

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

УДК 633.2/.3

Г. Т. Балакай, С. А. Селицкий, О. В. Егорова

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ, ВЫСОКОПИТАТЕЛЬНЫХ,
СБАЛАНСИРОВАННЫХ КОРМОВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ
ЮГА РОССИИ ДЛЯ ВЫСОКОПОРОДНОГО ПОГОЛОВЬЯ СКОТА**

Научный обзор

Новочеркасск 2013

Содержание

Введение	3
1 Оценка технологий через затраты энергии	4
2 Основные направления энергосбережения в растениеводстве	5
2.1 Севообороты	10
2.2 Энергосберегающие приемы обработки почвы	15
2.2.1 Минимальная обработка почвы	17
2.2.2 Нулевая обработка почвы	22
2.2.3 Посев в системе сберегающего земледелия	22
2.2.4 Почвозащитные малоэнергоемкие обработки на эрозион- ноопасных почвах	28
2.2.5 Комбинированные агрегаты и машины	29
2.2.6 Предпосевная подготовка семян	31
2.2.7 Применение удобрений в энергосберегающих технологиях	34
2.2.8 Система защиты растений в энергосберегающих техноло- гиях	38
2.2.9 Резервы снижения энергозатрат при уборке и заготовке кормов	42
2.2.10 Энергоемкость и качество кормов для высокопродуктив- ных животных	47
Список использованной литературы	52

Введение

Современные породы крупного рогатого скота молочного и мясного направления, при соответствующем уровне кормления и содержания способны давать 8000-10000 л молока, 1000-1100 г среднесуточного прироста на откорме. Для реализации генетического потенциала высокопродуктивных коров нужны корма с содержанием 11,5-12,0 МДж обменной энергии и сырого протеина 16,1-18,5 % в сухом веществе.

Основными составляющими рациона высокопродуктивных животных являются высококачественный силос, сенаж, зеленая масса однолетних и многолетних трав, концентрированные корма и др.

На орошаемых землях юга России на корм крупному рогатому скоту традиционно выращивают люцерну, люцерно-злаковые травосмеси, кукурузу на зернофураж, силос, зеленый корм, суданскую траву и сорго-суданковые гибриды, смешанные посевы однолетних культур различных сроков посева [1].

Выражение эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур через энергетические показатели приобретает все большую актуальность в связи с возможным истощением запасов ископаемого топлива и возрастающими затратами антропогенной энергии в интенсивных системах земледелия.

Энергосберегающие технологии возделывания культур строятся на рациональном сочетании основной и предпосевной обработок почвы, оптимальных сроках и нормах посева семян, режиме орошения и минерального питания растений, системе защиты растений. Научный обзор содержит сведения о наиболее перспективных приемах энергосбережения по элементам технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

1 Оценка технологий через затраты энергии

Определение эффективности технологии возделывания культур в традиционном денежном эквиваленте в настоящее время затруднено из-за постоянного изменения цен на технику, семена, удобрения и др. Более точно оценить эффективность технологии можно по затратам энергии.

Семена, техника, живой труд, услуги, удобрения и другие составляющие технологии имеют определенную величину энергии, которая была затрачена на их производство или которую затрачивают они сами в процессе производства.

Совокупная энергия, затраченная на производство кормов, характеризует эффективность как технологии выращивания кормовых растений, так и технологий заготовки различных кормов из них (сено, сенаж, силос, зернофураж) [2].

В животноводстве потребляется 18-22 % жидкого топлива и 19-20 % электрической энергии от всех энергоресурсов, используемых на производственные цели в сельском хозяйстве. Энергоемкость производства продукции животноводства в России превосходит США и другие ведущие страны Запада в 2,0-3,5 раза. Одной из основных причин высокой энергоемкости отрасли является недостаточная обеспеченность кормами, их несбалансированность по белку и микроэлементам. При использовании таких кормов реализация генетического потенциала животных по данным ВИЖ, не превышает 60 % [3].

Энергетическую оценку выращивания кормовых культур проводят путем анализа технологических карт, в которых указан набор машин, с учетом их производительности и энергетических эквивалентов 1 часа эксплуатационного времени.

Расчет затрат совокупной энергии выполняется с учетом поливов, внесения удобрений, защиты растений, норм высева семян, затрат горюче-смазочных материалов, электроэнергии и трудовых ресурсов.

2 Основные направления энергосбережения в растениеводстве

Одной из причин низкой рентабельности производства растениеводческой продукции являются чрезмерные издержки на возделывание культур, объясняемые отставанием в научно-техническом вооружении, применением устаревших технологий и высокоэнергоемких технических средств. В условиях рыночной экономики наиважнейшими факторами эффективности хозяйствования становятся экономическая целесообразность и конкурентность производимой продукции.

Производство сельхозпродукции в России в 4,5 раз более энерго- и материалоемко, чем в США: на производство 1 т зерна расходуется 178, в США – 45 единиц условного топлива. Общие энергозатраты на 1 га сельхозугодий составляют соответственно 280 и 121 кг условного топлива.

Для обеспечения конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции необходимо систематически снижать трудовые, материальные и энергетические затраты при ее производстве. Затраты труда на производство 1 т зерна составляют в России 9 чел.-час, в США – 2,6, свеклы соответственно – 7,5 и 1,1, картофеля – 26,5 и 2,2, молока – 85 и 4, говядины – 580 и 22, свинины – 330 и 8 чел.-час.

При опережающем росте тарифов и цен на топливо и электроэнергию по сравнению с ценами сельхозпродукции доля энергозатрат в ее себестоимости резко возросла с 3-8 до 10-20 %, а по некоторым видам – до 30-50 % и более. В среднем в валовой продукции сельского хозяйства прямые энергозатраты в стоимостном выражении составляют 12-13 % [4].

Пути экономии топливно-энергетических и материальных ресурсов в АПК можно разделить на три основных направления. Первое направление – техническое, второе – технологическое, третье – организационно-экономическое.

В рамках первого направления снижение удельного расхода топлива, тепловой и электрической энергии базируется на внедрении принципиально новых машин и механизмов или их модернизации. Особую роль играет

повышение топливной экономичности сельскохозяйственной техники, определяемой конструкционными, эксплуатационными, производственными и почвенно-климатическими факторами.

У автотракторных двигателей снижение расхода топлива достигается путем его непосредственного впрыска, применения наддува за счет энергии выхлопных газов, промежуточного охлаждения всасываемого воздуха, установки термостатов, автоматического включения вентилятора, использования электронного управления подачей топлива и современных систем впрыска его с электронным управлением момента впрыска, обеспечивающих соответствие между режимом работы двигателя и внешней нагрузкой.

С экономической и экологической точек зрения перспективным способом замещения дефицитных энергоносителей в аграрном секторе можно считать углубление и расширение газификации. В связи с тем, что отечественный тракторный парк полностью базируется на потреблении дизельного топлива, перевод его на газообразное топливо или биотопливо позволит добиться существенной экономии нефтепродуктов.

В рамках второго направления предусматривается изменение привычных или привлечение современных менее энергоемких технологий в растениеводстве и животноводстве.

Наиболее эффективные формы этого направления – замена энергоемких операций, сокращение числа, совмещение операций, производство обезвоженных, прессованных кормов из трав и соломы на базе вторичных энергоресурсов, высушивание сельскохозяйственных продуктов с применением альтернативных жидкому топливу видов энергии, перенос ряда мобильных технологических процессов на стационар с применением электроэнергии [5].

При традиционных способах проведения агротехнических мероприятий наибольшая доля энергии затрачивается на перемещение по полю балластового груза (сельскохозяйственных орудий, машин, сцепок), что способствует непроизводительному расходованию энергии двигателя до 55 %

на пахоте и до 60 % при посеве. Применение комбинированных машин снижает расход топлива на 20-30, металлоемкость комплекса машин – на 20-25 %. Значительная экономия топлива достигается путем упорядочения и оптимизации транспортных операций.

Существенно снизить потребление энергоресурсов можно за счет размещения и специализации хозяйств, состава и направления производства животноводческой продукции, их долевых соотношений в объеме валовой продукции, рациональной структуры севооборотов.

Своевременное обновление МТП является весьма важной составляющей в экономии энергоресурсов, так как выработавшая свой нормативный срок службы машина, как правило, в 1,2-1,3 раза больше расходует топлива, чем новая, что повышает энергетические затраты на производство сельскохозяйственной продукции.

Резервы энергосбережения в сфере растениеводства заключаются в:

- применении энергосберегающих технологий (совмещение операций, нулевая обработка почвы), комбинированных МТА, оптимальных составов МТА, методов оптимального регулирования параметров технического состояний МТА, эффективных методов организации использования сельхозмашин (групповой, бригадный, мехотряды, внутривладельческий, межхозяйственные), оптимальных скоростных и энергетических режимов, оптимальных севооборотов, современных методов учета расходов топливно-энергетических ресурсов, оптимального давления в шинах колес, оптимального размещения сельхозкультур, дифференцированного внесения удобрений;

- повышении квалификации механизаторов, доли энергонасыщенной техники, соблюдении агротехнологических сроков выполнения технологических процессов;

- сокращении холостых переездов МТА, применении энергонасыщенных тракторов на транспортных работах.

Таким образом, в структуре себестоимости растениеводческой про-

дукции основная часть затрат имеет технологическое и техническое происхождение, поэтому совершенствование технологии, улучшение технических средств являются важнейшими факторами научно-технического прогресса. Особый интерес представляют интенсивные технологии, особенно удачно использующие физические, химические и биологические факторы, а также технические возможности машин, оборудования и механизмов. Напрямую с технологическим фактором связан технический, основанный на технических возможностях современных машин. Технический фактор особенно актуален в связи с крайне неудовлетворительным состоянием обеспеченности хозяйств техникой и все возрастающей ее стоимостью.

Совершенствование структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур, освоение севооборотов, соблюдение технологической дисциплины, устранение потерь полученной продукции, использование урожайных сортов с высоким содержанием полезных компонентов является наиболее дешевым и доступным способом увеличения выхода энергии в производственном продукте. Например, увеличение содержания сухого вещества в зеленой массе бобовых трав на 1 % при урожайности 30 т/га повышает энергоотдачу урожая на 6600 МДж [6].

Современные агротехнологии представляют собой комплексы технологических операций по управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемых урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и определенной экономической эффективности [7].

По фактору интенсивности различают четыре категории технологий:

- экстенсивные – технологии ориентированные на использование естественного плодородия почв без применения удобрений и других химических средств или с очень ограниченным их использованием;

- нормальные – технологии обеспеченные минеральными удобрениями и пестицидами в том минимуме, который позволяет осваивать почвозащитные системы земледелия, поддерживать средний уровень окультуренно-

сти почв, устранять дефицит элементов минерального питания, находящихся в критическом минимуме, и давать удовлетворительное качество продукции. В этих технологиях используются пластичные сорта зерновых;

- интенсивные – технологии, рассчитанные на получение планируемого урожая высокого качества в системе непрерывного управления продукционным процессом сельскохозяйственной культуры, обеспечивающие оптимальное минеральное питание растений и защиту от вредных организмов и полегания. Интенсивные технологии предполагают применение интенсивных сортов и создание условий для более полной реализации их биологического потенциала. Эти технологии, рассчитанные, например, на урожайность в 40-50 ц/га озимой пшеницы высокого качества, могут быть реализованы с использованием отечественной серийной техники, сортов, удобрений и импортных пестицидов;

- высокоинтенсивные – технологии, основанные на современных достижениях научно-технического прогресса и позволяющие при минимальных экологических рисках получать урожайность культур, близкую к биологическому потенциалу и с заданным качеством продукции. Эти технологии относятся к категории так называемого точного земледелия с использованием прецизионной техники, современных препаратов, информационных технологий. Высокоинтенсивные, или высокие технологии являют собой качественный скачок и в создании сортов, и в подготовке почвы, и в насыщении технологическими операциями по уходу за посевами (таблица 1) [8].

Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и средства защиты растений.

Научно разработанные севообороты, минимальная обработка и прямой посев в сочетании с рациональным применением систем удобрений и пестицидов, могут использоваться в различных агроклиматических зонах, на всех видах почв.

Таблица 1 – Сравнительная оценка агротехнологий различного уровня интенсификации

Показатель	Агротехнологии			
	экстенсивные	нормальные	интенсивные	высокие
Сорта	Толерантные	Пластичные	Интенсивные	С заданными параметрами
Почвенно-ландшафтные условия	Различной сложности	Умеренно сложные	КУ > 0,6 плоские ЭАА, пятнистости	КУ > 0,8 плоские ЭАА, однородные ПК
Удобрение	Нет	Поддерживающее	Программированное	Точное
Защита растений	Эпизодическая	Ограниченная, против наиболее вредоносных видов	Интегрированная	Экологически сбалансированная
Обработка почвы	Система вспашки	Почвозащитная комбинированная	Дифференцированно минимизированная	Оптимизированная
Техника	Первого-второго поколений	Третьего поколения	Четвертого поколения	Прецизионная
Качество продукции	Неопределенное	Неустойчиво удовлетворительное	Отвечающее требованиям переработки и рынка	Сбалансированное по всем компонентам
Землеоценочная основа	Почвенные карты 1:25000	Почвенные карты 1:10 000	Почвенно-ландшафтные карты	ГИС
Экологический риск	Активная деградация почв и ландшафтов	Деградация почв	Риск загрязнения	Минимальный риск

2.1 Севообороты

Правильно организованные севообороты с научно обоснованным чередованием культур – ключ к успешному внедрению ресурсосберегающих технологий. Обязательным условием является включение в структуру севооборотов культур, повышающих плодородие почв. При разработке схем севооборотов должны соблюдаться принципы адаптивности и соответствия агроклиматических условий требованиям возделываемых культур. Структура севооборота в каждой зоне имеет свои особенности (таблица 2).

