

ПРОБЛЕМЫ ПОСЕВА БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ И ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Виктор Пришляк

Винницкий национальный аграрный университет

г. Винница, ул. Сонячна 3

Viktor Pryshliak

Vinnitsa National Agrarian University

Аннотация: представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований агротехнической проблемы посева на полях со сложным рельефом местности сельскохозяйственных культур – сахарной свеклы, кукурузы, пшеницы, тритикале. Проанализированы вопросы развития биоэнергетики, исследовано работу на склоновых землях сеялок, разработано основы методов проектирования технологического процесса.

Ключевые слова: биоэнергетические культуры, биоэтанол, склоновые земли, эрозия, посев, природоохранная деятельность.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время человечество интенсивно использует невозобновляемые источники энергии. На планете Земля их остается все меньше и меньше. Цены на них неуклонно растут. Понимая эту проблему, ученые интенсивно проводят всесторонние исследования в направлении разработки возобновляемых источников энергии. Одним из приоритетных направлений научных поисков решения данной проблемы есть высокопроизводительное, экономически целесообразное получение в агропромышленном производстве экологически чистой биоэнергии, которая накапливается растениями в результате фотосинтеза [1, 2, 3]. В аграрном секторе экономики Украины особое внимание уделяется сельскохозяйственным культурам, которые способны в значительной степени накапливать энергию солнца: это сахарная свекла, кукуруза, зерновые культуры (пшеница, тритикале), используемые в качестве сырья для производства биоэтанола, и масличные культуры – рапс, подсолнух, соя и др., используемые для производства биодизеля [3, 4]. В данных исследованиях особое внимания уделено посеву на склонах биоэнергетических культур для производства биоэтанола.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Значительная часть мирового рынка энергоносителей уже использует биоэтанол в качестве жидкого топлива для двигателей внутреннего сгорания, и доля использования биотоплива в транспортных перевозках и в сельском хозяйстве ежегодно увеличивается [5, 6, 7].

Сегодня во всех странах мира насчитывается более 600 заводов, которые производят биоэтанол общей мощностью около 100 млн. тонн. Основными биоэнергетическими культурами для этого производства являются тростник, кукуруза, сахарная свекла, пшеница, подсолнечник, картофель. Считается, что крупнейшими производителями биоэтанола в мире являются такие страны, как США – 54%, Бразилия – 34%, ЕС – 5%, Китай – 3% и Канада – 2%.

Для многих стран мира расширение масштабов использования топливного биоэтанола рассматривается, как средство уменьшения импорта энергоносителей, обеспечение стабильной работы сельского хозяйства, а также возможность улучшения экологической ситуации, особенно в местах большого скопления автотранспорта. За последние десять лет в Украине этой теме также было уделено большое внимание и экономический, энергетический, экологический интерес к развитию биоэтаноловой индустрии с каждым годом все больше возрастает.

Предлагаемые научными работниками, правительствами государств, деловыми кругами пути решения проблемы производства биомассы для использования ее в качестве сырья биоэтаноловой индустрии не решают эту проблему полностью. Анализ многих литературных источников, нормативно-правовых актов, программ и бизнес-планов даёт основание сделать вывод, что системного стабильного функционирования всех состав-

ляющих биоэтаноловой индустрии еще нет, а поэтому следует решить еще много не решенных взаимосвязанных задач и проблем [5, 6, 7, 8]. В том числе не решена технологическая и техническая проблема посева на полях с переменным рельефом местности биоэнергетических культур для промышленного производства биоэтанола.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Для производства биоэтанола целесообразно использовать не только основной продукт, получаемый в результате выращивания биоэнергетических культур (зерно, корнеплоды), но также и побочную продукцию (солону, стебли, ботву), масса которой значительна [8, 9].

