды; наличие растительных остатков; ограниченные сроки применения и внесения органических удобрений; использование гербицидов; наличие необходимой техники и др. Кроме этого, выбор способа обработки почвы зависит и от реакции полевых культур на минимализацию обработки почвы. По реакции на минимализацию обработки почвы культуры можно расположить в порядке убывания: озимые зерновые → яровые зерновые → однолетние травы → гречиха → подсолнечник → кукуруза сахарная свекла.

Из сказанного следует, что ни один из существующих способов основной обработки почвы нецелесообразно применять в чистом виде под все культуры севооборота. Поэтому более разумно сочетать в севообороте отвальные, безотвальные, поверхностные и другие способы обработки почвы. Для условий Беларуси большой интерес представляет комбинированная обработка почвы, включающая 50 % отвальных и 50 % безотвальных обработок, чередуемых по годам в севообороте [2].

На основании вышеизложенного можно заключить, что: во-первых, различные способы основной обработки почвы имеют право на существование; во-вторых, применение любого способа должно увязываться со сложившимися условиями на конкретном поле и не должно быть постоянным.

Цель работы – обосновать способ основной обработки почв склоновых земель для условий Республики Беларусь и агрегата для его осуществления.

Основная часть

Поскольку все способы основной обработки почвы имеют право на существование, а их выбор должен быть увязан с условиями конкретного поля, то за основу для обоснования примем преобладающий способ обработки почвы.

Для выполнения различных способов основной обработки почвы применяют соответствующие приемы.

Прием обработки почвы – это однократное воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий с целью выполнения одной или нескольких технологических операций. Так как способы обработки почвы различаются применяемыми для их осуществления приемами, то обоснование преобладающего способа основной обработки почвы на склонах проведем путем анализа достоинств и недостатков применяемых в настоящее время приемов.

К числу наиболее распространенных в Беларуси основных приемов отвальной обработки почвы относится вспашка, безотвальной – плоскорезная обработка (рыхление) и чизелевание почвы, поверхностной – лущение, дискование. К дополнительным приемам, увеличивающим влагонакопление, – глубокое рыхление и щелевание. К приемам, увеличивающим влагозадержание, – создание нанорельефа (лункование, бороздование, создание микролиманов, обволочивание зяби) и мульчирование почвы.

Вспашка – это прием обработки почвы плугами, обеспечивающий оборачивание обрабатываемого слоя не менее чем на 135° и выполнение других технологических операций (перемешивание, крошение, рыхление).

Необходимость оборачивания пласта вызвана рядом причин. В процессе возделывания культур происходит дифференциация пахотного слоя: верхняя его часть становится более распыленной и уплотненной, теряет запас питательных веществ. При оборачивании улучшаются свойства сброшенного на дно борозды верхнего слоя. Оборот необходим для заделки пожнивных остатков, навоза, семян сорных растений. Перемешивание почвы обеспечивает равномерное распределение по пахотному слою продуктов распада растительных остатков и удобрений. Озимая пахота обеспечивает почву влагой и воздухом, в результате – спелая почва весной.

Однако плужной обработке присущи и существенные недостатки. Чрезмерное распыление гумусового слоя при обогащении его воздухом способствует усиленной минерализации органического вещества. Плодородные структурные почвы в значительной мере распыляются и становятся более восприимчивыми к водной и ветровой эрозии. В засушливые годы перемещение более влажного слоя на поверхность приводит к быстрому высыханию и непродуктивным потерям влаги. Очень существенным недостатком плужной обработки является образование так называемой плужной подошвы, которая способствует внутрпочвенному стоку по склону. Особенно это проявляется при переходе от загонной вспашки к гладкой (без свальных гребней и развальных борозд).

Надо отметить, что вспашка даже поперек склона (обычная и глубокая) лишь частично ограничивает эрозию. Даже в случае исключения поверхностного стока на фоне вспашки происходит усиленная эрозия от удара дождевых капель. В результате этого развивается линейная эрозия.

