

УДК 633.2.039:631.811:631.675

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ НА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВСТОЯХ

И. В. КОБОЗЕВ, А. Б. БУСУРМАНКУЛОВ

(Кафедра луговодства)

В статье впервые дается обоснование эффективности и экологической безопасности интенсификации кормопроизводства, в том числе применения животноводческих стоков на кормовых угодьях. Обобщаются результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию новых технологий и технологических средств при использовании животноводческих стоков.

Целью исследования является обоснование наиболее рациональных способов использования животноводческих стоков. Исследования проведены в хозяйствах Московской, Кировоградской обл. и в Республике Молдова. В исследованиях использовались общепринятые методы [5, 7]. Испытания систем и устройств по применению сточных вод проведены по утвержденным методикам, результаты испытаний подтверждены протоколами ведомственных, межведомственных и государственных комиссий [5].

Организация деятельности любой производственной структуры и тем более сельскохозяйственного предприятия должна базироваться на

принципах функционирования биосферы, которая является самой совершенной кибернетической системой. Поле, луг, хозяйство можно рассматривать как агроэкосистему [2, 4, 5]. В любой же агроэкосистеме каждый вид имеет свои интересы, которые он решает в соответствии с обладаемой им информацией, развитие которой позволяет осваивать те или иные источники энергии и вещества [1, 2]. В процессе жизнедеятельности каждый вид портит свое место обитания, но в дикой природе эта порча нейтрализуется другим видом и является непременным условием его процветания. Так образуются замкнутые биогеохимические циклы

[1]. Таким же образом должна быть построена деятельность человека, в том числе и функционирование животноводческих хозяйств [2, 4, 5].

В условиях товарного производства деятельность предприятия направлена на решение прежде всего экономических интересов, которые заключаются в получении прибыли. Этот процесс описывается формулой 1:

$$\begin{aligned} \Pi_p &= B - Z = E_\phi \Pi_\phi - E_T \Pi_T = (1) \\ &= E_\phi \Pi_T \cdot \gamma - E_T \Pi_T = \Pi_T (E_\phi \cdot \gamma - E_T) = \\ &= \Pi_T (E_\eta \cdot \gamma - E_T) = \Pi_T E_T (\eta \cdot \gamma - 1), \end{aligned}$$

где Π_p — прибыль; B — рыночная стоимость реализованной продукции (выручка); Z — затраты на производство и реализацию с.-х. продукции; $B = E_\phi \cdot \Pi_\phi$; E_ϕ — энергия, заключенная в продукции; Π_ϕ — ее реализационная цена; $Z = E_T \cdot \Pi_T$; E_T — затраты антропогенной (техногенной) энергии на производство и реализацию продукции; Π_T — цена техногенной энергии; γ — коэффициент диспаритета цен; $\gamma = \Pi_\phi : \Pi_T$; $\Pi_T = \gamma \Pi_\phi$; $\Pi_\phi = \Pi_T \cdot \gamma$; η — коэффициент энергетической окупаемости производства продукции; $\eta = E_\phi : E_T$; $E_\phi = \eta \cdot E_T$.

Таким образом, чтобы повысить экономическую эффективность, необходимо прежде всего отрегулировать ценовую политику, т. е. увеличить до определенных размеров цену на сельскохо-

зяйственную продукцию, так чтобы обеспечить полную ее реализацию и компенсировать затраты на производство. Это достигается через снижение коэффициента диспаритета цен — γ , в том числе и путем уменьшения цен на энергоносители.

Если учесть, что η — коэффициент энергетической эффективности выращивания растениеводческой продукции, в частности многолетних трав, колеблется в пределах 2-4, то γ — коэффициент диспаритета цен должен находиться в пределах 0 - 2. В настоящее время 1 МДж энергии, заключенный в сельскохозяйственной продукции (в частности в кормах), стоит около 10 коп., а 1 МДж техногенной энергии, например в бензине, — 60-100 коп., т. е. γ — равен 6-10. Следовательно, чтобы окупалось производство сельскохозяйственной продукции, η — коэффициент энергетической эффективности с учетом ликвидации экологических последствий интенсификации производственного процесса должен быть не менее 8. Это достигается, и то очень редко, пока только на многолетних травостоях.