В целом, в производстве и потреблении биоэтанола в агропромышленном комплексе можно выделить три составляющих: это производство биомассы (сырья, биоматериала); переработка биомассы с целью получения биоэтанола; адаптация технических средств механизации для использования биоэтанола в качестве топлива [10]. Все эти составляющие биоэтаноловой индустрии важны, но для нас приоритетной является первая составляющая – обеспечение биоэтаноловой промышленности сырьем (биоматериалом) с высокими, насколько это возможно, показателями качества и более низкой себестоимостью единицы продукции. Производство на полях Украины биомассы для биотоплива [11] не должно приводить к снижению продовольственного обеспечения населения Украины продуктами питания, и, даже наоборот, – рост производства биотоплива должен способствовать получению экологично чистых продуктов питания. В целом, благодаря развитию биоэнергетики продовольственная, энергетическая и экологическая безопасность страны должны возрасти. Есть скептики и критики, которые негативно реагируют на расширения площадей посева под биоэнергетические культуры. Разъяснений, опровергающих их убеждения, тоже имеется достаточно. Некоторые из них приведены в [3].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В данных научных исследованиях сделан акцент на том, что для выращивания биоэнергетических культур можно использовать поля со сложным рельефом местности, на которых технологии выращивания сельскохозяйственных культур пока что изучены недостаточно [12, 13, 14]. Иногда поля со сложным рельефом не являются оптимальными для посева основных сельскохозяйственных культур продовольственной группы. Исследования, некоторые результаты которых приводятся в этой статье, предусматривают привлечение таких, не наилучших, земель для выращивания биоэнергетических культур. При этом предусматривается, что в условиях переменного рельефа полей необходимо теоретически и экспериментально исследовать: разброс семян по длине и по ширине в каждом ряду относительно условной осевой линии рядка; равномерность высева во всех рядках по ширине захвату агрегата; варьирование глубины посева на поперечных склонах; повышение устойчивости движения агрегата в целом; оптимизацию энергетических показателей работы; улучшение водно-воздушного режима и снижение эрозионных процессов почв на холмистых землях [14].

Большинство технологических процессов, осуществляемых на горизонтальных участках при оптимальных значениях влажности и твердости почвы существующими посевными машинами, выполняются, в основном, удовлетворительно – качественные показатели работы при этом находятся в пределах установленных агротребованиями норм. При движении посевных МТА по горизонтальной поверхности поля положение центра тяжести агрегата не изменяются, остаются постоянными реакции почвы на двигатели трактора и рабочие органы орудия, сохраняется устойчивость прямолинейного движения агрегата, под которой подразумевается способность противостоять отклонению от требуемого направления движения и, наиболее благоприятные условия работы механизатора. Мощностные и экономические показатели агрегата, а также тягово-сцепные качества на равнине достигают мак-

симального значения при оптимальных затратах топлива.

Однако, как известно, работа посевных МТА осуществляется не только на равнинных участках, но и на склонах крутизной до 5-6°. Результаты многочисленных исследований показывают, что важнейшим недостатком сельскохозяйственных машин является то, что они, имея запас статической устойчивости около 35-40°, качественно могут работать на полях со склонами крутизной всего лишь до 1° при сравнительно небольших скоростях движения. На холмистых участках с крутизной поперечных склонов превышающих указанное значение, из-за отсутствия специальной техники для работы в сложных рельефных условиях, выполнять качественно технологические процессы не представляется возможным. То есть, с увеличением крутизны склонов более 1° качество работы начинает ухудшаться, и чем больше значения крутизны склонов, тем интенсивнее ухудшаются показатели работы машин и орудий.

На Украине, а также в мировом земледелии значительная часть обрабатываемых площадей находится на склонах различной крутизны. В частности более 95% пахотных земель Украины расположены на склонах крутизной до 5°, а остальные – 5-14°. В некоторых областях склоны крутизной более 5° имеют значительный удельный вес. Так, в Закарпатской области сельскохозяйственные угодья на склонах крутизной более 5° составляют около 50%, в Черновицкой – 32%, Львовской, Ивано-Франковской, Черкасской – более 20%.