Для повышения плодородия почвы и борьбы с поздними сорняками можно использовать севообороты с выращиванием сидеральных культур (донник, люпин, редька масличная и др.) на зеленое удобрение.

Таблица 2 – Примерная структура севооборотов для разных природно-климатических зон

Севооборот	Примерное соотношение культур в севообороте, %	Зона применения
Зернопаровой и зерновой	Зерновые – 88-90, чистые пары – 10-12	Крайне засушливая
Зернопаропропашной и зернопропашной	Зерновые – 60-80, пропашные – 10-20, чистые пары – 8-10	Недостаточная и средняя увлажненность
Зернопропашной	Зерновые – 60-80, пропашные и однолетние кормовые культуры – 20-40	Нормальное увлажнение
Зернотравяной и зерно-травянопропашной	Зерновые – 50-80, пропашные – 10-20, многолетние травы – 10-20	Средняя и нормальная увлажненность

За счет оптимизации водного режима почвы при берегающих технологиях в засушливых районах появилась возможность в два раза увеличить площади посева озимых культур, которые дают полноценные всходы по занятым парам и непаровым предшественникам.

Для каждой сельскохозяйственной культуры рекомендуются предшественники в севооборотах, оптимально реагирующие на плодородие почвы и другие условия жизни растений. По влиянию на плодородие почвы и урожайность последующих культур в севооборотах озимые культуры являются одними из лучших предшественников. После них можно возделывать любые ценные технические и кормовые культуры.

Пропашные культуры (кукуруза, подсолнечник, сахарная свекла) относятся к хорошим предшественникам, так как в течение вегетационного периода проводится борьба с сорняками путем междурядной обработки почвы.

Севооборотные звенья с посевом после кукурузы яровых зерновых культур являются одними из лучших. Ценность подсолнечника как предшественника снижается из-за его поздней уборки и опасности засорения падалицей. Однако в южных степных районах при применении гербицидов после него можно размещать кукурузу и зернофуражные культуры. Подсолнечник не рекомендуется возвращать на прежнее место ранее, чем че-

рез шесть-семь лет из-за опасности засорения посевов заразой, заболевания склеротинией и ложной мучнистой росой. Поэтому его возделывают преимущественно в севооборотах с длинной ротацией с расчетом, что после подсолнечника поле пойдет под чистый пар.

Зернобобовые культуры (горох, соя, нут, вика, чечевица) относятся к сильным предшественникам, повышающим плодородие почвы, обогащающим ее азотом за счет клубеньковых бактерий, улучшающим фитосанитарное состояние почвы и посевов, уменьшающим возможность поражения болезнями зерновых культур, возделываемых после них. За период вегетации гороха в почве накапливается до 120 кг/га д. в. азота. С учетом биологических особенностей патогенов, вызывающих фузариоз и корневые гнили, возврат гороха на прежнее поле желателен через пять-шесть лет.

Рапс развивает мощную корневую систему, глубоко проникающую в почву (до 3 м). В результате образуются воздушные проходы, и почва разрыхляется, что оказывает благоприятное воздействие на структуру и плодородие. Рапс служит хорошим предшественником для озимой и яровой пшеницы, ярового ячменя, кукурузы. В настоящее время он является рентабельной, востребованной на рынке культурой. Это позволяет рекомендовать его в качестве культуры, пригодной для технологий бережливого земледелия.

Многолетние травы – хорошие предшественники в севообороте для многих культур. Бобовые травы (люцерна, клевер, эспарцет, донник), особенно в смеси со злаковыми (кострец, житняк и др.), улучшают структуру, агрофизические и агрохимические свойства почвы, хорошо защищают ее от ветровой и водной эрозии.

Однолетние травы (вика, овес, суданка и др.) также являются хорошим предшественником для последующих культур в севообороте. Бобово-злаковые смеси играют в севообороте важную фитосанитарную роль и обогащают почву азотом.

Яровые зерновые культуры не следует использовать в качестве предшественников последующих яровых зерновых, так как они способствуют увеличению засоренности посевов одновидовыми сорняками. Повторное размещение яровой пшеницы и ячменя в течение двух-трех лет возможно при условии применения ресурсосберегающих технологий в сочетании с эффективными гербицидами.

Для засушливых степных районов наибольший эффект в производстве зерна имеют зерновые севообороты с короткой ротацией, которые в наибольшей степени подходят для освоения минимальных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур.

Работа с растительными остатками должна начинаться во время уборки. В системе сберегающего земледелия уборка зерновых культур должна осуществляться с измельчением соломы. Использование измельчителя соломы, который равномерно распределяет растительные остатки на поверхности поля, способствует качественной минимальной обработке с созданием мульчи, повышает противозерозионную устойчивость поверхности поля, увеличивает влагообеспеченность почвы, способствует сохранению влаги за счет уменьшения испарения, повышению эффективного и потенциального плодородия почвы. Солома в количестве 1 т соответствует поступлению 350 кг гумусового вещества, а по содержанию органического вещества и влиянию на воспроизводство гумуса равноценна 3,5 т подстилочного навоза. Измельченная солома более влагоемка по сравнению с цельной, более гигроскопична, равномерно распределяется по слоям почвы и становится более доступной для микрофлоры. Вполне достаточно, чтобы измельченная солома имела 75 % частиц цилиндрической формы с размочаленными концами, а оставшиеся 25 % были расщеплены продольно. Длина частиц должна составлять в среднем 50-100 мм, возможны более длинные частицы – до 150-250 мм.

Урожай рекомендуется убирать прямым комбайнированием. Это связано с тем, что технологии сберегающего земледелия обеспечивают хо-

рошее фитосанитарное состояние посевов и равномерное созревание хлебов. Высота оставляемой стерни не должна превышать ширины междурядий более чем на 5 см, а измельченные растительные остатки должны распределяться по полю равномерно [9].

Мульчирование соломой при минимальной обработке почвы уменьшает поверхностный сток и испарение влаги, а стерня и солома при прямом посеве уменьшают скорость ветра над поверхностью почвы. Солома увеличивает водопроницаемость почвы, уменьшает глубину промерзания и повышает запасы снеговой воды. Использование соломы способствует увеличению содержания подвижных форм фосфора и калия. При этом усиливается минерализация труднодоступных фосфатов за счет активации фосфорных бактерий. В первый год внесения соломы может наблюдаться ухудшение азотного питания растений из-за связывания его минеральных форм целлюлозоразлагающими микроорганизмами. Поэтому следует компенсировать потери азота использованием дополнительных 10-12 кг/га азотных минеральных удобрений (из расчета 10 кг азота на 1 т соломы). В дальнейшем при регулярном внесении соломы азота высвобождается больше, чем закрепляется, поэтому необходимость в дополнительных дозах удобрений отпадает.

При внесении соломы под пар и зернобобовые культуры, компенсирующие дозы азота можно не вносить, так как в почве накапливается достаточное количество минеральных форм азота.

При осуществлении агроприемов минимальной обработки почвы (культивация, боронование) необходимо проводить обработку под углом к предыдущей операции.

Вариант с оставлением измельченной соломы на поверхности почвы при прямом посеве является почвозащитным, предотвращающим испарение почвенной влаги и защищающим почву от эрозии. В случае высокой урожайности сельскохозяйственных культур, приводящей к скоплению соломы на поверхности почвы при прямом посеве в течение ряда лет, реко-

мендуется периодическое использование тяжелой зубовой бороны КН (производитель – ЗАО «Евротехника») [10].

2.2 Энергосберегающие приемы обработки почвы

Важнейшей тенденцией совершенствования почвообработки, имеющей глобальный характер, является ее минимизация. Применение минимальных и нулевых обработок способствует снижению испарения с поверхности почвы за счет уменьшения аэрации пахотного слоя и мульчирующего эффекта растительных остатков при достаточном их количестве. Благодаря мульче эффективнее используется конденсационная влага. Соломная мульча оказывает благоприятное влияние на тепловой режим почвы в южных районах, снижая температуру почвы благодаря увеличению альбедо. Большим достоинством минимальных, особенно нулевых, обработок являются экономия горючего, сокращение затрат, проведение работ в сжатые сроки, высвобождение времени у товаропроизводителей.

Выбор оптимальной системы обработки почвы лежит в широком диапазоне всевозможных решений от традиционной системы вспашки до нулевой обработки через множество вариантов безотвальных, плоскорезных, отвальных обработок и их комбинаций при различных уровнях минимизации. Этот выбор определяется экологическим разнообразием условий, требованиями сельскохозяйственных культур и уровнем интенсификации производства, в частности, обеспеченностью агрохимическими ресурсами.

Современное земледелие, основанное на интенсивных технологиях возделывания, включающих в себя отвальную вспашку, испытывает ряд негативных последствий интенсификации, так как в процессе подготовки почвы при возделывании зерновых культур, посева, ухода за посевами и уборки урожая различные машины проходят по полю 5-15 раз. В результате площадь следов колес и гусениц машин, тракторов, транспортных и уборочных агрегатов зачастую составляет 100-200 % и более от площади

поля. Интенсивная обработка почвы требует до 35 энергетических и до 25 % трудовых затрат от общих на производство продукции растениеводства. Дальнейшая интенсификация растениеводства на основе традиционных затратных приемов обработки требует увеличения антропогенной нагрузки и более широкого применения средств химизации [11, 12].

Интенсивные механические обработки ускоряют процессы минерализации и утраты гумуса, разрушают почвенную структуру и микрофлору, усиливают эрозионные процессы, способствуют смыву почвы и питательных веществ, проявлению ветровой и водной эрозии почвы.

Плотность почвы оказывает существенное влияние на водно-воздушный режим пласта, рост растений и урожайность сельскохозяйственных культур. Переуплотнение почвы приводит к увеличению энергозатрат на ее обработку и снижает урожайность. По следу гусеничного трактора тяговое сопротивление почвы больше, чем вне следа, на 16 %, а по следам колесных тракторов оно возрастает на 44-65 %. Это ведет к росту погектарного расхода топлива на 15-30 %, снижению производительности и качества работы почвообрабатывающих агрегатов. В мировой практике и в нашей стране создаются и получают широкое распространение системы минимальной и нулевой обработок почв и новые технические средства для их осуществления [13].

Минимальная или сокращенная обработка почвы – это агротехническая система обработки, позволяющая уменьшить интенсивность механического воздействия на почву и число проходов машин по полю в течение всего технологического цикла возделывания сельскохозяйственной культуры. При этом предотвращаются эрозия и дефляция почв, сокращаются потери влаги и уплотнение почвы, затраты средств и энергии на выполнение работ и единицу получаемой продукции, возрастают устойчивость растениеводства и урожайность сельхозкультур при проявлении экстремальных погодных факторов (малоснежная морозная зима, засуха и т. п.), в 1,5-3 раза повышается производительность труда, сокращается потребность в технике.

2.2.1 Минимальная обработка почвы

Минимализация обработки почвы осуществляется в следующих основных направлениях: замена отвальной вспашки безотвальным глубоким рыхлением; замена сплошного глубокого рыхления полосным (чизельным) разуплотнением нижних слоев или ярусно-полосным, например, плоско-резно-щелевым или щелевым рыхлением мульчированного или стерневого агрофона; ограничение глубины безотвального рыхления верхним (менее 20 см) или поверхностным (на 8-10 см) слоем почвы; совмещение сплошной культивации или дискования необработанной почвы с посевом; полосное рыхление верхнего слоя в зоне высева семян, совмещенное с посевом; рядовой посев в необработанную почву (нулевая обработка) [14, 15].

Эффективными приемами минимальной обработки, сокращающими количество проходов агрегатов, также являются совмещение операций основной и дополнительной обработок (крошение глыб, уплотнение, выравнивание), основной и предпосевной обработок, совмещение операций предпосевной обработки почвы или то же – с внесением химикатов, а также замена механических обработок химическими. Кроме того, приемом минимальной обработки является измельчение крупностебельных остатков пропашных культур и валков соломы (мульчирование) без рыхления или совмещенное с рыхлением почвы и сохранением мульчи на поверхности поля, не разрыхленного под зябь [16].

В Южном, а также Центральном федеральных округах наиболее производительным и рациональным приемом минимальной обработки почвы является глубокое полосное рыхление (чизелевание) плужной подошвы и нижележащих слоев. Так как при этом почвенный пласт рыхлится без сплошного подрезания, то в его нижней части могут сохраняться небольшие гребни, а сплошное рыхление в его верхней части достигается за счет бокового скалывания почвы. По сравнению со вспашкой и плоско-резным рыхлением, чизелевание на глубину до 35-40 см дает лучшее крошение, при глубине более 40 см глыбистость верхнего слоя возрастает.