Какой же выход? Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к формуле 1. Техногенная (антропогенная)

энергия состоит из энергии, затрачиваемой в физических процессах — $E_{\text{физ}}$ (горючее, техника и т. д.); и энергии, направленной на получение новой информации, на развитие научной мысли E_i т. е. $E_T = E_{\text{физ}} + E_i$. Следует иметь в виду, что $\eta = fE_i/E_{\text{физ}}$. Поэтому формула 1 превращается в равенство 2:

$$\Pi_p = f\Pi_T E_T (E_i : E_T : \gamma - 1) \quad (2)$$

Формула 2 показывает, что при росте наукоемкости технологий, когда $E_i \rightarrow E_T$, а в совокупных энергетических затратах доля энергии, затраченной в физических процессах, уменьшается, т. е. $E_{\text{физ}} \rightarrow 0$ наиболее полно реализуется возможность повышения прибыли: $\Pi_p \rightarrow \infty$. Об этом свидетельствует решение 3 формулы 2.

$$\begin{aligned} E_T \cdot \Pi_T E_T (E_i : 0 : \gamma - 1) &= \\ = \Pi_T \cdot E_i (\infty - 1) &= \infty \end{aligned} \quad (3)$$

Анализируя формулу (1), можно отметить, что увеличение прибыли (Π_p) достигается путем повышения товарности производства, т. е. ростом объема реализуемой продукции — $E_{\text{ф}}$, который в значительной степени определяется ценами на нее — $\Pi_{\text{ф}}$, а также защитой интересов отечественных товаропроизводителей. Товарность в животноводстве выше, чем в кормопроизводстве. Только через развитие животновод-

ства можно поднять на более высокий уровень все сельское хозяйство России, тем более, что при этом появится необходимость возделывания разных кормовых культур, которые имеют, как правило, огромное средообразующее, фитомелиоративное, фитосанитарное, ресурсосберегающее, почвозащитное значение. Благодаря кормовым культурам создается биологическое и технологическое многообразие, которое является основой стабилизации производства, построения севооборотов и обеспечения адаптивно-ландшафтного ведения хозяйства. Развитие животноводства неизбежно связано с увеличением производства отходов — стоков и навоза, которые необходимо быстрее вовлекать в биогеохимический круговорот для интенсификации продукционного процесса по расширяющей спирали [4, 5, 7].

В определенной степени на коротком промежутке времени прибыль можно увеличить путем снижения техногенной энергии — E_T . Однако экстенсивный путь ведения хозяйства быстро приводит к снижению производства продукции $E_{\text{ф}}$. Поэтому наиболее правильный путь — изменение структуры E_T на основе роста наукоемкости производства. Это позволяет дать ответ на вопросы: куда, сколь-

ко, когда и как дать техногенную подпитку?

Увеличение наукоемкости технологий утилизации животноводческих стоков позволит снизить энергетические затраты по их подготовке, транспортировке, распределению в почве путем увеличения производительности, снижения металло- и энергоемкости машин и систем и улучшения использования стоков растениями в продукционном процессе. При этом следует отметить, что экологические последствия, как правило, уменьшаются за счет увеличения поглотительной способности экосистемы, которая тем выше, чем выше ее продуктивность.

Таким образом, можно сказать, что только за счет роста наукоемкости технологий в сельском хозяйстве достигается безостановочное его развитие. При этом важно ускорить внедрение достижений науки и техники, а также повысить скорость производственных циклов путем уплотнения севооборотов, многократного использования травостоев, интенсификации их роста, сокращения сроков на все рабочие процессы и операции (внесение удобрений, в том числе животноводческих стоков, скашивание, подготовка почвы и т. д.).

Как уже говорилось выше, каждый вид портит свое мес-

то обитания. Если рассматривать животноводческий комплекс с окружающими его лугами и полями как агроэко-систему, то экологические последствия (ЭП) животноводства в своем энергетическом выражении ($E_{эп}$) определяются формулой 4, выведенной в [2, 4]:

$$E_{эп} = N e_n (1 - \tau^2) - \tau E K_{ст} \quad (4)$$

где N — численность консумента в экосистеме, в данном случае поголовье скота в животноводческом комплексе; e_n — удельное энергопотребление; τ — коэффициент использования результатов продукционного процесса (фотосинтеза), в данном случае кормов, с учетом затрат на заготовку, транспортировку, хранение и скармливание; $K_{ст}$ — коэффициент стабильности E — продукционного процесса системы (производства кормов) по годам.