Основной причиной ухудшения качества работы сельскохозяйственных машин при движении поперек склона является самопроизвольный увод шин, вызываемый боковой составляющей силы тяжести машины $G \sin \alpha$ (G – сила тяжести машины; α – крутизна склона), а также разностью сил сопротивления перекачиванию нижних и верхних по склону опорных элементов агрегата. Разность сил сопротивления перекачиванию возникает в результате перераспределения массы сельскохозяйственной машины на ее опорно-ходовые элементы при движении в поперечном направлении склона: верхние – разгружаются, а нижние, наоборот, – догру-

жаются. Боковой увод колёс на склоне сельскохозяйственной машины характеризуется курсовым углом ψ , то есть углом между продольной осью машины и горизонталями склона, а также линейным смещением l колес и рабочих органов от выбранных горизонталей склона.

Наряду с самопроизвольным уводом может иметь место и скольжение колес машины и ее рабочих органов вниз по склону, которое зависит в основном от величины угла склона, нагрузки на колеса, физико-механических свойств почвы и сцепления с нею шин. Скольжение, в свою очередь, также увеличивает линейное смещение машины вниз по склону. Так как увод и скольжение машины являются следствием одних и тех же причин, совместно влияют на прямолинейность движения, то их нельзя рассматривать обособленно. Они характеризуются средними значениями увода и поперечным линейным смещением от направления движения. Вследствие этих причин и нарушается прямолинейное устойчивое движение по склону сельскохозяйственных посевных машин.

Особенности движения рабочих органов машин зависят от конструкции (компоновки) машинно-тракторного агрегата. Как известно, посевные машины бывают прицепными, навесными и очень редко самоходными. Они могут навешиваться в передней части энергетического средства – трактора, посередине – между опорно-ходовыми колесами, и, преимущественно, в задней части трактора. Конструктивные особенности энергетического средства – трактора также влияют на устойчивость движения агрегируемой посевной машины и, соответственно, ее рабочих органов, в том числе и сошников.

Условия работы посевных машин на одном и том же поле с холмистым рельефом изменяются в зависимости от направления движения: на подъем, под уклон, поперек склона и по косоугору. С точки зрения агротехники выращивания сельскохозяйственных культур, с учетом эрозионных процессов, не все вышеперечисленные направления движения приемлемы: в первую очередь, это касается движения вдоль склона.

Посев биоэнергетических культур на склоновых землях тесно связан с подготов-

кой почвы до посева, то есть с проведением почвообрабатывающих операций. Следует учитывать, что при работе (особенно почвообрабатывающих орудий) на склоновых землях наряду с ухудшением качественных показателей работы из-за смещения почвы вниз по склону имеет место агротехническая эрозия. Так, при пахоте на склонах крутизной более 4° при смещении почвы вверх по склону происходит неполное оборачивание пласта почвы отвалом корпуса плуга, а при работе отвала с поворотом почвы к подножью склона происходит ее смещение вниз, которое адекватно смыву почвы объемом 12 м³/га. Количественную оценку процессов эрозии дают исходя из интенсивности потеря почвы с единицы площади за единицу времени, то есть в т/га за час или мм/час. В таких же единицах измеряется и скорость процессов почвообразования. Сравнивая между собой интенсивность потерь почвы со скоростью почвообразования, можно получить оценку о степени опасности эрозии. И если интенсивность эрозионных процессов ниже, чем скорость почвообразования, то эрозия для данного поля не является опасной, хотя это бывает весьма редко.

Эрозионные процессы начинают развиваться, начиная с крутизны 0,5-2°. Интенсивность эрозионных процессов в зависимости от крутизны склонов носит экспоненциальный характер.

При разработке технических средств для работы на склоновых землях следует учитывать то, что дождевые сточные воды или воды снеготаяния, двигаясь вниз в направлении образующих склона, могут образовывать промоины, которые трудно заделываются или могут быть трудно проходимыми для сельскохозяйственных машин и орудий.

Проведение технологических операций вдоль склона в 3-4 раза повышает интенсивность эрозионных процессов в сравнении с движением агрегатов поперек склона. Особенно большая опасность от этого наблюдается на пахотном поле, под пропашными культурами в садах и на виноградниках при их неправильном размещении. Неправильное направление обработки почвы нередко связано с нерациональным внутрихозяйственным землеустройством.