Поэтому используются различные приспособления для глыбодробления. Основной агротехнический эффект чизелевания – улучшение инфильтрации и отвод в нижние слои избыточной влаги, улучшение влагонакопления, водно-воздушного режима пласта и мощности корнеобитаемого слоя, повышение урожайности сельхозкультур и противоэрозионной устойчивости почвы. Чизельное рыхление вместо отвальной вспашки дает экономию горючего до 10 кг/га, а чизелевание вместо глубокого плоскорезного рыхления около 5 кг/га. Промышленность производит чизельные плуги с различными рабочими органами и приспособлениями для дополнительной обработки верхнего слоя [17, 18, 19].

При плоскорезно-щелевой обработке на поверхности поля сохраняется до 80 % почвозащитной мульчи или стерни, верхний разрыхленный плоскорезными лапами слой почвы (до 10-16 см) не содержит крупных глыб, нижние уплотненные слои улучшают водопроницаемость, накапливают влагу, при этом предотвращаются сток и эрозия, сорные растения полностью подрезаются. После плоскорезно-щелевой зяблевой обработки упрощается подготовка почвы под посев яровых культур. Такая обработка эффективна в качестве послеуборочного рыхления в первую очередь склоновых участков, а также равнинных полей, где могут образоваться вымочки после снеготаяния и ливней. Глубина щелевания составляет 35-60, а при плоскорезно-щелевом рыхлении – около 35 см. Интервал между щелями 0,7-2 м и более, а при чизелевании – 0,4-0,5 м. Поэтому по энергозатратам плоскорезно-щелевое рыхление предпочтительнее чизелевания. Если в почве нет выраженной плужной подошвы и нет потребности в увеличении глубины корнеобитаемого слоя, то задачу предотвращения поверхностного стока и улучшения влагонакопления выполнит щелевание нижних слоев, совмещенное с рыхлением верхнего. На легких почвах при обработке под зябь можно ограничиться щелеванием пласта на 30-35 см. Щелевание эффективно для улучшения аэрации кормовых угодий, лугов и пастбищ, пласта многолетних трав перед поливом. Для выполнения этих

эффективных приемов в России производятся комбинированные плоскорезы-щелеватели, почвообрабатывающие дисколаповые агрегаты, у которых в качестве сменных или дополнительных органов имеются щелерезы.

В системе минимальной обработки почвы приемы глубокого рыхления применяют 1-2 раза за ротацию севооборота. При зяблевом рыхлении чаще используют различные орудия для обработки верхнего слоя на глубину 14-20 см без оборота пласта: культиваторы-плоскорезы, дисковые бороны, комбинированные агрегаты. На такую же глубину (до 24 см) весной проводят чизельную культивацию вместо перепашки заплывшей зяби, культивируют неразрыхленную зябь под посев яровых и ранний пар. Для этих целей также применяют плоскорезные и дисковые орудия и комбинированные агрегаты. Ограничивающими факторами для их работы являются повышенная липкость и низкая несущая способность почвы в ранний весенний период. Рыхление почвы на 12-16 см без оборота пласта рекомендуется для поукосных после однолетних трав и пожнивных посевов. В последние годы для этих целей чаще других орудий применяют комбинированные агрегаты и дисковые, преимущественно фронтальные, бороны. Приемы безотвальной обработки верхнего слоя на 12-20 см применяют повсеместно [20].

На непереуплотненных почвах с равновесной плотностью, близкой к оптимальной для зерновых культур, достаточна мелкая обработка на глубину посева или превышающая ее на несколько сантиметров. Разрыхленный верхний слой с растительными остатками на поверхности не затрудняет проникновение осадков в почву и замедляет испарение влаги, создает условия для нормальной работы заделывающих рабочих органов сеялок. Почва, особенно прикатанная, в процессе развития всходов не дает усадки, при которой обрываются растущие корни и угнетаются посевы. Корни растений быстро достигают слоя с ненарушенной капиллярной влагопроводностью, поэтому посевы получают влагу из нижних слоев и меньше подвержены весенне-летним засухам. При возделывании яровых

культур по неразрыхленной зяби такую обработку применяют повсеместно. Большинство сеялок-культиваторов, зерновых и пропашных сеялок прямого посева также рыхлят почву на глубину заделки семян, некоторые – на несколько сантиметров ниже, на глубину заделки удобрений. Кроме культиваторов, дисковых луцильников и борон, такую обработку выполняют фрезы и комбинированные рыхлительно-фрезерные машины, однако в России их производят в небольшом количестве [21].

В системе минимальной обработки почвы и в нашей стране, и за рубежом получает все большее распространение посев, совмещенный с предпосевной культивацией. Для его осуществления российские предприятия производят более 20 разных типов посевных машин, преимущественно сеялок-культиваторов по типу стерневых зерновых сеялок СЗС. Также имеется ряд конструкций, в которых перед сошниками установлен диск, обычно гофрированный, для резания растительных остатков и рыхления полосы почвы, в которую высеваются семена. Для посева по мульчированным и нулевым агрофонам также производится несколько типов пропашных сеялок и фрезы-сеялки для подсева трав в дернину. Все эти машины выполняют минимальную обработку почвы или прямой посев в необрабатываемую почву. Применение такого приема дает максимальную экономию горючего (20-30 кг/га), но требует выполнения агромероприятий по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями. При возделывании зерновых таким требованиям соответствуют в первую очередь поля паровые, очищенные от сорняков, и те, на которых их уничтожали посредством гербицидов при возделывании предшественника. Поля с низкой культурой предшествующего земледелия для прямого посева не пригодны, как и повторные посевы по нулевым агрофонам одной и той же культуры (кроме кукурузы) [22].

Эффективным и широко распространенным приемом является совмещение основной (главной) и дополнительных или основной и предпосевных обработок. Одновременно с рыхлением почвы ее нужно прикатать

для уменьшения иссушения вследствие конвективного выноса влаги. Прикатывание сокращает сроки неприемлемой после посева усадки почвы. Дополнительное крошение разрыхляемого пласта агротехнически целесообразно, так как почва обычно содержит остаточную влагу, при наличии которой глыбы интенсивнее разрушаются. После их высыхания крошение ухудшается. При совмещении основной и предпосевной обработок кроме указанных операций актуально выравнивание микрорельефа поля. Для обеспечения высокого качества обработки, ее завершенности эту малоэнергоёмкую операцию также целесообразно совмещать в одном технологическом процессе. Совмещение таких операций за один проход выполняет большинство комбинированных почвообрабатывающих орудий, включающих в себя катки, роторные глыбодробители.

К орудиям для минимальной обработки почвы можно отнести культиваторы, снабженные приспособлениями для предпосевной обработки, обеспечивающими качественную финишную предпосевную обработку. При этом уменьшается количество проходов агрегатов по полю и нерациональная антропогенная нагрузка на почву.

Такую же задачу решает совмещение обработки почвы с внутривпочвенным внесением удобрений или гербицидов. Однако, несмотря на важнейшее значение этого приема в системе минимальной обработки почвы, в настоящее время недостаточно машин для его выполнения. Посредством дискования почвы с удобрениями, предварительно разбросанными на поверхности поля, их можно заделать в обрабатываемый слой. При обработках, обеспечивающих сохранение мульчи или стерни, поверхностное внесение удобрений неприемлемо. Для агротехнологий с безотвальным рыхлением необходимо разработать широкозахватные культиваторы-удобрители. Такую работу выполняют стерневыми сеялками-культиваторами [23].

2.2.2 Нулевая обработка почвы

Нулевая обработка почвы при использовании технологий прямого посева наиболее эффективно решает задачу энергосбережения в растениеводстве. Достижения аграрной науки, сельскохозяйственного машиностроения и химической промышленности, производящей удобрения и гербициды, создали необходимые предпосылки для внедрения технологий прямого посева. Их применяют при возделывании озимых и яровых зерновых, при посеве пропашных и подсеве трав, а также при подсеве зерновых в местах гибели озимых при перезимовке. В Бразилии и Аргентине прямой посев применяют на 60 % посевной площади, в США – на 23 %, в России – существенно меньше [24].

2.2.3 Посев в системе берегающего земледелия

Основными достоинствами прямого посева или совмещения предпосевной подготовки почвы с посевом являются сокращение объема и сроков работ, трудовых и денежных затрат, а также предотвращение потерь влаги, улучшение влагообеспеченности и развития всходов вследствие ликвидации разрыва между подготовкой почвы и посевом. Обработка почвы при посеве может быть сплошной (культивация, фрезерование), полосной (рыхление гофрированными дисками, полосное фрезерование) или вовсе отсутствовать. Гофрированные дисковые ножи лучше, чем плоские режут растительные остатки и рыхлят полосы почвы перед сошниками посевных агрегатов. Поэтому можно считать, что они выполняют полосную обработку почвы. Плоские диски почву не рыхлят и только разрезают пласт перед сошниками, поэтому в российских сеялках их не используют.

Пахотно-посевные агрегаты не получили распространения из-за малой ширины захвата, низкой производительности, нерационального устройства организации работ, связанных с доставкой небольших количеств семян, и главное, из-за агротехнической несовместимости глубокого рыхления с посевом. Усадка свежевспаханной почвы после появления всходов

влечет обрыв корней, угнетение всходов, выпирание узла кущения. Такие посевы больше других подвержены вымерзанию и гибели.

Применяют несколько вариантов машинных технологий прямого посева озимых, яровых и высокостебельных пропашных культур. Они зависят от зональных и конкретных почвенных условий в период выполнения работ и от применяемых технических средств. Например, при возделывании озимых после уборки предшествующей культуры, включая незерновую часть урожая, посредством мелкого рыхления почвы закрывают остаточную влагу, и поле оставляют на несколько недель «зазеленеть». Затем путем одно- или двукратной (с интервалом в несколько дней) обработки гербицидами уничтожают сорняки и всходы падалицы. После этого через 2-4 дня проводят прямой посев озимых культур. Для разрезания растительных остатков и снижения нагрузки на двухдисковые сошники, а также для предотвращения обволакивания долотообразных или анкерных сошников перед ними устанавливают дисковые ножи, гофрированные диски, реже – фрезерные секции. Технология возделывания яровых при прямом посеве совмещает несколько операций: посев, внесение удобрений и гербицидов, прикатывание. При возделывании зерновых культур гербициды обычно применяют перед посевом, при возделывании пропашных – при посеве. Сохранение на поверхности поля мульчирующего слоя из растительных остатков способствует накоплению и сохранению почвенной влаги и гумуса (в верхнем слое почвы при замедлении его потерь в корнеобитаемом слое), предотвращает эрозионный процесс. Применение таких технологий позволяет сократить объем полевых работ и потребность в тракторах и почвообрабатывающих машинах, сэкономить 70-80 % топлива за счет исключения обработки почвы. Сокращение затрат времени на проведение полевых работ дает возможность провести их в оптимальные агросроки, расширить площади посевов, в том числе пожнивных и поукосных, что является важным резервом получения дополнительной продукции растениеводства [25].

Известно несколько типов агрегатов, совмещающих предпосевную подготовку почвы с посевом. Большинство их может работать на агрофонах с нулевой обработкой, мульчированных и отвальных. Основное агротехническое отличие выполняемых ими процессов посева состоит в способе подготовки семенного ложа и размещения семян. Имеются конструкции, обеспечивающие сплошное подрезание неразрыхленного пласта или его полосное рыхление в зонах рядков, или только разрезание пожнивных остатков плоским диском, например, перед долотообразным, одно- или двухдисковым сошником, или даже без такого разрезания перед сошниками. Последнюю группу можно отнести к сеялкам прямого посева с нулевой припосевной обработкой почвы. Семена при посеве размещают различными способами – рядовым, ленточным, широкополосным и сплошным разбросным, при котором достигаются наиболее равномерная площадь питания, одинаковые условия для кущения и равномерная освещенность всех растений. При широкополосном и сплошном разбросном размещении семян ухудшаются условия для роста сорняков. Поэтому такие способы предпочтительнее, чем рядовой [26, 27].

При переходе на технологии минимальной и нулевой обработок почвы для обеспечения качественного посева очень важно в первые два-три года выровнять поля. Залежные земли, на которых в течение нескольких лет не проводилась обработка почвы и образовался бурьянный тип растительности, подготавливают под освоение берегающих технологий следующим образом: проводят уничтожение сорняковой растительности с помощью скашивания и измельчения, применения гербицидов или дискового лущения; применяют двукратную обработку культиватором, например, «Smaragd» или дисковой бороной «Amazone Catros» вначале на 10-12, затем на 8-10 см [28].

Особые методы перехода на систему берегающего земледелия должны применяться после выращивания на полях многолетних трав. В этом случае после уборки для борьбы с сорняками проводится двукрат-

ное дискование, например, дисковой бороной «Amazone Catros». Не позднее чем за 20 дней до посева следующей в севообороте культуры вносится гербицид сплошного действия (на основе глифосата), затем проводится культивация. Подобный метод позволяет успешно внедрять берегающие технологии в травопольных севооборотах.

Технология нулевой обработки почвы или прямой посев в стерню полностью исключает механическую обработку. Прямой посев требует применения специальной сеялки.