Как показывают исследования РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» [2] и результаты многих других исследовательских учреждений СНГ и дальнего зарубежья, на склоновых землях вспашку с успехом можно заменить безотвальной обработкой почвы. При такой обработке не происходит оборота пласта и пожнивные остатки полностью не заделываются в почву, а лишь перемешиваются с ней. При этом установлено, что эффективность безотвальной обработки возрастает с увеличением крутизны склонов и не зависит от направления движения агрегата по склону. Поэтому применение безотвальных обработок весьма перспективно на широко распространенных в республике крутых, волнистых и сложных склонах, где проведение работ поперек склонов и в направлениях горизонталей местности практически не представляется возможным.

Полученные результаты исследований показывают, что при проведении безотвальных обработок в агротехнические сроки и с высоким качеством безотвальная обработка не может быть основной причиной увеличения в республике засорения полей.

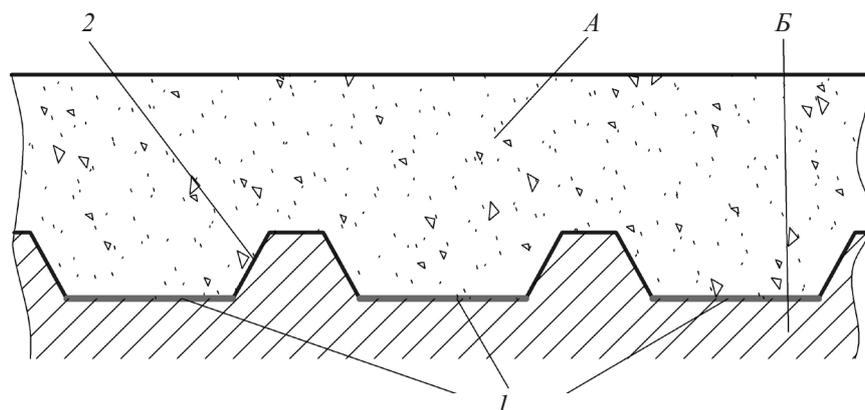
Как было сказано выше, основными приемами безотвальной обработки являются плоскорезная обработка и чизелевание.

Плоскорезная обработка – это безотвальная обработка плоскорезными орудиями с сохранением большей части послеуборочных остатков на поверхности поля. Недостатком плоскорезной обработки при использовании ее на дерново-подзолистых почвах, которых в республике насчитывается около 92 %, является то, что получить плоскорезом качественное крошение почвы по всему обрабатываемому слою, в отличие от черноземов, возможно только в случае хорошей окультуренности почвы и ее оптимальной влажности. При работе плоскореза почвенные агрегаты формируются в основном за счет скола почвы от лезвия лапы, поэтому чем больше глубина обработки, тем крупнее комья на поверхности. Таким образом, в случае повторения из года в год плоскорезной обработки верхний слой уплотняется. Кроме того, при работе плоскорезных лап, так же как и при работе лемеха плуга, образуется «плужная подошва». Все это повышает весен-

ний сток. Наряду с этим плоскорезы особенно неудовлетворительно работают при крайних значениях увлажнения почвы. Рыхление ими сухой почвы приводит к образованию крупных глыб и распределению верхнего слоя. При влажной почве они гляncуют дно и забиваются. Для работы плоскорезов в этих условиях характерна неравномерность глубины рыхления.

Из приемов безотвальной обработки почвы наибольшее распространение в республике получила чизельная обработка почвы.

Особенностью чизельной обработки является то, что формируемый ею почвенный профиль более полно приспособлен к влагонакоплению и влагозадержанию и имеет лучшие показатели по качеству крошения. Характерной особенностью технологического процесса, выполняемого чизельным орудием, является рыхление с недорезом пласта по ширине захвата с образованием неразрушенных гребней над дном борозды и разрыхленного слоя почвы над гребнем (см. рисунок). При этом на дне борозды образуется уплотненное ложе *1*, которое служит для накопления влаги.