Из формулы следует, что для снижения отрицательных экологических последствий животноводства можно уменьшать поголовье животных. Однако при этом ухудшается снабжение населения продукцией животноводства, что ведет к увеличению экологического экстремизма, тем более при этом может снизиться прибыль от животноводства (Π_p). Умень-

шение поголовья скота (N) может привести к снижению τ -ухудшению использования продуктов фотосинтеза (кормов), а следовательно, и к увеличению отрицательных экологических последствий.

Нельзя идти путем снижения удельного энергопотребления e_n , т. е. путем ухудшения кормления животных, так как при этом падает их продуктивность и уменьшается τ — отдача от использования кормов. Остается только три способа снижения экологических последствий.

Первый из них — увеличение τ -коэффициента использования результатов продуктов фотосинтеза, что достигается через вовлечение в оборот отходов, в том числе и животноводческих стоков, на основе снижения затрат по их использованию.

Второй путь — интенсификация продукционного процесса в фотосинтезирующей части экосистемы на основе роста наукоемкости технологий и ускорения производственных циклов, включая процесс внедрения научных достижений.

Третий путь — повышение $K_{ст}$ — стабильности продукционного процесса.

$K_{ст}$ — коэффициент стабильности продукционного процесса определяется уравнением 5:

$$K_{ст} = 1 - K_v = 1 - (\Delta \bar{E}) : \bar{E}, \quad (5)$$

где K_v — коэффициент варьирования производства энергии (кормов) в агроэкосистемах по годам; \bar{E} — среднее значение этого производства; $\Delta \bar{E}$ — среднее колебание его по годам.

Следовательно, чтобы стабилизировать производство, нужно уменьшить $\Delta \bar{E}$ — колебание его по годам и увеличить его средний уровень — \bar{E} . Все это достигается через рост наукоемкости технологий. На практике это обеспечивается применением животноводческих стоков по наукоемким технологиям, которые ведут не только к повышению и стабилизации продуктивности кормовых угодий, но и к росту η , а также снижению экологических последствий и ускорению производственных циклов. Такие технологии основаны на достижениях науки, новых изобретениях, а не на простом росте технической оснащенности и энергоемкости процессов. Следует отметить, что наиболее стабильной урожайностью обладают многолетние травостой, особенно культурные сенокосы и пастбища [4, 5].

Следует отметить, что чем выше природная урожайность кормовых угодий, тем выше ее стабильность и конечная продуктивность (после использования E_r), тем меньше отрицательные экологические последствия от

животноводства. Следовательно, для применения животноводческих стоков подходят фитоценозы с наибольшей потенциальной продуктивностью (кукуруза на силос, многолетние травы многоукосного использования, культурные пастбища). При этом надо изначально создавать высокопродуктивные фитоценозы, отзывчивые на внесение животноводческих стоков.

Наиболее полно принцип замкнутости и ускорения производственных циклов при утилизации навозных стоков животноводческих комплексов реализуется на многолетних травостоях, особенно на культурных пастбищах. При организации применения этих стоков в качестве удобрений важно учитывать следующее:

— ближайшие и отдаленные экологические последствия;

— санитарно-гигиенические и экологические ограничения;

— подбор травосмесей, хорошо реагирующих на внесение стоков, увеличение урожайности, выдерживающих частые скашивания или стравливания, а также частые и обильные поливы животноводческими стоками;

— подготовка почвы и поверхности луга к внесению животноводческих стоков

так, чтобы исключалось загрязнение окружающей среды;

— разработка таких технологий и технических средств по использованию сточных вод, которые бы исключали распространение болезней и загрязнение окружающей среды, т. е. должна быть соблюдена санитарно-гигиеническая и экологическая безопасность;

— разработка высокопроизводительных и экономически эффективных средств по использованию животноводческих стоков.

Исследования с целью подбора многолетних трав и травосмесей, отзывчивых и устойчивых к орошению сточными водами, в том числе животноводческими стоками, были начаты на кафедре луговодства под руководством Н. Г. Андреева и Г. Е. Мерзлой [6]. К настоящему времени выявлено, что для утилизации животноводческих стоков наиболее подходят травосмеси, включающие кострец безостый, люцерну изменчивую, ежу сборную, тимopheевку луговую. Неплохо переносят орошение животноводческими стоками лисохвост луговой, мятлики луговой и болотный, овсяницы луговая и тростниковая, клевер луговой.