При вспашке поворот пласта на склоновых землях приводит к уничтожению защитного растительного покрова почвы, остатков растений, которые защищают структуру почвы от разрушительных ударов капель дождя. Растительные остатки, расположенные на поверхности поля понижают скорость смещения частиц почвы с талыми или дождевыми водами, что ослабляет эрозию. Переход на обработку почвы без поворота пласта в 2-4 раза уменьшает смыв почвы.

Для условий движения почвообрабатывающих и посевных агрегатов по горизонталям на выпукло-вогнутых участках склона изменение толщины плодородного слоя составляет:

$$\Delta h_i = h_0 \left(1 - \frac{Y}{B_n}\right) \pm \left[1 - \frac{R_i}{R_i + Y}\right],$$

где: h_0 – начальная толщина плодородного слоя почвы; Y – расстояние перемещения почвы, которая обрабатывается; R_i – радиус кривизны в точке, где определяется значение Δh_i ; B_n – ширина полосы, которая обрабатывается.

Знак „+” используется для выпуклых, а знак „-” для вогнутых участков склона.

Интенсивность механико-технологической эрозии увеличивается пропорционально увеличению крутизны склона α . Если образующая склона представлена прямой линией и значение α вдоль образующей постоянно, то и скорость v перемещения почвы вдоль образующей будет также постоянной. На выпукло-вогнутых участках, которые занимают значительное место в земледелии, крутизна склона α на выпуклых участках вдоль образующих увеличивается, а на вогнутых участках уменьшается. Это влияет как на устойчивость движения машин, особенно в поперечном направлении склона, так и на эрозионное смещение частиц почвы вниз склона. Можно исходить из того, что скорость перемещения частиц почвы v_n будет изменяться пропорционально первой производной крутизны склона da/dt , а скорость изменения скорости, то есть производная – пропорционально второй производной $d^2\alpha/dt^2$.

В действительности поверхность поля склоновых земель включает глыбы, комья, макро- и микронеровности. Пахота спо-собс-

твует их образованию. Со стороны нижней части склона наклон поверхности частей макронеровностей увеличивается за счет крутизны склона. При этом происходит движение более мелких частей по уклонам больших. Учитывая силы трения, дифференциальное уравнение движения частицы материала по наклонной плоскости принимает вид:

$$m \frac{d^2 s}{dt^2} = m \frac{dv_{\Pi}}{dt} = mg \sin \alpha - fmg \cos \alpha, \quad (1)$$

где: m – масса частицы; s – путь; t – время; v_{Π} – скорость; g – ускорение силы тяжести; f – коэффициент трения.

Проинтегрировав уравнение (1) два раза при начальных условиях $v_{\Pi} = v_0$; $s = 0$ при $t = 0$, получим:

$$s = \frac{\cos \varphi}{2g \sin 9(\alpha - \varphi)} (v^2 - v_0^2),$$

где: φ – угол трения.

Для случая $\varphi > \alpha$, частица остановится через промежуток времени:

$$t = t_1 = -\frac{v_0 \cos \varphi}{g \sin(\alpha - \varphi)} = \frac{v_0 \cos \varphi}{g \sin(\varphi - \alpha)}.$$

Путь, который при этом пройдет частица, равен:

$$s_{\max} = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \cos \varphi}{g \sin(\varphi - \alpha)}. \quad (2)$$

Вместе с тем:

$$s = \frac{h}{\sin \alpha}, \quad (3)$$

где: h – высота, на которую переместится частичка при движении ее по наклонной плоскости до момента ее остановки.

Тогда с учетом (2) и (3) высота, на которую переместится частица под действием боковой составляющей $mg \sin \alpha$, может быть представлена в таком виде:

$$h = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \varphi}{g \sin(\varphi - \alpha)}.$$

С плоскости, угол наклона которой $\alpha < \varphi$, тело не может сползть под действием силы тяжести, так как величина трения $fG \cos \alpha$ будет больше слагающей по плоскости $G \sin \varphi$. Такая плоскость, угол наклона которой меньше угла трения, называется самотормозящей.