Почвенный профиль (фрагмент) после прохода чизеля: А, Б – слои; 1, 2 – поверхность

Уплотненное ложе образуется благодаря непосредственному контакту с орудием вследствие «затирания» дна борозды. Поверхность 2 образуется исключительно благодаря распределению линий скалывания (трещин) без контакта с орудием. Вследствие этого поверхность 1 не пропускает влагу, а поверхность 2 пропускает (рисунок). Ввиду того, что в слое А капиллярные поры разрушены, испарение ограничено, а наличие капиллярных пор в слое Б способствует регулированию водозаряда: либо снижает его избыток, либо подпитывается при недостатке.

По степени перемешивания разрыхляемой почвы чизелевание превосходит плоскорезную обработку, но уступает вспашке. Количество стерни, сохраняемой на поверхности почвы после чизелевания, составляет около 60 %. Этого вполне достаточно для защиты почв от эрозии.

Вследствие неполного рыхления пахотного слоя чизелевание способствует тому, что при всех прочих равных условиях затраты энергии на обработку почвы меньше, чем при плоскорезной и отвальной вспашке, в результате производительность чизельных орудий выше, чем плоскорезов и отвальных плугов.

Что касается приемов поверхностной обработки почвы на склонах, т. е. на глубину до 8 см [3], то они в большинстве случаев сопряжены с большими потерями ливневых и талых вод со стоком. Это происходит вследствие сильного уплотнения нижележащих (10–20 и 20–30 см) слоев. Поэтому применение поверхностной обработки на склонах неприемлемо, особенно в засушливых районах. Применение поверхностной обработки целесообразно в сочетании с глубоким рыхлением или щелеванием.

Приемы лущения и дискования почвы в настоящее время в республике проводятся в основном лущильниками и почвообрабатывающими агрегатами. Однако дисковые орудия по ряду показателей не удовлетворяют агротехническим требованиям. Например, по причине наличия на лезвиях дисков больших сопротивлений не представляется возможным достичь заданной глубины обработки почвы, особенно на тяжелых и сухих почвах. Кроме того, на полях, засоренных

корневищными сорняками, дисковые рабочие органы не уменьшают, а, наоборот, увеличивают засоренность. К отрицательным показателям дисков следует отнести и то, что значительная часть стерни засыпается землей.

Поэтому при осенней безотвальной обработке склоновых земель лушение стерни не является обязательным приемом.

Для задержания влаги на вспаханной почве могут применяться дополнительные приемы, создающие микронеровности на поверхности почвы (нанорельеф): лункование, бороздование и прерывистое бороздование, ячеистая обработка, обволочивание зяби, создание микролиманов и др.

Вместе с тем известно, что создание нанорельефа дает положительный эффект в регулировании оттока и уменьшении смыва почвы только при значительном снежном покрове и неглубоком промерзании почвы, в районах, где зима без глубоких оттепелей. Оттепели вызывают последующее промерзание почвы и образование ледяной непроницаемой прослойки в лунках. При слабой водопроницаемости почвы лунки и борозды переполняются талыми водами и могут разрушаться, что вызывает усиление оттока и смыва почвы. Кроме этого, водоудерживающие неровности затрудняют выполнение на поле последующих работ, а при дефиците осадков могут способствовать дополнительному иссушению, поэтому их не применяют [4].

Более устойчивый положительный эффект обеспечивает создание нанорельефа в весенне-летний период, когда он служит для предотвращения эрозии почвы, вызываемой летними ливнями.

Наиболее эффективным дополнительным приемом к основной безотвальной обработке почвы на склонах, который способствует задержанию влаги и может применяться и как отдельный прием поверхностной обработки, является мульчирующая обработка почвы.

Мульчирующая обработка почвы – это сочетание механической обработки почвы и оставление на ее поверхности измельченных растительных остатков.

При мульчирующей обработке на поверхности поля формируется мульчирующий слой из измельченных остатков растений (стерня, солома, частично корневая система и т. п.) и измельченного до мелкокомковатого состояния и перемешанного верхнего слоя почвы. Исключить возможность перемешивания можно лишь в условиях развития ветровой эрозии, где растительные остатки должны выполнять роль противодефляционного средства.