В составе животноводческих навозных стоков имеет-

ся илистая фракция, обогащенная питательными веществами, в первую очередь фосфором и калием. При длительном орошении такими стоками образуется наилок, который обогащен фосфором и калием и часто имеет щелочную реакцию. Такие условия заилиения лучше всего выдерживают кострец безостый, люцерна изменчивая, клевер луговой, лисохвост луговой, мятлик болотный и овсяница тростниковая.

Отзывчивость и устойчивость многолетних трав к длительному применению животноводческих стоков значительно повышаются при дополнительном внесении кислых форм азотных удобрений (аммиачной селитры, сульфата аммония) в дозе 40-80 кг/га N (по д. в.). Внесение азота нейтрализует избыток фосфора и калия в стоках и усиливает рост и развитие трав, повышая вынос всех вносимых элементов питания. Кроме того, животноводческие навозные стоки имеют, как правило, щелочную реакцию, обусловленную не только процессами аммонификации, но и наличием щелочных препаратов — моющих веществ. Кислые удобрения частично нейтрализуют щелочность.

Щелочная реакция в почве ухудшает водно-физические

свойства почвы: в сухом состоянии на ней образуется корка, пахотный горизонт приобретает большую связность, твердость, глыбистость и плохую водопроницаемость. При увлажнении же почва подвергается пептизации, она расплывается в виде геля, что ведет к ухудшению воздушного режима. Поэтому при возделывании трав на участках, орошаемых животноводческими стоками, почву необходимо периодически рыхлить щелечанием и орошать чистой водой. Это обеспечивает не только удаление щелочных веществ, но и увеличение урожайности трав, их надземной массы, способствует накоплению гумуса и улучшению водно-физических свойств почвы. Интересно, что ежа сборная также хорошо переносит орошение животноводческими стоками, так как подкисляет почву.

Частое скашивание и стравливание травостоев, мощное нарастание органических остатков рано или поздно приводят к вырождению травостоев. Поэтому своевременное их перезалужение является непременным условием повышения продуктивности культурных сенокосов и пастбищ и эффективного использования навозных стоков. При перезалужении сенокосов и пастбищ необходимо

проводить измельчение и уничтожение дернины, обработку и подготовку почвы для посева многолетних трав.

При освобождении навозохранилищ перезалужение старовозрастных травостоев лучше всего начинать с внесения неосветленных животноводческих стоков, например, с помощью РЖТ-16, а лучше с помощью оснащенных выпускными окнами шлейфов-трубопроводов или поливных трубопроводов из капроновой мелиоративной ткани. Доза внесения может составить до 120 м³/га.

Обработку почвы и измельчение дернины целесообразно начать во второй половине лета и закончить выравниванием до переувлажнения почвы.

Если необходимо, то культивацию с выравниванием следует повторить весной. При возобновлении лугов и пастбищ на тяжелых минеральных почвах с мощным слоем дернины при первичной обработке проводят вспашку на глубину 10-12 см и дискование. При мелкой вспашке используют плуги общего назначения (ПН-8-36 или ПЛН-6-35) агрегируемые с тракторами К-701 и Т-150К. Однако в этом случае трактор не полностью загружается, поэтому целесообразно удлинить раму плуга и дополнительно уста-

новить по одному корпусу. На супесчаных почвах дернину измельчают дисковыми боронами БДТ-7 (вспашка не обязательна). Закочкаранные и засоренные почвы вспахивают.

Мощную и с сорняками дернину рекомендуется уничтожать гербицидами в июле-августе тракторным опрыскивателем. Полосы шириной 1 м возле каналов опрыскивания не подлежат. Спустя 30-40 дней приступают к обработке почвы.

При возобновлении закочкаранных лугов и пастбищ рекомендуется проводить фрезерование на глубину до 10 см с последующей вспашкой или фрезерованием через 10-15 дней на глубину 20 см. На каменистых почвах фрезы не применяются.

После вспашки и дискования на поверхности почвы остается много неизмельченной дернины, которая препятствует посеву травосмесей, а при достаточной влажности быстро отрастает. Поэтому при перезалужении лугов и пастбищ дернину следует уничтожать не только плугами, но и другими возможными способами.