Возможны варианты сочетания технологии минимальной обработки почвы с прямым посевом под разные культуры в севообороте. Например, осенняя обработка проводится под последующий мульчированный посев пропашных культур, а озимые и яровые зерновые высеваются прямым посевом.

Посев в системе берегающего земледелия производится двумя способами: по минимальной обработке почвы – посев в мульчу, нулевой обработке – прямой посев в стерню. Современная посевная техника равномерно заделывает семена на уплотненное увлажненное семенное ложе, что способствует увеличению полевой всхожести семян. В связи с этим не рекомендуется превышать норму посева семян и проводить их слишком глубокую заделку. Оптимальная глубина заделки семян составляет не более 3-4 см.

Прямой посев озимых и яровых культур в хозяйствах Самарской области осуществляется сеялками типа ДМС 601 (ЗАО «Евротехника»), которые благодаря долотовидным сошникам с параллелограммным управлением обеспечивают равномерное размещение семян на заданной глубине и качественную работу даже по неровной поверхности, идеально копируя рельеф почвы [29].

Проанализировав факторы, влияющие на энергоемкость и стоимость обработки почвы, были найдены решения для их снижения: 1) энергоемкость обработки почвы, выраженная удельным расходом топлива, составляет в среднем 78 кг/га у интенсивных технологий, 49 кг/га у обычных,

36 кг/га у упрощенных, 24 кг/га у минимизированных со вспашкой и 8-12 кг/га у минимизированных без вспашки; 2) наибольший эффект оказывает внедрение более экономичных машин: плугов с пологой винтообразной лемешно-отвальной поверхностью корпусов (угол наклона горизонтальный образующий к продольно-вертикальной плоскости меньше 40°), культиваторов с S-образными пружинными зубьями с полого ($20-24^\circ$) установленными лопатками, ножевых вращающихся борон и комбинированных машин на подготовке почвы с одновременным внесением химикатов и посевом; 3) значительным резервом снижения энергоемкости и стоимости обработки почвы является ее минимизация: уменьшение глубины и интенсивности обработки, совмещение операций. Упрощение обработки снижает затраты на 30 %, а ее минимизация – от 2 до 6 раз [30].

Для того, чтобы снизить энергетические затраты, при основной обработке применяются ресурсосберегающие приемы обработки почвы. В качестве последних выступают плоскорезная обработка, мелкое лемешное лушение, дискование. Исследования показывают, что на оструктуренных плодородных почвах ресурсосберегающие обработки в сравнении со вспашкой не снижают урожайность зерновых культур. При этом расход горючего при основной обработке почвы снижается на 1 л при уменьшении глубины обработки на 1 см.

Применение разноглубинной обработки почвы взамен традиционной ежегодной вспашки не вызывает снижения урожайности многих кормовых культур и не ведет к ухудшению водных, физических и других свойств почвы.

Исследования и расчеты показывают, что по энергоемкости пахота на 18-20 см, фрезерование, дискование и плоскорезная обработка ниже вспашки на 28-30 см соответственно на 34, 39, 54 и 57 %. Однако чередование вспашки с поверхностной обработкой почвы целесообразно в научно обоснованном севообороте при строгом соблюдении всех других агротехнических требований. Применение разноглубинной обработки почвы, на-

пример, в 8-польном севообороте, обеспечивает экономию горючего и, соответственно, энергии на 40-45 % без снижения продуктивности культур [30].

Группа ученых Самарского НИИСХ им. Н. М. Тулайкова предлагает вместо классических затратных технологий, основанных на постоянной вспашке, ресурсосберегающие – с минимальными, нулевыми и дифференцированными обработками почвы, которые отвечают требованиям природоохранного земледелия (исключается переуплотнение почвы, ослабляются процессы деградации и эрозии, снижаются темпы минерализации гумуса) [31].

По многолетним наблюдениям ученых Самарского НИИСХ установлено, что черноземы степных районов Среднего Поволжья для регулирования их агрофизических, агрохимических и биологических свойств не нуждаются в постоянной вспашке и других глубоких обработках, так как плотность почвы по вспашке и глубокому рыхлению составляет 1,05-1,1 г/см³, по мелким отвальным и безотвальным обработкам – 1,1-1,15, по поверхностным обработкам дисковыми орудиями – 1,12-1,2 г/см³, т. е. по всем способам она не выходит за пределы оптимальных значений.

Технологии с минимальными обработками рекомендуются при возделывании озимых культур по чистым и занятым парам, при посеве яровых зерновых, размещаемых по озимым и пропашным культурам, а на чистых от сорняков землях – и на повторных посевах. Под пропашные культуры преимущество имеют глубокие обработки.

В степных районах благоприятные условия для перехода на технологии с минимальными обработками складываются при возделывании озимых по чистым парам. Размещенные по чистому пару, они обеспечивают во все годы одинаковый урожай как по вспашке, так и по минимальным отвальным, безотвальным и нулевым обработкам. При этом гарантирован-

но высокий эффект достигается при низких затратах на удобрения и средства защиты растений.

Эффективную борьбу с сорняками при минимальной обработке обеспечивает рациональное сочетание в севооборотах агротехнических и химических средств борьбы.

Ученые Самарского НИИСХ для черноземной и сухой степи Среднего Поволжья предложили модель формирования технологий возделывания зерновых культур, обязательными составными частями которой должны стать зернопаровые и зернопаропропашные севообороты короткой ротации, дифференцированная, минимальная и нулевая обработки почвы, ресурсоэкономные и экологически безопасные приемы использования удобрений с биологическими методами воспроизводства почвенного плодородия (солома на удобрение и др.), экологически безопасная интегрированная система защиты растений, система машин нового поколения, адаптивные сорта [31].

Замена в кормовых севооборотах традиционных приемов обработки почвы на сочетание отвальной, безотвальной и поверхностной с применением комбинированных агрегатов при подготовке почвы к посеву позволяет сократить затраты энергии на 25 %, топлива – на 28, труда – на 27 % [32].

2.2.4 Почвозащитные малоэнергоёмкие обработки на эрозионно-опасных почвах

Все обрабатываемые земли юга России могут подвергаться ветровой эрозии, а более 60 % сельхозугодий имеют склоны, где может проявляться водная эрозия. Многообразие возделываемых культур, различие их предшественников, высокая интенсивность обработки почвы, опасность развития эрозионных процессов вызывают необходимость использования в этом регионе почвозащитных малоэнергоёмких агротехнологий, обеспечивающих существенное снижение негативного воздействия рабочих и ходовых машин на почву.

В степных районах Северного Кавказа распространены 9-12-польные зернопропашные и зернопаропропашные севообороты. Наиболее интенсивной обработке почва подвергается в многопольных севооборотах, отличающихся наибольшей насыщенностью пропашных культур. В таких севооборотах пропашные культуры (кукуруза, подсолнечник, сахарная свекла, соя, сорго) занимают 30-41,7 % площадей и размещаются, как правило, по зерновым колосовым предшественникам. По таким предшественникам возделывают также горох, овес, яровой ячмень.

Под зерновые колосовые культуры, преимущественно озимые и частично яровые, отводится 50-58,3 % площадей. Лучшими предшественниками озимых зерновых являются чистый и занятый пары, кукуруза на корм, зернобобовые и другие раноубираемые культуры. Часть посевов озимых приходится размещать и по колосовым предшественникам.

В степных районах Северного Кавказа необходимы почвозащитные агротехнологии, основу которых должны составлять два способа бесплужной обработки почвы – плоскорезная обработка с сохранением на поверхности почвы стерни колосовых предшественников, и мульчирующая обработка с измельчением и сохранением на поверхности почвы крупностебельных растительных остатков пробных предшественников. Эти способы обработки почвы обеспечивают существенно снижение энергозатрат за счет исключения оборота пласта и уменьшения глубины рыхления.

Для условий почвозащитного земледелия степных районов Северного Кавказа все основные культуры в зависимости от предшественника могут возделываться по технологиям, обоснованным и разработанным ВИМ [33].

2.2.5 Комбинированные агрегаты и машины

Важнейшим направлением минимизации почвообработки в том же аспекте является совмещение технологических операций, т.е. использование комбинированных агрегатов и машин, позволяющих за один проход

выполнять несколько операций. Экономический эффект от их применения состоит в сглаживании так называемых пиков потребности в энергетических средствах и трудовых ресурсах, а это снижает затраты материальных и трудовых ресурсов на возделывание сельскохозяйственных культур. В засушливых районах применение комбинированных агрегатов важно для устранения разрыва во времени между отдельными видами полевых работ, благодаря чему удастся более эффективно бороться с ранневесенней засухой и дефляцией.

Комбинированные посевные агрегаты в сравнении с отдельным применением приемов предпосевной обработки почвы обеспечивают сокращение энергетических затрат при посеве. Так, расход топлива в среднем при посеве комбинированным посевным агрегатом «Виктория» на стерневом фоне в ПСХК «Новосельский» Красноуфимского района сократился на 8,1 кг/га [34].

Наиболее приемлемым энергетическим средством является трактор класса 14 кН. Агрегат, включающий в себя такое энергосредство и универсальную навесную машину (УНМ), позволяет выполнить все операции по возделыванию различных с.-х. культур в оптимальные агротехнические сроки. УНМ выполняет следующие операции: ранневесеннее боронование зубowymi боронами, подрезание сорняков и рыхление верхнего слоя почвы, рыхление почвы на глубину до 0,16 м, уход за пропашными культурами с применением окучников, плоскорезную обработку почвы до 0,18 м, глубокое рыхление, поверхностное прикатывание, равномерный рассев минеральных удобрений. Материалоемкость универсальной машины в 1,6-2 раза ниже однооперационных машин. Применение универсальной машины в варианте сеялки обеспечивает снижение расхода семенного материала и повышение урожайности на 5-7 % за счет более равномерного распределения семян по засеваемой площади [35].

Сравнивались два современных комбинированных агрегата (КА), которые за 1 проход выполняют все операции для подготовки почвы к посе-

ву, включая обработку почвы и внесение удобрений, и 2 комплекса машин, в т. ч. и комбинированные, которые за несколько проходов выполняют те же операции. Сделаны следующие выводы: 1) применение КА для подготовки почвы и посева по сравнению с однооперационными снижает расход горючего до 24 %; 2) эффективность КА повышается с увеличением количества выполняемых технологических операций; 3) важным преимуществом использования КА является снижение трудоемкости работ для подготовки почвы и посева до 30 % и сокращение сроков посева; 4) значительное снижение эксплуатационных затрат (12-18 %) обеспечивается в случае использования КА на всех операциях по подготовке почвы к посеву [36].

2.2.6 Предпосевная подготовка семян

При посеве сельскохозяйственных культур энергосбережения можно достигнуть за счет применения способов сева и предпосевной подготовки семян.

Например, сеялка-культиватор СЗ-3,6А-10 обеспечивает внутрипочвенно-разбросной способ посева зерновых культур, при котором одним рабочим органом одновременно с предпосевной подготовкой почвы проводится посев семян. Удельное тяговое сопротивление сеялки-культиватора СЗ-3,6А-10 находится в пределах 1,438-1,774 кН/м при изменении скорости движения агрегата от 1,3 до 4,05 м/с. Это позволяет агрегатировать трактор ВТ-100 с двумя машинами при работе на пятой передаче и первом уровне мощности двигателя, тремя машинами – при работе на четвертой и пятой передачах, соответственно, при первом и втором уровнях мощности двигателя, четырьмя машинами при работе на четвертой передаче и втором уровне мощности двигателя [37].

Существенный эффект энергосбережения дает посев семян многолетних трав в дернину при поверхностном улучшении лугов и пастбищ [38].

Предпосевная обработка семян гелиевой плазмой (Смоленский

Центр плазменных технологий) позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур до 250 % [39].

Применение технологий электромагнитной обработки семян (сепарация, отбор, стимулирование всхожести, прорастания) способствует снижению энергоемкости процесса на 40 % [40].

А. П. Рыбников предлагает портативную установку для электромагнитной обработки семян, которая воздействует на семена и растения импульсным пучком электромагнитного излучения волн различной длины, при этом растительные объекты сами реагируют на специфическую для них резонансную частоту. Установка позволяет в течение часа обработать до нескольких десятков тонн семян и крупные партии растений. Потребление электроэнергии установки составляет 200 ватт/час. Электромагнитная обработка семян проводится однократно, при этом повышается урожайность культуры, снижается потребность в регуляторах роста и минеральных удобрениях (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние электромагнитной обработки на урожай и ростовые процессы сельскохозяйственных культур

Культура	Показатель	Значение показателя, т/га		Превышение показателя, %
		при лучшем режиме обработки	без обработки	
Клевер (беспокровный посев)	Зеленая масса	33,8	26,3	128,6
Клевер (беспокровный посев)	Сухая масса	5,4	4,2	128,6
Костер безостый	Зеленая масса	32,8	24,8	132,2
Просо	Зеленая масса	44,3	29,3	151,2
Кукуруза	Зеленая масса	128,1	99,4	128,9
Подсолнечник	Зеленая масса	66,6	53,3	125
Овсяница + рапс	Зеленая масса	70,7	58,0	121,8
Сахарная свекла	Масса корнеплодов	56,7	43,4	130,6

Энергосбережению способствует правильный выбор машин при скарификации семян. Результаты испытаний двух импортных клеверотерок К-310А и К-0,5, а также одной отечественной клеверотерки-сепаратора КС-1,0 показали, что клеверотерка К-310А выполняет только одну функ-

цию – вытирание; клеверотерка К-0,5 помимо вытирания осуществляет очистку перетертой пыжины от легких примесей. Отечественная клеверотерка-сепаратор выполняет три технологические операции – вытирание, очистку вытертой пыжины и обработанного воздуха от легких примесей и пыли. То есть КС-1,0 в сравнении с К-310А и К-0,5 дает экономию по установленной мощности 2,0 и 3,5 кВт, по удельной энергоемкости – 4,5 и 7,9 кВт·ч/т, а совмещение в конструкции терочного барабана ротационного поперечно-поточного пылеуловителя позволяет улучшить экологическую безопасность машины без дополнительных затрат энергии [41].