Мощность (толщина) мульчирующего слоя определяется климатическими условиями, и чем они суше, чем толще (но не более 8–10 см) должен быть мульчирующий слой.

Целесообразность создания мульчирующего слоя подтверждается такими данными: если потери влаги без мульчирующего слоя принять за 100 %, то уже слой в 1,5 см сокращает их на 67 %, а при толщине мульчирующего слоя в 2,5; 4,5; 8,5 см потери влаги на испарение уменьшаются на 74,6; 82,2; 87,0 % соответственно (В. Р. Вильямс). Причем наибольший эффект достигается в том случае, когда мульчирующий слой состоит из комочков размерами 2–3 мм (А. Г. Дояренко). Формируя мульчирующий слой, следует стремиться к тому, чтобы доля участия почвы в нем не превышала 50 %. Кроме испарения, мульча снижает поверхностный сток воды. Например, соломенная мульча в дозе 2 т/га уменьшает сток воды в зависимости от уклона в 6–19 раз, а смыв почвы – в 80–120 раз, по сравнению с немulьчированной поверхностью. Причем с увеличением крутизны склона водозадерживающая эффективность мульчи снижается, а почвозащитная – возрастает. Это одна из важнейших особенностей мульчирования почвы на склонах [5].

Следующей группой приемов дополнительной обработки почвы, которые обеспечивают влагонакопление на склонах, являются глубокое рыхление и щелевание. Эти приемы применяются для разуплотнения подпахотного слоя почвы (плужной подошвы), которая образуется после прохода как рабочих органов (лемеха, дисков, лап), так и опорных колес машин. При увеличении плотности подпахотного слоя сокращается количество воздухо- и влагопроводящих пор, что ведет к переувлажнению пахотного слоя и недостатку влаги в подпахотном слое. Влага, не впитавшаяся в плотный грунт, может стать причиной возникновения водной эрозии на склоновых землях. Пашня, кроме торфяников и богатых гумусом почв, требует разуплотнения один раз в 3–5 лет. Почвы, содержащие более 30 % глинистой фракции, склонны к самоуплотнению и заплыванию,

поэтому требуют более частого разуплотнения [4]. При глубоком рыхлении глубина принимается 40–50 см, на тяжелых мелиорированных почвах – 60–80 см, междуследие – 500–800 мм. При щелевании глубина составляет 40–50 см, расстояние между щелями – 1,0–1,4 м, ширина щели – 2,5–3,0 см [6].

Из представленного анализа и ранее проведенных исследований [7] можно предположить, что на дерново-подзолистых почвах применение отвального способа основной обработки предпочтительно на склонах, слабо подверженных эрозии (смыв почвы до 5 т/га) и имеющих крутизну 1°–3°. При этом под озимые культуры, исходя из требований этих культур и наличия их в севообороте, будет применяться безотвальный и поверхностный способ обработки.

Комбинированный способ обработки можно применять на склонах 3°–5°, на которых почвы средне подвержены эрозии (5–10 т/га). Здесь целесообразно использовать глубокую отвальную или безотвальную обработку под пропашные, среднюю – под зернобобовые и яровые зерновые, поверхностную – под озимые и однолетние травы.

Безотвальный и поверхностный способы обработки, дополненные приемами глубокого рыхления, щелевания и мульчирования, можно рекомендовать на склонах более 5° и смывом почвы более 10 т/га. Обязательное условие эффективности таких способов – применение гербицидов.

Таким образом, очевидно, что на склоновых землях преобладающими способами основной обработки являются безотвальные, которые должны дополняться водозадерживающими и водонакопительными приемами.

Для технического обеспечения безотвального способа основной обработки почвы в республике, в том числе с участием РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», создан ряд высокоэффективных машин, обеспечивающих приемы мульчирующей обработки почвы, чизелевания, глубокого рыхления и щелевания.