Механико-технологическая эрозия за показателем изменения толщины плодородного слоя почвы Δh_i наиболее интенсивно проис-

ходит на участках с выпуклыми горизонталями и выпуклыми образующими.

Раньше, иногда, экономическое обоснование новой сельскохозяйственной техники проводилось без учета необходимости снижения эрозионных процессов на склоновых землях, и сохранения окружающей среды от загрязнения сточными водами, что безусловно являлось недостатком.

По профилю склоны можно разделить на вогнутые, выпуклые и выпукло-вогнутые. У вогнутого склона крутизна постепенно уменьшается от середины к подошве. Почва на нем становится наиболее плодородной по мере приближения к долине. Выпуклый склон имеет относительно ровную поверхность в верхней части, далее поверхность понижается и в самой нижней части резко переходит в долину или овраг. На выпукло-вогнутых склонах наиболее крутая часть находится на некотором расстоянии от подошвы. За крутой частью склона расположен опять пологий участок, на котором откладывается мелкозем, снесенный с верхней части склона водой или механическим воздействием опорно-ходовых элементов машинно-тракторных агрегатов.

В почвозащитной системе земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории использование земель в зависимости от крутизны склонов носит дифференциальный характер, в соответствии с которыми пахотные земли делят на 3 следующие группы.

Первая группа земель – равнины и склоны крутизной до 3°. На ней используются зернопропашные севообороты. В хозяйствах с сильно пересеченным рельефом предусматривается снижения посевов пропашных и увеличения зерновых и трав. Это обусловлено разной почво-защитной эффективностью этих культур. Вторая группа земель – склоны от 3 до 7°. На них рекомендуется использовать почво-защитные севообороты с посевом озимых и ярых зерновых, однолетних и многолетних трав без пропашных культур. Третья группа земель – склоны более 7°. Их засевают многолетними травами.

Земледельческое освоение почвы вносит существенные изменения в естественное развитие почвенных процессов и режимов. Эти изменения обусловлены обработкой, внесе-

нием удобрений, различными мелиорациями и т.п. Такое целенаправленное воздействие на почву формирует в ней искусственное плодородие, т.е. изменения в режимах и свойствах, возникшие в результате приемов сельскохозяйственного использования почв. При выращивании сельскохозяйственных культур искусственное плодородие в совокупности с естественным проявляется как эффективное (экономическое) плодородие, которое измеряется величиной урожая.

Наука и практика выработали широкий комплекс приемов воздействия на свойства почвы, обеспечивающий регулирование питательного, водного, теплового и других режимов почвы. Основные приемы повышения эффективного плодородия почв и максимального использования ее естественного плодородия связаны с рациональным применением органических и минеральных удобрений, известкованием и гипсованием почв, системой их обработки, орошением и осушением, травосеянием, созданием защитных лесных полос, введением правильных севооборотов, с мероприятиями по борьбе с эрозией и возделыванием наиболее урожайных сортов растений.

Рельеф как фактор экономического плодородия очень существенен. Различают три группы форм рельефа: макрорельеф, мезорельеф и микрорельеф. В данной научной работе в основном учитывается мезорельеф – форма рельефа средних размеров: увалы, холмы, ложбины, долины, террасы и их элементы – плоские участки, склоны разной крутизны. Широко развиты склоновые формы рельефа, которые принято характеризовать по крутизне, формам и экспозиции. Рельеф выступает как главный фактор перераспределения солнечной радиации и осадков в зависимости от экспозиции и крутизны склонов и оказывает влияние на водный, тепловой, питательный, окислительно-восстановительный и солевой режимы. Рельеф оказывает большое влияние на развитие эрозийных процессов. В условиях склоновых форм рельефа возможно проявление водной эрозии, т.е. смыва и размыва почвы.

Комплекс используемых машин зависит от выращиваемой культуры. Традиционные технологии подготовки почвы под посев есть затратными, они существенно повышают

себестоимость сельскохозяйственной продукции, что приводит к завышенным ценам на биоэтанол и, соответственно, оттягивают его применение в двигателях внутреннего сгорания. Считается, что с экономической точки зрения наиболее приемлемой является технология No-Till, то есть прямой посев без передпосевной обработки почвы. Однако, как показывают результаты исследований, иногда лучшие показатели достигаются при проведении некоторых дополнительных операций, особенно, если посев осуществляется на склоновых землях.