Поскольку животноводческие стоки обогащены фосфором и калием, азот находится в минимуме, то при посеве трав при перезалужении сенокосов и пастбищ, ороша-

емых этими стоками, вносят только азотные удобрения (под культивацию или боронование — по 40-60 кг/га). Перед посевом травосмесей проводят прикатывание, если почва сухая. Посев проводится с прикатыванием кольчатыми боронами.

Травосмеси из бобовых и злаковых трав на минеральных почвах целесообразно высевать с покровной культурой, а на аллювиально-болотистых — без нее. Покровная культура (овес и викоовсяная смесь) используется на зеленый корм.

Следует отметить, что перед каждым перезалужением сенокосов и пастбищ рекомендуется проводить тщательный агрохимический анализ почвы, в том числе на содержание тяжелых металлов, поскольку ими могут быть обогащены животноводческие стоки, а также изучать грунтовые воды на предмет их загрязненности, кроме того, необходимо осуществлять санитарно-ветеринарное обследование.

При использовании навозных стоков на многолетних травостоях должны решаться следующие задачи: предотвращение сброса стоков и загрязнения ими водоемов, местности, грунтовых вод; повышение урожайности травостоев и плодородия

почв; сокращение расхода поливной воды и минеральных удобрений.

Способы применения стоков должны исключать заражение людей болезнями и отвечать требованиям охраны труда и техники безопасности. Животноводческие стоки следует применять в первую очередь для орошения кормовых культур при фермского севооборота, расположенного вне пойм рек. Под вспашку вносится 50—80 т неосветленных стоков на 1 га. На орошаемых культурных сенокосах и пастбищах, расположенных вне пойм рек, можно вносить стоки, разбавленные водой, или вначале проводить полив стоками, а затем чистой водой.

На сенокосах и пастбищах, расположенных в поймах и на торфяниках, стоки применяют, если грунтовые воды находятся на уровне не менее 60-80 см. При этом стоки по 50-80 т/га (осветленные — на пастбищах, неосветленные — на сенокосах) вносят только после первого укуса или стравливания. Не применяют стоки под последний цикл стравливания и осенью в конце вегетационного периода.

На сенокосах и пастбищах, расположенных на водоразделах (суходолах), навозные

стоки вносят под каждое отрастание, в том числе и перед последним стравливанием или укосом. При внесении неосветленных стоков используют жижесбрасыватели типа РЖТ-8, РЖТ-16 или разборный трубопровод РТ-180 под вспашку, применяя при этом дождеватели типа ДД-30. Осветленные навозные стоки вносят с помощью дождевальных шлейфов с карусельными дождевателями типа КД-10 «Тимирязевец» с укороченными консолями или с помощью дождевального колесного трубопровода для внесения стоков ДКН-80, а также электрифицированной машиной фронтального действия «Коломенка-100».

Использование травостоев на кормовые цели и их стравливание разрешается не раньше, чем через 20 дней после внесения стоков. Не следует использовать стоки в приустьевой пойме и на участках с песчаными и песчано-гравийными почвогрунтами, а также на не обвалованных землях с уклоном более 0,025-0,030. Без обеззараживания допускается использование стоков только после их хранения в карантинных хранилищах в течение 6 дней.

Чтобы не вызвать повреждения листьев многолетних

трав, концентрация азота в стоках не должна превышать 0,1% при внесении под бобовые травы и злаки первого года и 0,15% — под многолетние злаковые травы последующих лет жизни.

На прифермских участках пастбищ, подлежащих перезалуживанию, стоки можно вносить под вспашку напуском, применяя для этого разборные или гибкие трубопроводы с клапанами-водо-выпусками или поливные шлейфы трубопроводы.

Годовая норма животноводческих стоков определяется по выносу азота, фосфора и калия урожаем многолетних трав по следующей формуле:

$$M = B / K_1 K_2 C,$$

где M — годовая норма внесения стоков, $m^3/га$; B — вынос питательных веществ урожаем, $кг/га$; $K_1 = 0,7$ — коэффициент использования питательных веществ травами; $K_2 = 0,82$ — коэффициент, учитывающий потери аммиачного азота при поливе; C — содержание питательных веществ в стоках, $кг/м^3$.