Использование биопрепаратов клубеньковых бактерий для предпосевной инокуляции семян люцерны и эспарцета способствует увеличению урожайности, снижению потребности в азотных удобрениях и снижает энергоемкость выращивания культур.

Анализ результатов 30-летних исследований в Географической сети опытов с азотфиксирующими бактериями, проведенный А. П. Кожемяковым, показал, что в естественных условиях бобовые растения используют только 10-30 % своего азотфиксирующего потенциала. Инокуляция их эффективными селекционными штаммами клубеньковых бактерий повышает этот показатель до 15-50 %, а остальной резерв может быть использован при оптимизации условий функционирования симбиоза. Для большинства современных сортов люцерны лучшими штаммами на сегодняшний день являются 425а, 404б и Т-4, для эспарцета – 820, 31, У-3 и 4/87 [42].

Использование биопрепаратов клубеньковых бактерий для предпосевной инокуляции семян люцерны и эспарцета в полевых и производственных опытах показало, что в 70-80 % случаев их применение существенно увеличивало урожай зеленой массы в первый и второй годы жизни растений. Лучшие штаммы повышали урожайность зеленой массы люцерны на 5-8 т/га, а эспарцета – на 4-7 т/га при увеличении содержания в ней белка на 1-3 абсолютных процента. Последствие многолетних бобовых трав на урожай зерна озимой пшеницы было эквивалентно внесению 60-90 кг/га

минерального азота по таким предшественникам, как кукуруза на зерно или смесь озимой ржи с рапсом на зеленый корм.

Регуляторы роста растений широко используются в современном земледелии. Их применение способствует интенсификации фотосинтеза и повышению продуктивности растений. К регуляторам роста растений, усиливающим клубенькообразование и симбиотическую азотфиксацию, относятся пшеничный экстракт, гумисол, лентехнин, эмистим С, агростимулин, синтетические фитогормоны триман, ДГ-67, ДГ-82 и бактериальные препараты комплексного действия агрофил, флавобактерин и др., которые можно применять путем предпосевной обработки семян совместно с препаратами клубеньковых бактерий [43].

2.2.7 Применение удобрений в энергосберегающих технологиях

При переходе на технологии сберегающего земледелия необходимо внесение большего количества азотных удобрений при возделывании всех культур (кроме бобовых). Это связано с тем, что микроорганизмы потребляют углерод из растительных остатков (он содержится в растительных остатках в большом количестве), а азот – частично из почвы. Азот стимулирует рост вегетативной массы растений, определяет уровень урожайности и качество зерна. Высокие урожаи сельскохозяйственных культур во многом зависят от обеспеченности их доступными формами азота. В паровом поле накапливается 80-120 кг/га и более нитратного и аммиачного азота, по многолетним бобовым предшественникам – 60-80, по зерновым и пропашным – 30-60 кг/га. Во время вегетации растений за счет минерализации гумуса количество азота увеличивается еще на 20-50 кг/га. Недостающее количество вносят в виде минеральных удобрений.

Определенное место в ассортименте минеральных удобрений при ресурсосберегающих технологиях должен занять безводный аммиак. Его преимущества – более низкая себестоимость, практически одинаковая окупаемость с аммиачной селитрой и мочевиной, возможность полной меха-

низации всех технологических операций, отсутствие потерь при транспортировке. В отличие от нитратных форм других азотных удобрений, аммиак прочно закрепляется почвой и используется растениями постоянно.

Другой особенностью сберегающего земледелия является заделка удобрений не на всю глубину корнеобитаемого слоя. В этих условиях наибольшую эффективность в связи со слабым передвижением по профилю почвы проявляют фосфорно-калийные удобрения при внесении их в верхний слой почвы, где они создают оптимальные условия для первоначального критического периода развития растений [44].

Фосфор оказывает стимулирующее влияние на развитие корневой системы, формирование репродуктивных органов, ускоряет созревание. Фосфорные удобрения повышают зимостойкость культур на 15-20 %, сокращают расходы воды на единицу урожая. Фосфор малоподвижен в почве и практически весь закрепляется в слое внесения. Фосфорные удобрения частично вносят осенью под минимальную обработку (при необходимости внесения больших доз) и перед посевом или при посеве в качестве стартовых доз, полностью обеспечивающих растения фосфором в начальный период роста.

Калий способствует накоплению растениями сахаров, что предохраняет озимые хлеба от вымерзания, повышает прочность соломины и устойчивость растений к поражению корневой гнилью и ржавчиной, ускоряет передвижение углеводов из стеблей и листьев в колос, увеличивая натурную массу зерна. Калийные удобрения вносят в основном осенью под обработку почвы.

Озимая пшеница для формирования 1 ц зерна использует 3-4 кг N, 0,9-1,3 кг P₂O₅ и 1,6-2,5 кг K₂O. С учетом коэффициента использования элементов питания из удобрений на 1 т зерна тратится 20-40 кг д. в. азотных удобрений, 20-40 – фосфорных и 5-35 кг д. в. калийных удобрений. Максимальное потребление азота у озимой пшеницы приходится на фазы кущения, выхода в трубку и колошения. Фосфор энергично поступает

в растения в течение первых четырех-пяти недель вегетации, а калий – с первых дней до цветения. Дозы удобрений уточняют по результатам почвенной и листовой диагностики. До посева под озимую пшеницу вносят 20-30 % годовой нормы азотных, 70-80 – фосфорных и 100 % калийных удобрений. Одновременно с посевом вносятся азотно-фосфорные удобрения в небольших дозах, а весной делается подкормка азотными удобрениями до 30-45 кг/га. Для получения высококачественного зерна на основе листовой диагностики проводят некорневые подкормки растворами азотных удобрений в фазе колошения озимой пшеницы.

На производство 1 т зерна яровой пшеницы тратится 10-35 кг д. в. азотных удобрений, 15-35 – фосфорных и до 30 кг д. в. калийных удобрений. Уровень потребности в азотном питании яровой пшеницы определяют с учетом влагообеспеченности посевов в течение вегетации. В степной и сухостепной зонах при запасах продуктивной влаги в метровом слое почвы менее 50 мм применять азотные удобрения перед посевом нецелесообразно. Формирование урожая яровой пшеницы в этом случае идет за счет весенних запасов минерального азота в почве и дополнительного накопления от минерализации. Фосфорно-калийные удобрения под яровую пшеницу вносят осенью, а небольшие стартовые дозы фосфорных удобрений – одновременно с посевом или до него.

Для получения большей урожайности и лучших качественных показателей зерна пшеницы необходимо внесение макро- и микроэлементов, таких как сера, магний, медь, марганец, молибден, цинк и бор. Растения нуждаются в микроэлементах на протяжении всего периода вегетации, и в большей степени – в начальные фазы развития, период кущения и налива зерна. Для стимуляции всхожести семян, увеличения сопротивляемости к болезням применяют хелатные формы микроудобрений при протравливании (тенсо-коктейль, гидромикс). В фазе кущения для повышения урожайности и снятия стрессового воздействия гербицидов совместно с гербицидами применяют специальные удобрения с высокодоступными пита-

тельными веществами типа кристален. Для повышения качества зерна в фазу колошения-молочной спелости проводится вторая внекорневая подкормка специальным удобрением типа кристален совместно с обработкой фунгицидом или инсектицидом. В последнее время в практике все шире применяется искусственное регулирование роста и развития растений за счет воздействия физиологически активных веществ – регуляторов роста (Крезацин, Агат-25К и др.) [45].

Наибольший эффект от применения минеральных удобрений при возделывании ячменя достигается в условиях достаточного увлажнения. В Нечерноземной зоне он хорошо отзывается на полное минеральное удобрение.

В степных регионах основная роль в повышении урожайности ячменя принадлежит фосфорным удобрениям, действие которых значительно усиливается при внесении азотных и калийных удобрений. Высокие урожаи ячменя получают на почвах с содержанием 100-150 мг/кг подвижного фосфора и 120-180 мг/кг обменного калия. Максимальные дозы азотных удобрений в зонах достаточного увлажнения составляют 90-100 кг/га д. в. Избыточное внесение их под ячмень, особенно на почвах, не обеспеченных фосфором, способствует задержке созревания и полеганию растений, что значительно снижает урожайность. Эффективным способом применения фосфорных удобрений при возделывании ячменя является внесение их с посевом сеялками ДМС, ДКТ в небольших дозах (не более 20 кг/га д. в.).

С целью улучшения фосфорного питания растений и повышения коэффициента использования труднодоступных фосфатов из почвы и удобрений в Южном филиале Института сельскохозяйственной микробиологии УААН созданы препараты фосфатмобилизирующих микроорганизмов – микоптил и ФМБ 32-3. Их применение совместно с ризобифитом положительно сказывается на биологической фосфатмобилизации и симбиотической азотфиксации [42].

Снижению энергозатрат при внесении минеральных удобрений способствует их локальное внесение; запашка излишков соломы, особенно бобовых культур, в почву; использование занятых паров с возделыванием культур на сидерацию; выращивание бобовых культур с минимальными дозами азотных удобрений; совместные посевы злаковых и бобовых культур при выращивании их на зеленый корм и силос, фуражное зерно; увеличение посевов многолетних и однолетних бобовых культур в кормовом севообороте [46-51].

2.2.8 Система защиты растений в энергосберегающих технологиях

Применение почвозащитных систем обработки почвы требует повышения уровня обеспеченности земледелия агрохимическими ресурсами.

При всех достоинствах безотвальных и плоскорезных систем обработки почвы им присущи определенные недостатки, главный из которых – нарастание засоренности посевов, особенно при повышенном увлажнении, поэтому необходимо особенно внимательно проектировать меры по защите посевов от сорняков, болезней и вредителей.

Применение гербицидов при освоении ресурсосберегающих технологий является обязательным приемом, который позволяет снизить засоренность полей. Одним из неперенных условий при минимальных и нулевых обработках почвы большинство отечественных и зарубежных специалистов считают применение против многолетних сорняков гербицидов сплошного действия на основе глифосата (Раундап, Торнадо, Глифос и др.). Затраты, связанные с их применением, достигают до 800-1000 руб./га. Кроме того, на первом этапе ухудшения фитосанитарной обстановки может возрасти засоренность яровых зерновых культур овсюгом, что предполагает применение специальных противоовсюжных гербицидов, стоимость которых достигает 500-600 руб./га. Вместе с тем, данные расчеты не учитывают того, что рост затрат на защиту растений в ресурсосберегающем

земледелии наблюдается только на первом этапе внедрения таких систем, в дальнейшем потребность в пестицидах значительно падает [52].

При недостатке гербицидов и азотных удобрений применяют комбинированные системы, сочетающие агротехнические мероприятия и химические способы защиты [53].

Защита зернобобовых от вредителей имеет большое значение в технологии их производства. По данным Н. К. Кружкова, А. П. Исаева (2008) недобор урожайности на посевах гороха составлял 2,8-3,8 ц/га, на посевах кормовых бобов – 2,1-3,1 ц/га, или соответственно 21-17, 15-18 % в сравнении с незасоренными посевами [54].

При химической защите посевов применение препаратов Прометрин, Трофи 90, Харнес и др. для довсходовых обработок и Базагран, Бентогам, Корсар – по вегетирующим растениям позволяет уничтожить 60-90 % сорных растений и получить устойчивую прибавку урожая гороха, сои.

Сравнение агротехнических и химических средств защиты растений показало, что затраты энергии на боронование посевов составляют 0,9-1,1 тыс. МДж/га, или 3,7-4,0 %, применение гербицидов (Прометрин – до всходов и Базагран – по всходам) – 8-9 тыс. МДж/га, или 22-27 % от энергии, затраченной на выращивание культуры. Если учесть, что прибавка урожая зерна от применения агротехнических и химических средств защиты была практически одинаковой, то боронование посевов становится предпочтительным не только с энергетической, но и с экологической точки зрения.

Высокая результативность боронования достигается при проведении его в фазах «белых нитей» и «вилочки» у сорных растений. Наибольшее число ранних яровых сорняков уничтожается боронованием через 4-5 дней, а поздних яровых – через 10-12 дней после появления всходов зернобобовой культуры. Одновременно с уничтожением сорняков боронование разрушает почвенную корку, что положительно сказывается на водном и пищевом режиме. Так, в метровом слое почвы влаги сохранялось

на 17-18 мм, нитратов в пахотном слое содержалось на 2,3-4,8 мг/100 г больше, чем на контроле [54].