На склоновых землях, особенно в условиях недостаточного увлажнения, задержания снега на полях играет важную роль в улучшении водного режима. Важно также чтобы во время проливных дождей вода не стекала вдоль склона и не вызывала разрушительное движение воды по поверхности поля, а накапливалась в почве в точке падения капель дождя.

С целью уменьшения возможного стока вдоль склона талой или дождевой воды, а также с целью улучшения воздушного режима почвы, что особенно важно для биоэнергетических культур, которые имеют длинную корневую систему, перед посевом проводилось разноглубинное щелевание почвы специально изготовленным щелевателем. Результаты исследований показали, что эта технологическая операция особенно эффективна для сахарной свеклы и в несколько меньшей мере – для кукурузы. Увеличение урожая корнеплодов сахарной свеклы на склоновых землях крутизной 2-3 град. составляло 31-38 ц/га, а кукурузы – 16-22 ц/га.

Положительные показатели получены в ходе выполнения глубокого накалывания почвы. По сравнению со щелеванием, тяговое сопротивление на выполнение этой операции составляет всего лишь около 40%. Экспериментальные исследования проводились осенью. Накалывание почвы в качестве передпосевной операции проводилось для биоэнергетических культур таких как пшеница, сахарная свекла, кукуруза. Глубина накалывания 30, 40, 50 см с расстоянием между рядами накалываемых щелей 140 см. Их формировали специально изготовленным ротационным щеленакалывателем РЩН-2-140, а также средне глубинным накалывателем на

глубину 10, 15, 20, 25 см, в котором вращающиеся ножи щелеобразователя расположены в 7 рядов.

Исходя из результатов научных исследований, на полях с переменным рельефом местности, и, соответственно, с возможными слабыми эрозионными процессами для различных биоэнергетических культур, предназначенных для производства биоэтанола, рекомендуется такой севооборот: 1 – рожь, пшеница, просо, картофель; 2 – сахарная свекла, кукуруза или другие виды корнеплодов; 3 – овес с подсевом многолетних трав, 4–7 – многолетние травы. На склонах крутизной до 3 град. очень хорошие показатели имеет биоэнергетический севооборот: 1 – тритикале (пшеница), 2 – сахарная свекла, 3 – соя, 4 – кукуруза.

Некоторые ученые на основании обобщенных результатов многолетних исследований природных лугопастбищных угодий дают научно обоснованные рекомендации высокоэффективного использования природных и сеяных травостоев для угодий на слабо эродированных склонах балок Лесостепи, с крутизной 10-12° и небольшой водосборной площадью, на которой рекомендуется полосовой метод выращивания однолетних культур с таким чередованием полей: 1 – озимые на зерно или зеленый корм с послеуборочным посевом кукурузы; 2 – кукуруза; 3 – ячмень на зерно, вико-овёс или кукуруза на зеленый корм с подсевом многолетних трав; 4-7 многолетние травы [14]. Возможно, следует остерегаться на таких крутых склонах рекомендовать сеять кукурузу.

Проблема эффективного использования земель с переменным рельефом местности за счет всестороннего изучения и разработки технических мероприятий посева биоэнергетических культур для производства биоэтанола исследовалась как теоретически, так и экспериментально на основе современных инновационных методик.

Экспериментальные исследования посева сельскохозяйственных культур на полях с переменным рельефом местности, где посевные агрегаты выполняют сложные технологические процессы в различных условиях, имеют большое значение. Центральное место в методике, организации и проведении исследований работы посевных агрегатов на

полях со сложным рельефом местности занимают методы теории вероятностей, математической статистики и планирования эксперимента.