За расчетную норму принимается наименьшая из трех полученных величин, а недостающее количество питательных веществ вносится с минеральными удобрениями.

Экологически безопасная суммарная норма внесения животноводческих стоков рассчитывается по фосфору, поскольку он находится в максимуме. Если содержание подвижного фосфора в пахотном слое составляет 15 мг/100 г почвы и более, то животноводческие стоки применяют из расчета внесения 100-120 кг P_{2O_5} , или 60-90 м³/га, с обязательным добавлением минеральных азотных удобрений (примерно 120-180 кг/га N в год). Азотные удобрения можно вносить отдельно разбрасывателями или туковыми сеялками, но наибольший эффект получается при одновременном их внесении совместно со стоками, в последнем случае наилучшим образом достигается оптимальное соотношение N : P : K.

В настоящее время разработана методика, позволяющая быстро определять содержание в животноводческих стоках основных минеральных веществ по плотности (удельной массе). Выявлено, что плотность стоков и содержание в них азота, фосфора, калия, кальция, магния и других элементов взаимосвязано между собой. Поэтому, построив графики такой зависимости, можно использовать их для быстрого определения концентрации мине-

ральных элементов в стоках. Использование этого метода позволяет своевременно регулировать дозы внесения животноводческих стоков.

Применение животноводческих стоков может увеличивать урожайность травостоев в 1,5-3,5 раза. Вблизи крупных животноводческих комплексов из-за технических и экономических причин обычно происходит их избыточная концентрация. В то же время обеспечение периферийных полей такого рода удобрениями затрудняется в значительной мере из-за удорожания транспорта. Например, в 1987 г. транспортировка навозных стоков с помощью цистерн и прицепов РЖТ-9, РЖТ-16 окупалась при расстоянии до 6 км, а в настоящее время — лишь только до 1 км.

Более эффективно внесение животноводческих стоков с использованием трубопроводов и оросительных систем. Сотрудниками ОНИЛ технологии и механизации орошения кафедры луговодства МСХА им. К. А. Тимирязева совместно со специалистами совхоза «Искра» Солнечногорского района Московской обл. разработана и испытана технология внесения неосветленных животноводческих стоков, повышающих буферные свойства почвы.

Удобрения подаются погружной навесной насосной станцией с S-образным измельчителем в гибкие мелиоративные капроновые трубопроводы или в трубы РТ-180 и дождевальные шлейфы с модифицированным аппаратом КД-10 «Тимирязевец».

Затраты на перекачивание разжиженного навоза к полям значительно (в 3,5-4 раза) ниже, чем на перевозку того же количества навоза колесным транспортом.

Особый интерес представляют оросительные передвижные комплекты ТСХА, модули которых расположены по координатной шатматной схеме (авт. свид. № 1534657, 1989 г.). В этом случае после орошения, проводимого в течение 1-3 лет, каждый модуль рассчитан на площадь от 30 до 300 га и за несколько рабочих смен без разборки его передвигают на соседний участок, благодаря чему не допускается загрязнение почвенного покрова и грунтовых вод, сокращаются затраты на орошение. Один из таких комплектов в 1992 г. передан в АО «Воронovo»

В ОНИЛ технологии и механизации орошения кафедры луговодства МСХА им. К. А. Тимирязева разработаны экологически безвредный способ применения животно-

водческих неосветленных стоков и соответствующая машина. По этой технологии перед поливом стоками и после него травостой орошается чистой водой. Это обеспечивается благодаря тому, что контур осадков из воды больше контура дождя из стоков. Разбавление последних происходит в машине. По периферии участка машина подает дождь только из чистой воды. Но самое главное, что все перечисленные операции машина осуществляет синхронно за один проход (над дождем из стоков распыляется чистая вода). Разработка признана изобретением (авт. свид. № 1968327, 1994 г.).