В животноводстве в плане энергосбережения перспективна разработка комплекса мероприятий по совершенствованию структуры кормопроизводства.

Замена зерновых кормов травяными, на производство которых затрачивается меньше энергии, ведет к значительной экономии энергетических ресурсов [55].

Системы содержания и кормления животных с организацией многолетних культурных пастбищ и загонной пастьбы ведет к снижению энергоемкости животноводческой продукции в 2-3 раза в сравнении со стойловым содержанием животных [56].

Создание сеяных сенокосов и уход за ними сдерживается недостатком обеспеченности ресурсами (удобрениями, семенами, техникой). Одним из путей повышения урожайности травостоя является омоложение травостоя путем проведения минимальной обработки почвы и подсева в дернину.

Омоложение выродившегося старосеяного луга и подсев люцерно-злаковой травосмеси наиболее экономически эффективно при применении глубокого рыхления плугом-рыхлителем конструкции СибиМЭ. Этот способ омоложения обеспечивает энергосбережение совокупных затрат на 15-18 % по сравнению с другими приемами обработки почвы. Выход обменной энергии на люцерно-злаковом травостое с глубоким рыхлением и при глубоком фрезеровании составил 32,9-33,9 ГДж/га, а при дисковании и при мелком фрезеровании – 32,1-30,1 ГДж/га, на злаковом соответственно 2,5-2,8 и 2,4-2,5 [57].

Комбинированные кормовые конвейеры (полевые культуры + орошаемые пастбища) дают значительную экономию энергоресурсов в сравнении с кормовым конвейером, состоящим из одних только полевых культур [56, 58, 59].

В структуре энергозатрат наиболее высокая энергоемкость в зеленом конвейере полевого кормопроизводства приходится на скашивание и транспортировку зеленой массы (46,8 %) и применение минеральных удобрений (34,0 %). На проведение вегетационных поливов (с учетом энергоемкости поливной воды) приходится 12,8 %. Затраты совокупной энергии на основную и предпосевную обработку почвы незначительны и составляют лишь 1,4 и 5,0 %.

Содержание валовой энергии в выращенном урожае зеленого конвейера полевого кормопроизводства составляет 54189 ГДж. Энергетическая эффективность производства кормов, то есть отношение не возобновленной энергии, которая находится в выращенной зеленой массе, к использованной на формирование урожая, составляет 2,23.

Самый высокий коэффициент энергетической эффективности приходится на выращивание зеленой массы люцерны (3,1-3,7). Значительно ниже энергетическая эффективность выращивания многокомпонентных смесей в пожнивных посевах (1,8-1,8) и кормовой свеклы (1,3).

Общие затраты совокупной энергии на выращивание и уборку урожая зеленой массы кормовых культур в комбинированном типе зеленого конвейера с использованием орошаемых культурных пастбищ составляют 13252 ГДж, что в 1,9 раза ниже по сравнению с полевым конвейером. Энергетические затраты на скашивание и транспортировку зеленой массы составляют лишь 16,5 %. Основные затраты совокупной энергии в данном типе зеленого конвейера приходятся на удобрение (39 %) и проведение вегетационных поливов (31 %). Коэффициент энергетической эффективности производства кормов в данном типе зеленого конвейера составляет 4,15.

Использование в рационах коров зерносенажа и плющеного зерна позволяет значительно снизить расход горючего благодаря исключению операции по сушке зерна, которая является одной из наиболее энергоемких операций. Для того чтобы снизить влажность зерна с 30 до 14 %, необходимо сжечь горючего от 15 до 20 кг на 1 т зерновой массы [61].

2.2.9 Резервы снижения энергозатрат при уборке и заготовке кормов

Большие резервы снижения энергозатрат имеются при уборке и заготовке кормов.

При прямом комбайнировании зерновых культур и при послеуборочной обработке почвы сокращение затрат топлива и энергии достигается за счет совершенствования процесса уборки зерновых колосовых культур, при котором существенно повышается качество распределения соломы по площади поля. Оно заключается в увеличении высоты среза с последующей обработкой почвы за 1 проход дисковой бороной с дисками, установленными на индивидуальных кронштейнах или комбинированными агрегатами. В результате уборки озимой пшеницы на высоком срезе в диапазоне рабочих скоростей 4,62-6,95 км/ч экономия дизельного топлива составляет 1,52-2,06 кг/га. Последующая обработка почвы за 1 проход новыми дисковыми боронами в сравнении с применением 2-кратной обработки обеспечивает экономию топлива 1,38-5,5 кг/га [62].

Заготовка травянистых кормов в оптимальные фенологические фазы (злаков – в фазу начала колошения (выметывания), бобовых – в фазу начала цветения, кукурузы – в фазу молочно-восковой и восковой спелости) обеспечивает максимальную концентрацию обменной энергии в сухом веществе корма, максимальный сбор обменной энергии с единицы площади при многоукосном ее использовании [63].

При проведении уборочных работ наиболее доступна экономия энергии при транспортировке урожая. Именно эти энергозатраты значительно увеличивают энергоемкость технологий возделывания кормовой свеклы, кукурузы, многолетних и однолетних трав на зеленый корм. На производство зеленой массы многолетних трав и сенажа затрачивается на 32-35 и 28-29 % больше энергии, чем на производство прессованного сена. Особенно энергоемко производство витаминной травяной муки – в 2,5 раза больше, чем сена.

Снижению энергозатрат на уборку будет способствовать размещение

кукурузы на силос и зеленый корм, однолетних трав, кормовой свеклы в прифермерских севооборотах; использование транспортных средств с небольшим расходом горючего на километр пробега, формирование автопоездов и т. д. [63].

Большие потери выращенного урожая на орошении происходят из-за отсутствия современной кормоуборочной техники, и как следствие этого – снижение качества урожая [64].

Внедрение новейших технологий, позволяет получить необходимое количество высококачественных кормов при снижении затрат на всех этапах технологической цепочки.

Наиболее перспективными технологиями заготовки кормов с учетом хозяйственных и климатических особенностей являются [65]:

- заготовка сенажа из интенсивно провяленных трав;
- заготовка сена в измельченном и прессованном виде;
- заготовка зеленых кормов;
- заготовка силоса из кукурузы.

Основные технологические операции при заготовке:

- силоса – скашивание силосуемых культур; их измельчение и загрузка в транспортное средство;
- сенажа – скашивание в валок с плющением и укладкой в валок; ворошение травы в прокосах; сгребание в валки; подбор подвяленной массы из валков; измельчение и погрузка в транспортное средство;
- сена – скашивание трав в расстил или валок; ворошение травы в прокосах; сгребание в валок; подбор сена из валков (с дальнейшим прессованием в рулоны или измельчением);
- зеленого корма – скашивание трав; их измельчение и погрузка в кормораздатчик (или транспортное средство); доставка к местам скормливания и раздача животным [65].

Для производства качественного скашивания разработан и успешно применяется широкий спектр косилок отечественного и зарубежного про-

изводства, различающихся по технологии среза, ширине захвата, способу агрегатирования с трактором (фронтальные, задненавесные, прицепные) и т. д. Предлагаемый выбор косилок позволяет любому хозяйству подобрать оптимальный вариант в соответствии с размером обрабатываемых площадей, рельефом местности и пр.

Для ускоренного обезвоживания травы в комбинации с косилками применяются плющильные аппараты и кондиционеры динамического действия. Эти агрегаты обеспечивают надламывание и плющение стеблей травы, благодаря чему достигается ускоренная влагоотдача при сохранении питательных веществ.

Следующим этапом ускоренного обезвоживания скошенной травы является интенсивное и тщательное ворошение валка и его вспушивание. Для решения этой задачи широко применяются ротационные ворошилки, различающиеся числом роторов, шириной захвата, методом агрегатирования, но отвечающие общим требованиям: обработка всей поверхности валка должна быть без пропусков и загрязнений частицами почвы, воздействие на скошенные растения – максимально щадящим (во избежание оббивания листьев и соцветий), а обработанный валок хорошо вспушенным.

Сгребание подвяленной травы в валки, выполняемое роторными граблями, занимает особое место в технологической цепочке по уборке кормов. Роторные грабли различаются по числу роторов, ширине захвата, способу агрегатирования, а также по количеству. Роторные грабли должны обеспечивать аккуратное сгребание подвяленной травы по всей ширине захвата при точном копировании рельефа поля и формирование рыхлых прямолинейных валков, равномерных по длине и сечению.

Технология заготовки кормов включает использование пресс-подборщика, производящего подбор подсушенной травы с последующим её прессованием в плотные тюки квадратной или круглой формы.

Комплекс кормозаготовительной техники KRONE (Германия), включающий в себя фронтальные, задненавесные, прицепные роторные косил-

ки, фронтальные роторные косилки-плющилки, самоходную высокопроизводительную косилку-плющилку, задненавесные, прицепные роторные ворошилки-вспушиватели, однороторные валкообразователи, двух- и четырехроторные валкообразователи, рулонные пресс-подборщики с регулируемой и нерегулируемой уплотняющей камерой, крупнопакующие тюковые пресс-подборщики, опрокидывающиеся прицепы с трехсторонней разгрузкой, отвечает всем необходимым требованиям заготовки кормов [66].

Сенаж. Из всех консервированных кормов меньше всего потерь питательности трав достигается при заготовке сенажей. Этот вид корма и наиболее выгоден как в процессе приготовления, так и при скармливании животным [67].

При заготовке сенажа важными являются все звенья технологической цепочки: подготовка семян к посеву, подготовка почвы, внесение удобрений, уход за посевами, сроки скашивания трав, подготовка кормоуборочной техники, технология приготовления сенажа.

Выбор трав. При выборе трав для заготовки сенажа особое внимание следует уделить содержанию растворимых в воде углеводов. Для обеспечения оптимального процесса брожения минимальное содержание углеводов в свежей зеленой массе должно составлять 2-3 %. Колебания содержания углеводов в сухом веществе могут составлять 7-25 %.

Время уборки трав, подвяливание и закладка скошенной массы. Важнейшим фактором получения качественного сенажа является время начала скашивания трав. Для злаковых – это фаза выхода в трубку и начало колошения, для бобовых – фаза бутонизации. Растения, скошенные в этой фазе, содержат менее 9 % золы и 24 % клетчатки, что очень важно для процесса пищеварения и усвоения питательных веществ организмом животных.

Уборка трав в ранней стадии вегетации позволяет заготовить сенаж с энергетической ценностью более 10 МДж ОЭ в 1 кг сухого вещества. При этом молодая трава отличается высоким уровнем сахаров и низким – клетчатки.

Особенности заготовки кукурузного сенажа (силоса). В настоящее время кукуруза является одной из ведущих кормовых культур. При правильной технологии заготовки, корм из нее в большей степени является сенажом с содержанием сухого вещества до 35-40 %, а не силосом.

Питательная ценность кукурузного сенажа зависит от стадии спелости зерна в початках при закладке. Наиболее высокое содержание энергии достигается в фазе восковой спелости початков. В этой стадии масса зерна початка составляет 50 % массы початка [67].

Приготовление силоса высокого качества из кукурузы производится аналогично заготовке травяного сенажа, с учетом следующих основных особенностей: высота среза растений кукурузы должна составлять 40-50 см. При этом снижается содержание клетчатки в сенаже, увеличивается концентрация энергии корма. Длина резки должна составлять от 4 до 7 мм. Этим достигаются высокая плотность при трамбовке массы, оптимальные условия для микробиальных процессов (особенно при высоком уровне содержания сухого вещества), а также повышение переваримости корма. Для избежания потерь энергии при скармливании, кукурузное зерно должно быть полностью раздроблено (особенно при содержании сухого вещества более 30 %). Для этого необходимо использовать современные комбайны, обеспечивающие требуемое измельчение зеленой массы и плющение зерна.

Кукурузный сенаж относится к кормам с низким содержанием протеина, минеральных веществ и витаминов, поэтому при его скармливании особое внимание следует уделить оптимизации рациона.

При производстве сенажа из однолетних трав нужно учитывать, что энергетически наиболее оправданно возделывать пятикомпонентные смеси, при этом внесение удобрений не обеспечивает энергетически оправданную прибавку урожайности, и коэффициент энергетической эффективности с увеличением доз удобрений снижается [68]. Укосы на сенаж про-

водились в период молочно-восковой спелости зерна злаковых и зеленой – бобов у бобовых культур.

В двухкомпонентных смесях (вика 60 % + кормовые бобы 60 %; горох 60 % + кормовые бобы 60 %) без внесения удобрений коэффициент энергетической эффективности составил 2,49-4,02, при внесении удобрений на урожайность 23 т/га зеленой массы снизился до 2,38-3,81, на 30 т/га – до 2,29-3,79.

В пятикомпонентных смесях (вика 25 % + кормовые бобы 25 % + овес 30 % + подсолнечник 30 % + редька масличная 30 %; горох 25 % + кормовые бобы 25 % + овес 30 % + подсолнечник 30 % + редька масличная 30 %) на всех фонах вносимых удобрений коэффициент энергетической эффективности выше, чем двухкомпонентных смесей, причем травосмеси с участием вики посевной энергетически эффективнее вариантов с участием гороха.