Посевные агрегаты работают в различных условиях, которые зависят от большого количества постоянно меняющихся в определенных пределах факторов [15]. Как для многих других, так и посевных машин, такими факторами являются рельеф поля, тип, физико-механические свойства почвы, семян и др. Сложный характер изменения упомянутых факторов вызывает трудности, а иногда делает невозможным их изучение и описание. К тому же, качественные, энергетические и другие показатели посевных агрегатов в большей или меньшей степени зависят от этих факторов. Поскольку факторы, определяющие условия работы посевных агрегатов на склоновых землях малой крутизны достаточно не изучены, то и различные показатели работы этих агрегатов непредсказуемы, то есть имеют случайный характер, а потому требуют всесторонних исследований.

ВЫВОДЫ.

Теоретически и экспериментально исследовано посев таких биоэнергетических культур, как сахарная свекла, соя, кукуруза, тритикале на склоновых землях малой крутизны с учетом природоохранной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Busko E., Pazniak S., Kostukevich S., Dudkina L., 2012. Perspectives of the use of renewable energy sources in enhancement of environmental and energy security of Belarus // ECOTENMOD. – Vol. 01, № 2, 9 – 16.
2. Szewczyk M., Trzepieciniski T., 2012. Application of biomass-powered Stirling engines in cogenerative systems // ECOTENMOD. – Vol. 01, № 2, 53 – 56.
3. Kaletnik G., Pryshlyak B., 2010. Biofuels: the efficiency of its production and consumption in the agricultural sector of Ukraine. - С. Hi-Tech Press. - 312. (in Ukrainian)
4. Dželetović Ž., Mihailović N., 2011. Status, development and prospects of using bioenergy crops in the world and in Serbia. // Journal on processing and energy in agriculture. – Vol. 15, № 2, 212 – 215.
- Topilin G., L. Talyanker 2005. Biodiesel based

- on rapeseed oil. // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 7, 23 - 26. (in Russian)
5. Pryshliak V., 2012. Technological and technical bases of sowing biopower cultures on the hill land of small steepness // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 1. No. 6. 179 – 182.
6. Pryshlyak V., 2010: The potential effectiveness of biodiesel as motor fuel // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 12C, 138 - 144. (in Ukrainian)
7. Osiak J., Skudlarski J., Izdebski W., 2009. Możliwość pozyskania biomasy pochodzenia rolniczego na potrzeby energetyki zawodowej w Polsce // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 11, 138 – 143.
8. Pryshlyak V., 2012. Investigation of biomass as one of the most important renewable energy source in the world. // Collection. Science. Avenue Vinnytsia National Agrarian Univ. Series: Agriculture, vol. 1 (57). 184-188.
9. Jakóbiec J., Mazanek A., 2009. Bioetanol jako paliwo alternatywne do silników samochodowych // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 11, 88 – 96.
10. Pryshliak V., Vsemirnova V., Pryshliak N., 2011. Resource potential of Ukraine for the production of biofuels // Journal on processing and energy in agriculture. – Serbia, Novi Sad. – 212 – 215.
11. Amelchenko P.I., Ksenevych, V.A., Yakubovich B.M., 1978. Kolesnyje traktory to work on the slope. M.: Mechanical engineering. - 248. (in Russian)
12. Barykin B., Barykin A., 2012. On biopozitivnosti construction on difficult terrain. / MOTROL., Vol. 14, № 6, С. 123-130. (in Russian)
13. Pryshlyak B., 2005. Mechanical and technological basis to improve workflow agricultural machinery on sloping lands / MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 7, 70 - 75. (in Ukrainian)
14. Bohovin A., Bell A., Kuksin M. et al., 1986. Increased productivity of grasslands and pastures. K.: Vintage. - 232. (in Ukrainian)

**PROBLEMS OF PLANTING CROPS
BIOENERGETICHESKIH ON SLOPING
LANDS AND ENVIRONMENTAL
ACTIVITIES**

Summary. Here are given the results of theoretical and experimental studies of agro-technical problem of planting crops on fields with complex terrain with priority agricultural crops – sugar beet, maize, wheat and triticale. Including researched the development of bioenergy and use of soil with the activities of agricultural irrigation, research work on sloping lands seeders and development on engineering calculation methods for strength and hardness of their components.

Key words: bioenergetical crops, bioethanol, slope of land, erosion, seeding, environmental activities.