Так, мульчирующие обработки почвы можно выполнить с помощью нового поколения дисковых борон (дискаторов) и лушильников. Производство дискаторов налажено на ОАО «Бобруйсксельмаш» (АПН-3, АПН-4, АПД-6, АПД-7,5), ОАО «СелАгро» (АДН-2,5, АДН-3Р), ОАО «Амкодор» – управляющая компания холдинга» (БДК-3, БДК-4, БДК-7,5), ОАО «БЭМЗ» (АП-6, АП-7), а производство лушильника ЛДР-9 – на ОАО «Щучинский ремонтный завод». Для чизелевания почвы ОАО «Амкодор» – управляющая компания холдинга» выпускаются культиваторы КГН-3,0, КГП-4,6, КГП-6,2, ОАО «Минской ремонтный завод» – КНТ-5 и КНТ-6, ОАО «Минский агросервис» – КНЧ-4,2.

Кроме этого, на ГП «Экспериментальный завод» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» и ОАО «Гидросельмаш» освоено производство чизельно-дисковых агрегатов АКМ-4 и АКМ-6, на ОАО «Лунинецкий ремонтный завод» – КЧД-6, на ОАО «Бобруйсксельмаш» – АПМ-6.

Для глубокого рыхления почвы ОАО «Минский агросервис» освоило производство глубокорыхлителя ГЧ-4, ОАО «БЭМЗ» – ГР-70, ОАО «Завод «Минскагромаш» – ГРТ-4В.

С учетом имеющихся в республике машин и требований к основной безотвальной обработке почвы на склонах такую обработку можно выполнить только за несколько проходов различных агрегатов по полю. В результате многократных проходов машин по полю происходит ухудшение оптимальной структуры почвы за счет чрезмерного распыления верхнего слоя почвы как движителями тракторов и сельхозмашин, так и рабочими органами сельхозмашин, стойки которых постоянно воздействуют на верхний слой. При этом снижается водозадерживающая и водонакопительная способность почвы, так как при проходе агрегатов в взрыхленном слое образуются пазухи и пустоты, а также происходит значительное повреждение растительных остатков на дневной поверхности поля.

Для исключения этих негативных явлений при обработке склоновых земель необходимо разработать почвообрабатывающий агрегат, способный производить обработку почвы за один проход.

Выводы

1. С учетом агрофизических свойств почвы, возделываемых культур, севооборота, угла склона и эрозионной устойчивости почвы для основной обработки склоновых земель могут исполь-

зоваться отвальный, безотвальный, поверхностный, комбинированный и другие способы обработки почв, но преобладающим является безотвальный способ обработки почвы, включающий такие приемы обработки, как мульчирование, чизелевание, глубокое рыхление.

2. Для безотвального способа основной обработки почвы на склонах необходимо разработать агрегат, обеспечивающий не только оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур, но и предупреждающий развитие эрозионных процессов путем задержания и накопления в почве влаги. Таким агрегатом может быть комбинированный агрегат, способный за один проход производить приемы мульчирования, чизелевания и глубокого рыхления почвы.

Список использованных источников

1. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 01.01.2020 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr. – Дата доступа: 16.08.2021.
2. Бачило, Н. Г. Энергосберегающие системы обработки почвы / Н. Г. Бачило // Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. науч. материалов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2005. – С. 12–32.
3. Земледелие. Термины и определения : ГОСТ 16265-89. – М. : Издательство стандартов, 1990. – 21 с.
4. Жук, А. Ф. Почвообрабатывающие агроприемы, технологии и комбинированные машины / А. Ф. Жук. – М. : Росинформагротех, 2012. – 144 с.
5. Шикуча, Н. К. Почвозащитная система земледелия : справ. кн. / Н. К. Шикуча. – Харьков : Прапор, 1987. – 200 с.
6. Глубокое рыхление и щелевание эродированных и временно переувлажненных почв : рекомендации // Госагропром БССР, НПО «Белсельхозмеханизация», НПО «Плодородие». – Минск : ЦНИИМЭСХ, 1988. – 19 с.
7. Точицкий, А. А. Склоновые земли: боремся с эрозией / А. А. Точицкий, Н. Д. Лепешкин // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 4 (120). – С. 87–89.