При производстве кормовых гранул из зеленой массы растений и отходов зернового производства (полова, солома, отруби и т. п.) схема производства кормовых гранул, предлагаемая С. Н. Зыкович, М. Г. Желтуновым (Алтайский ГАУ) [69], позволяет совместить три процесса: снижение влажности зеленой массы, подачу связующего раствора и гранулирование. Четвертым процессом производства является досушка гранул с температурой сушки, не превышающей 50 °С, которую можно осуществлять и на открытом воздухе. Применение схемы позволяет снизить себестоимость, энерго- и металлоемкость производства кормов; сохранить все питательные вещества кормовых культур; повысить до 50 % использование грубых кормов.

2.2.10 Энергоемкость и качество кормов для высокопродуктивных животных

Учет энергетических затрат на возделывание кормовых культур позволяет проводить сравнение разнообразных технологий, культур и систем кормопроизводства при различных уровнях антропогенных вложений

по совокупным энергозатратам на 1 гектар и единицу корма, сухого вещества, протеина, единицу выхода обменной энергии [70].

Важным показателем является коэффициент энергетической эффективности, характеризующийся выходом обменной энергии на единицу совокупных энергетических затрат.

Правильно подобранные травосмеси культурных орошаемых пастбищ при соблюдении технологии ухода за пастбищем и стравливании в оптимальную фазу (до выхода в трубку и начала выметывания злаков) могут обеспечить до 11,5 МДж КОЭ и 15-19 % КСП.

Объемистые корма (резка, брикеты, гранулы, сенаж, подвяленный и консервированный силос из бобово-злаковых травосмесей, силос из кукурузы молочно-восковой и восковой спелости), заготовленные в оптимальную фазу (бобовые – до бутонизации и начала цветения, злаковые – до начала выхода в трубку и начала выметывания), могут содержать до 10-11 МДж КОЭ и КСП 15-17 % и считаются отличными [71].

Уборка бобово-злаковых смесей (бобовые – в фазу до середины цветения, злаковые до конца колошения, выметывания) обеспечивает корма хорошего качества с КОЭ 10-11 МДж и КСП 15-17 %. Уборка бобово-злаковых смесей в фазу конца цветения бобовых и злаковых трав дает посредственные корма с КОЭ 8-9 МДж и КСП 8-13 % [71].

Чем хуже качество объемистых кормов, тем больше высокобелковых и высокоэнергетических концентратов нужно включать в рацион для обеспечения высокой продуктивности животных. Обеспечить высокое качество зеленой массы кормовых культур и кормов из них можно только соблюдая все звенья технологической цепочки их производства.

Традиционные многолетние кормовые бобовые культуры для юга России – люцерна посевная, клевер луговой, эспарцет, максимальная продуктивность которых составляет от 2 до 4 лет [70, 72, 73, 74]. Козлятник восточный не только имеет высокие кормовые достоинства, но и высокую продуктивность в течение 6-7 лет и более [75, 76].

По данным А. Г. Михайловой (2008) смеси козлятника восточного с кострцом продуктивнее его одновидовых посевов и позволяют повысить продуктивность 1 га пашни как по производству кормового сырья, так и по выходу животноводческой продукции [76].

Наибольшую продуктивность обеспечивают травосмеси с нормами высева козлятника восточного 16 и 20 кг/га (80 и 100 %), кострца безостого – 4 и 8 кг/га (20 и 40 %). Эти травосмеси превосходят одновидовые посевы козлятника по сбору зеленой массы на 10-12 %, сухой массы – на 21-22 %, сырого протеина – на 3-7 %, кормовых единиц – на 4-16 %. Выход животноводческой продукции (молока), при включении в рационы козлятничко-кострцовых смесей, при высокой их энергетической питательности, может составить от 6,7 до 7,2 т/год. Коэффициент энергетической эффективности показывает, что единица затраченной совокупной энергии может дать до 2,0-2,1 единиц животноводческой продукции. При возделывании козлятничко-кострцовых смесей, созданных путем подсева кострца к козлятнику восточному, повышает окупаемость затрат при производстве животноводческой продукции на 6-24 % по сравнению с одновидовыми посевами козлятника [70].

При возделывании однолетних смешанных посевов мятликовых культур с бобовыми резервы энергосбережения имеются при подборе наиболее урожайных смесей, норм высева, сроков посева [77].

По урожайности зеленой массы в одновидовом агрофитоценозе кормовые бобы сопоставимы с пелюшкой и викой яровой, но значительно превосходят их при выращивании в смесях. Растения кормовых бобов в период бутонизации содержат 21,4 % белка, в период цветения – 20,3, плодообразования – 18,3, в соломе – 9,9 %. Они обладают высоким содержанием переваримого протеина, состоящего из легкорастворимых и легкоусвояемых компонентов с достаточным количеством незаменимых аминокислот [78].

По данным А. В. Банкрутенко (2009) смешанные посевы кормовых бобов с мятликовыми культурами (овсом, ячменем) дают более высокий сбор кормовых единиц и зеленой массы, что позволяет частично решить проблему кормового белка, а также сбалансировать рацион сельскохозяйственных животных по незаменимым аминокислотам и минеральным веществам [79].

При уборке смешанных посевов в фазу молочно-восковой спелости мятликовых культур и налива – образования кормовых бобов обеспечивается максимальный выход валовой энергии при наименьших затратах совокупной энергии, в сравнении с периодом уборки в фазу колошения (выметывания) – цветения мятликовых и бутонизации – цветения кормовых бобов.

При уборке в фазу молочно-восковой спелости мятликовых культур и налива – образования кормовых бобов на посевах овес + кормовые бобы при урожайности 32,9 т/га зеленой массы затраты совокупной энергии составили 24,6 ГДж/га, валовой – 326,1 ГДж/га, энергетический коэффициент – 13,3, при уборке в фазу колошения (выметывания) – цветения мятликовых и бутонизации – цветения кормовых бобов соответственно урожайность – 27,5 т/га, затраты совокупной энергии – 24,4 ГДж/га, валовой – 207,3 ГДж/га, энергетический коэффициент – 8,5.

Смешанные посевы ячменя + кормовые бобы так же более продуктивны были при уборке в фазу молочно-восковой спелости мятликовых культур и налива – образования кормовых бобов, хотя в сравнении со смешанными посевами овса + кормовые бобы показатели урожайности и энергетической эффективности их были несколько ниже и составили: урожайность 28,3 т/га, затраты совокупной энергии – 22,1 ГДж/га, валовой – 235,3 ГДж/га, при энергетическом коэффициенте – 10,6.

У одновидовых посевов кормовых бобов эти показатели были еще ниже: урожайность 27,2 т/га, затраты совокупной энергии – 26,4 ГДж/га, валовой – 241,7 ГДж/га, при энергетическом коэффициенте – 9,2 при убор-

ке в фазу налива – образования бобов и урожайность 22,2 т/га, затраты совокупной энергии – 27,4 ГДж/га, валовой – 162,6 ГДж/га, при энергетическом коэффициенте – 6,0 при уборке в фазу бутонизации – цветения кормовых бобов [79].

Для повышения качества кормов суданскую траву целесообразно высевать совместно с высокобелковыми культурами, в частности с соей. Максимальное содержание в 1 кг сухого вещества кормовых единиц, переваримого протеина, обменной энергии отмечается в этой смеси в фазе выметывания суданской травы. В фазе восковой спелости смесь можно убирать на сенаж и силос, так как в данный период увеличивается содержание клетчатки [80].

При возделывании рапса энергосбережение можно обеспечить следующими приемами: дифференцированный подход к определению доз внесения фосфорных и калийных удобрений на планируемый урожай в зависимости от содержания питательных элементов в почве; использование оптимальных экономически эффективных доз азотных удобрений; совмещение протравливания с инкрустацией семян; совмещение подкормки растений рапса азотными удобрениями с внесением инсектицидов при борьбе с рапсовым цветоедом (баковая смесь); дифференцированный подход к срокам посева с зависимости от погодных условий в весенний период; при посеве в середине или в III декаде мая использовать безгербицидную технологию возделывания рапса; десикация посевов рапса перед уборкой [81].

Список используемой литературы

1 Ермоленко, В. П. Орошаемое земледелие Юга России / В. П. Ермоленко, П. Д. Шевченко, А. Н. Маслов; под ред. П. Д. Шевченко. – Ростов н/Д, 2002. – 447 с.

2 Лукиных, М. И. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] / М. И. Лукиных, А. Н. Семин. – Режим доступа: <http://www.uran.ru>, 2003.

3 Состояние и основные параметры развития полевого кормопроизводства в Российской Федерации / Л. С. Орстик [и др.] // Кормопроизводство. – 2007. – № 11. – С. 2-6.

4 Григорьев, Н. Г. Технология применения переменных норм потребности крупного рогатого скота в сухом веществе, обменной энергии, сыром и переваримом протеине при разных уровнях продуктивности и качестве кормов: практическое методическое руководство / Н. Г. Григорьев, А. П. Гаганов, Н. И. Исаенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: РЦСК, 2002. – 89 с.

5 Митин, С. Г. О развитии агротехнологий и формировании государственной технологической политики в сельском хозяйстве / С. Г. Митин // Экономика с.-х. и перерабатывающих предприятий. – 2005. – № 9. – С. 6-10.

6 Новоселов, Ю. К. Повышение продуктивности травопольного севооборота / Ю. К. Новоселов, А. С. Шпаков // Кормопроизводство. – 1995. – № 2. – С. 14-17.

7 Северов, В. И. Агроэнергетическая оценка производства кормов / В. И. Северов, К. Г. Калашников. – Кормопроизводство. – 1994. – № 2. – С. 5-7.

8 Данкверт, С. А. Внедрение ресурсосберегающих технологий – стратегия зернового хозяйства / С. А. Данкверт, Л. В. Орлова // Земледелие. – 2003. – № 1. – С. 4-5.

9 Федоренко, В. Ф. Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: инновации и опыт / В. Ф. Федоренко, В. С. Тихонравов. – М.: Росинформагротех, 2006. – 328 с.

10 Пестряков, А. М. Повышение эффективности ресурсосберегающих технологий при возделывании сельскохозяйственных культур на тяжело-суглинистых почвах / А. М. Пестряков // Достижения науки и техники АПК. – 2004. – № 5. – С. 24-26.

11 Жук, А. Ф. Развитие машин для минимальной и нулевой обработки почвы: научно-аналитический обзор / А. Ф. Жук, Е. Л. Ревякин. – М.: Росинформагротех, 2007. – 156 с.

12 Бочкарев, В. К. Ресурсосберегающие технологии: комплексный подход / В. К. Бочкарев // Техника и оборудование для села. – 2004. – № 4. – С. 8-9.

13 Алгинин, В. И. Эффективность ресурсосберегающей технологии / В. И. Алгинин, Л. В. Орлова // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 5. – С. 11-13.

14 Спиринов, А. П. Минимальная обработка почвы / А. П. Спиринов. – М.: ВИМ, 2005. – 168 с.

15 Пыхтин, И. Минимальная обработка почвы: плюсы и минусы / И. Пыхтин, С. Мащенко // Сельский механизатор. – 2005. – № 7. – С. 26-28.

16 Клименко, В. И. Ресурсосберегающие приемы обработки почвы / В. И. Клименко // Защита и карантин растений. – 2005. – № 5. – С. 32-34.

17 Применение чизельной обработки: рекомендации. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – 13 с.

18 Ревякин, Е. Л. Чизелевание почвы: состояние, перспективы и проблемы / Е. Л. Ревякин, Т. П. Нино // Техника и оборудование для села. – 2005. – № 11. – С. 18.

19 Пындак, В. И. Комбинированные чизельно-отвальные орудия для основной обработки почвы / В. И. Пындак, И. Б. Борисенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 10. – С. 35-36.

20 Важные технологические проблемы обработки почвы и их решения / В. М. Дринча [и др.] // Земледелие. – 2001. – № 2. – С. 30-31.

21 Мазитов, Н. К. Ресурсосберегающая технология предпосевной обработки почвы и посева / Н. К. Мазитов // Земледелие. – 2005. – № 4. – С. 36-37.

22 Безуглов, В. Г. Минимальная обработка почвы / В. Г. Безуглов, Р. М. Гафуров // Земледелие. – 2002. – № 4. – С. 21-22.

23 Ревякин, Е. Л. Новейшие технологии и комплексы машин / Е. Л. Ревякин // Земледелие. – 2001. – № 5. – С. 34-35.

24 Маслов, Г. Г. Нулевая обработка – экономия затрат / Г. Г. Маслов, В. А. Небавский // Сельский механизатор. – 2004. – № 3. – С. 34-35.

25 Селицкий, С. А. Энергосбережение при выращивании кормов на орошении / С. А. Селицкий, О. В. Егорова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 4(04). – 9 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=57&id=76>. – Шифр Информрегистра 0418000021/0105.

26 Зволинский, В. Н. Развитие конструкций зерновых сеялок прямого посева / В. Н. Зволинский, Н. И. Любушко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. – № 7. – С. 28-32.

27 Научно-практическое руководство по освоению и применению технологий сберегающего земледелия / О. В. Терентьев [и др.]. – Самара: ЗАО «Евротехника», 2004. – 122 с.

28 Балакай, Г. Т. Кормовые конвейеры для высокопродуктивного крупного рогатого скота на орошаемых землях юга России: научный обзор [Электронный ресурс] / Г. Т. Балакай, С. А. Селицкий, О. В. Егорова; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2012. – 100 с. – Деп. в ВИНТИ 05.04.12, № 143-B2012. – Режим доступа: <http://www.rosniipm.ru/izdan/2012/selickii.pdf>.

29 Вилде, А. А. Энергосберегающие технологии и машины для обработки почвы / А. А. Вилде, А. А. Руциньш, С. А. Цесниекс // Серия: Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / Всерос. НИИ электрификации сел. хоз-ва. – Ч. 2. – М., 2004. – С. 30-34.

30 Северов, В. И. Агроэнергетическая оценка производства кормов / В. И. Северов, К. Г. Калашников. – Кормопроизводство. – 1994. – № 2. – С. 5-7.

31 Шевченко, С. Н. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья / С. Н. Шевченко, В. А. Корчагин // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 34.

32 Шпаков, А. С. Перспективы использования пахотных угодий в кормопроизводстве Российской Федерации / А. С. Шпаков. – Кормопроизводство. – 2008. – № 11. – С. 2-5.

33 Елизаров, В. П. Принципы формирования федеральной системы технологий и машин для растениеводства / В. П. Елизаров, В. М. Бейлис // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – № 1. – С. 9-11.

34 Почвоохранная ресурсосберегающая технология обработки почвы, посева и уборки перспективными агрегатами / Н. К. Мазитов [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 12. – С. 7-11.

35 Вишняков, А. С. Универсальная сельскохозяйственная полевая машина [Навесная машина для обработки почвы, посева, внесения удобрений и ухода за пропашными культурами] / А. С. Вишняков, А. А. Вишняков: материалы XLIII науч. техн. конф. / Челяб. гос. агроинженер. ун-т. – Ч. 2. – Челябинск, 2004. – С. 64-68.

36 Пиннис, У. Э. Энергосбережение и опыт использования комбинированных машин фирмы «Квернеланд» для подготовки почвы и посева [Механизация возделывания зерновых культур] / У. Э. Пиннис // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / Всерос. науч.-исслед. ин-т электрификации сел. хоз-ва. – Ч. 2. – М., 2004. – С. 35-38.

37 Ногтиков, А. А. Энергосберегающая и экологически безопасная технология посева зерновых культур: внутрпочвенно-разбросной способ посева с применением сеялки-культиватора СЗ-3, 6А-10 / А. А. Ногтиков // Серия: Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / Всерос. науч.-исслед. ин-т электрификации сел. хоз-ва. – Ч. 2. – М., 2004.– С. 56-58.

38 Энергосберегающие технологии и средства механизации растениеводства для условий Евро-Северо-Востока / А. Д. Кормщиков [и др.] // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / Всерос. науч.-исслед. ин-т электрификации сел. хоз-ва. – М., 2004. – Ч. 2. – С. 280-285.

39 Дуткевич, Д. Е. Обоснование режимов обработки семян многолетних трав излучениями низкотемпературной гелиевой плазмы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.12 / Дмитрий Евгеньевич Дуткевич. – Смоленск, 2005. – 23 с.

40 Новые энергосберегающие экологически чистые технологии возделывания сельскохозяйственных культур с применением электромагнитной обработки семян и растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.i-mash.ru>, 2008.

41 Бурков, А. И. Энергосберегающее устройство для вытирания семян трав. Клеверотерка-сепаратор КС-1, 0 / А. И. Бурков, М. В. Симонов // Серия: Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / Всерос. науч.-исслед. ин-т электрификации сел. хоз-ва. – Ч. 2. – М., 2004.– С. 106-110.

42 Толкачев, Н. З. Эффективное средство повышения урожайности и плодородия почвы [Электронный ресурс] / Н. З. Толкачев, С. В. Дидович // Хранение и переработка зерна. – 2003. – № 1. – Режим доступа: – <http://www.apk-inform.com>.

43 Толкачев, Н. З. Эффективное средство повышения урожайности и плодородия почвы [Электронный ресурс] / Н. З. Толкачев, С. В. Дидович //

Хранение и переработка зерна. – 2003. – № 1 (43). – С. 23-25. – Режим доступа: – [http:// www.apk-inform.com](http://www.apk-inform.com).

44 Шевченко, С. Н. Минимальные обработки и прямой посев зерновых в севооборотах Среднего Поволжья / С. Н. Шевченко, И. А. Чуданов, Ю. В. Щербаков // «Агро-Информ». – Самара, 2003. – № 53. – С. 17-19.

45 Румянцев, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на плодородие почвы / А. В. Румянцев, Л. В. Орлова // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 22-23.

46 Малиев, В. Х. Влияние локального внесения органических удобрений на урожайность пропашных культур / В. Х. Малиев, Е. В. Герасимов // Повышение эффективности использования с.-х. техники / Ставроп. гос. аграр. ун-т. – Ставрополь, 2004. – С. 147-149.

47 Maillard, A. Influence du travail du sol et d'un engrais vert sur le ble d'automne et le maïs grain en rotation depuis quinze ans [Влияние способа обработки почвы (вспашка, поверхностная обработка) и зеленого удобрения (горчица белая) на урожай озимой пшеницы и кукурузы на зерно, выращиваемых в севообороте, и физико-химические свойства почвы / A. Maillard, A. Vez // Rev. suisse Agr. – 1988. – N 6. – T. 20. – P. 321-326.

48 Протопопов, В. М. Эффективность сидеральных паров в Нижнем Поволжье / В. М. Протопопов // Научно-агрономический журнал. – 2009. – № 1. – С. 12-14.

49 Канивец, В. И. Методические рекомендации по применению небольших доз азотных удобрений под бобовые / В. И. Канивец, Ф. В. Жабюк. – Киев, 1983. – 10 с.

50 Акифьева, Г. Е. Зональные особенности рационов высокопродуктивных коров с использованием сенажа из смеси злаково-бобовых однолетних культур / Г. Е. Акифьева // Вклад молодых ученых в научное обеспечение АПК Сибири. – Омск, 1999. – С. 37-38.

51 Епифанов, В. С. Многолетние травы в кормовом севообороте / В. С. Епифанов // Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию со

дня рождения проф. Г. Б. Гальдина (1928-1994). – Пенза, 2003. – С. 59-61.

52 Внедрение ресурсосберегающих технологий в земледелии – путь к повышению рентабельности производства [Электронный ресурс] / Д. И. Файзрахманов [и др.]. – Режим доступа: <http://www.kazgau.ru>.

53 Качанин, А. Л. Эффективность гербицидов и способов механической обработки при их различной интенсивности на засоренность посевов и продуктивность полевых культур в севооборотах / А. Л. Качанин, Н. А. Нужная // Состояние систем земледелия, пути повышения их продуктивности и экологизации при различных формах хозяйствования: сб. науч. тр. – Каменная степь, 1996. – С. 7-10.

54 Кружков, Н. К. Защита посевов зерновых бобовых культур от сорняков / Н. К. Кружков, А. П. Исаев // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 21-22.

55 Организация полноценного кормления высокопродуктивных коров: рекомендации / В. М. Косолапов [и др.]. – М.: РЦСК, 2008. – 62 с.

56 Провести анализ и разработать рекомендации по совершенствованию системы кормопроизводства в России для обеспечения ускоренного развития животноводства: отчет о НИР (заключ.): 1.5 / ФГНУ «РосНИИПМ»; рук.: Балакай Г. Т., Селицкий С. А. – Новочеркасск, 2007. – 188 с. – Исполн.: Егорова О. В., Рычкова М. И., Боршевская О. А. [и др.]. – № ГР 01200801023. – Инв. № 02200800203.

57 Колесников, В. А. Энергосберегающая технология при омоложении старосеяного травостоя / В. А. Колесников // Кормопроизводство. – 2009. – № 11. – С. 3-4.

58 Голобородько, С. П. Энергетическая эффективность орошаемого кормопроизводства / С. П. Голобородько, Е. И. Голобородько // Земледелие. – 1998. – № 3. – С. 29.

59 Баскаков, О. А. Вопросы экономической оценки производства кормов / О. А. Баскаков // Обеспечение эффективного функционирования производственного потенциала АПК России в условиях рыночных отно-

шений: тез. докл. межрегион. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – ВГАУ: Воронеж, 1993. – С. 4-6.

60 Селицкий, С. А. Повышение продуктивности орошаемого гектара при выращивании кормовых культур / С. А. Селицкий, О. В. Егорова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ»; под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: Геликон, 2010. – Вып. 43. – С. 151-156.

61 Попов, В. В. Корма из зернофуражных культур: новые решения в повышении качества [Электронный ресурс] / В. В. Попов. – Режим доступа: [http:// agroobzor.ru](http://agroobzor.ru).

62 Скорляков, В. И. Энергосбережение при уборке зерновых и послеуборочной обработке почвы / В. И. Скорляков, В. В. Мерзликин, В. Е. Шилин // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / Всерос. науч.-исслед. ин-т электрификации сел. хоз-ва. – М., 2004. – Ч. 2. – С. 174-178.

63 Рекомендации по возделыванию кормовых смесей на орошаемых землях Ростовской области / Г. Т. Балакай, С. А. Селицкий, О. В. Егорова, Т. П. Андреева. – Новочеркасск: Геликон, 2011. – 12 с.

64 Селицкий, С. А. Перспективы развития кормопроизводства в Ростовской области / С. А. Селицкий, О. В. Егорова, О. А. Боршевская // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 38-40.

65 Этапы современного кормопроизводства [Электронный ресурс] // Сельскохозяйственные вести. – 2003. – № 1. – Режим доступа: [http:// www.agri-news.spb.ru](http://www.agri-news.spb.ru)

66 «Krone» (Германия) – кормозаготовительная и сенная техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.technocomservis.ru](http://www.technocomservis.ru).

67 Технология заготовки сенажа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.fadr.msu.ru](http://www.fadr.msu.ru).

68 Продуктивность и агроэнергетическая оценка возделывания поливидовых посевов при уборке на сенаж / А. В. Васин [и др.] // Кормопроизводство. – 2009. – № 2. – С. 24-27.

69 Зыкович, С. Н. Принципиальная схема производства кормовых гранул из смеси зеленой массы кормовых культур и грубого корма / С. Н. Зыкович, М. Г. Желтунов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2006. – № 3 (23). – С. 66-68.

70 Проведение научных исследований и разработка агробиологических основ формирования высокопродуктивных поливидовых агрофитоценозов многолетних трав и однолетних кормовых культур для производства кормов в системе специализированных конвейеров, обеспечивающих равномерное круглогодичное кормление высокопродуктивных коров: отчет о НИР (заключ.): Госконтракт № 1308/13 от 18.06.09 / ФГНУ «РосНИИПМ»; рук. Щедрин В. Н., Балакай Г. Т. – Новочеркасск, 2009. – 455 с. – Исполн.: Селицкий С. А., Егорова О. В., Андреева Т. П. [и др.]. – № ГР 01200962564. – Инв. № 02200953774.

71 Хохрин, С. Н. Корма и кормление животных: учебное пособие / С. Н. Хохрин. – СПб.: Лань, 2002. – 512 с.

72 Егорова, О. В. Поливидовые посевы многолетних трав на орошаемых землях Предгорного района Ставропольского края [Электронный ресурс] / О. В. Егорова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 1(01). – 13 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipmsm.ru/archive?n=1&id=18>. – Шифр Информрегистра 0418000021/0105.

73 Балакай, Г. Т. Ресурсосберегающая технология возделывания многолетних травосмесей на орошаемых землях: рекомендации / Г. Т. Балакай, С. А. Селицкий, О. В. Егорова // М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010. – 21 с.

74 Дронь, А. А. Технология возделывания эспарцета на орошаемых землях / А. А. Дронь; под ред. В. Н. Щедрина // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2007. – Вып. 37. – С. 99-102.

75 Воеводина, Л. А. Проблемы и перспективы возделывания козлятника восточного на юге России / Л. А. Воеводина // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ»; под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: Геликон, 2007. – Вып. 37. – С. 97-99.

76 Михайлова, А. Г. Козлятничко-кострецовые травосмеси – резерв повышения продуктивности кормовых угодий / А. Г. Михайлова // Земледелие. – 2008. – № 2. – С. 29-30.

77 Селицкий С. А. Продуктивность кормовых культур в условиях выращивания Предгорного района Ставропольского края / С. А. Селицкий // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 45. – Новочеркасск: Геликон, 2011. – С. 143-147.

78 Попов, В. В. Качество кормов в решении проблемы растительного белка / В. В. Попов // Кормопроизводство. – 2001. – № 3. – С. 24-27.

79 Банкрутенко, А. В. Срок уборки кормовых бобов на зеленую массу / А. В. Банкрутенко // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 34.

80 Заслонкин, В. П. Смешанные посевы суданской травы с соей / В. П. Заслонкин, С. А. Ходаев, А. Т. Красникова // Кукуруза и сорго. – 1988. – № 4. – С. 29-30.

81 Новоселов, Ю. К. Ресурсосберегающие технологические приемы возделывания ярового рапса и их экономическая эффективность / Ю. К. Новоселов // Кормопроизводство. – 2009. – № 6. – С. 17-21.