При таком поливе предотвращаются проскакивание стоков по трещинам в почве, так как она первоначально орошается чистой водой. Стоки разбавляются и смываются с травы, а испарение и улетучивание газов, в том числе азотистых, подавляются дождем из чистой воды. Последний как бы защищает людей и животных от дождя из стоков. Эффективность такого орошения подтверждена экспериментально (таблица). При этом по отдельному трубопроводу подается бесподстилочный навоз, содержание сухого вещества в котором может достигать 9%,

**Эффективность разных способов применения
животноводческих стоков крупного рогатого скота
на многолетних травах (в среднем за 4 года)**

Показатель	Освет- ленные разбав- ленные стоки	Неразбавлен- ные неосвет- ленные сто- ки + полив чистой водой	Предла- гаемый способ по авт. свид. № 1968327
Сбор сухого вещества, т/га (НСР ₀₅)	14,2	15,8	16,4
Сбор сухого вещества с учетом поедаемости, т/га (НСР ₀₅)	11,4	13,4	14,3
Вынос азота поверхностным сто- ком за пределы делянки за 1-й год, кг/га	23,1	18,3	7,2
Затраты на реутилизацию 1 т неосветленных и неразбавлен- ных стоков, коп. (цены 1987 г.)	42	21	19
Себестоимость 1 корм. ед., коп. (цены 1987 г.)	4,7	3,5	3,1
Содержание сырого белка в сухом веществе, %	18,5	18,0	18,6
Вынос азота с поедаемой над- земной массой, кг/га	339,2	398,5	421,0
Вынос азота надземной массой травостоя, кг/га	420,3	455,0	488,7
Внесено азота со стоками, кг/га	330,0	345,5	345,0

его разбавление происходит в машине. Это уменьшает затраты на транспортировку бесподстилочного навоза.

В целом следует отметить, что крупные животноводческие комплексы и фермы создали значительные экологические проблемы. Например, в бывшем колхозе «Октябрь» Кировоградской обл. в течение нескольких лет животноводческие стоки накапливались в хранилище, вы-

полненном в виде копани глубиной до 10 м, которая была расположена на расстоянии 200-250 м от террасы балки, где находился пруд. В результате постепенного промачивания грунта стоками и развития в нем микроорганизмов образовался плывун. В 1976 г. произошел залповый прорыв стоков в балку, и только зарегулированность местного стока прудами позволила избежать

сильного загрязнения ниже-лежащих водоемов по течению р. Бешка [7].

В некоторых регионах, например в Молдове, крупные животноводческие комплексы с гидросмывом навоза оказались источником загрязнения подземных вод. Загрязненная вода из-за каменистого основания с внутригрунтовыми стоками попадает в колодцы и ручьи. В этом случае процесс приобретает характер уже подлинной экологической катастрофы регионального значения.

Следует учесть, что стоки крупных животноводческих комплексов часто загрязняются металлами, в том числе тяжелыми, антибиотиками, содой и другими моющими веществами, полимерными материалами, которые при контакте с хлористыми соединениями под действием солнечных лучей могут превращаться в диоксиды. Поэтому совершенствование технологий сбора и утилизации отходов животноводческих ферм является важной экологической задачей.

Наиболее рациональным путем реутилизации животноводческих стоков является предложенный нами способ орошения ими культурных пастбищ и сенокосов без осветления, но после обеззараживания. В этом случае

соломистая, илистая и коллоидная части жидкого навоза способствуют улучшению агрохимических свойств почвы, повышая ее буферность, увеличивая микробиологическую активность.

Таким образом, при создании новых, экологически безвредных технологий необходимо учитывать требования не только какого-то отдельного элемента агроэкосистемы, но и всей совокупности биогеоценозов.

Внесение животноводческих стоков на культурных пастбищах под каждое отрастание, т. е. 4-6 раз за сезон, позволяет, во-первых, избежать накопление больших масс жидкого навоза, во-вторых, предотвратить стрессовые ситуации в фитоценозе.

Пропашные культуры в полевых опытах также показали высокую отзывчивость на применение неосветленного жидкого бесподстилочного навоза, вносимого РЖТ-9. Однако во время вегетации применение такого навоза становится невозможным, поскольку требуется разрушение кольматирующей илстой фракцией слоя, которое затруднено из-за смыкания рядков или большой высоты растений.

Необходимо отметить, что внесение животноводческих

стоков с помощью РЖТ-9, РЖТ-16 и тяжелых тракторов Т-159К, К-701, особенно в весенний и осенний периоды, часто вызывают сильное уплотнение почвы и образование глубоких следов, разрушение пахотного горизонта.

По данным ряда длительных опытов, внесение животноводческих стоков на культурных пастбищах и сенокосах с трехкратным скашиванием позволяет увеличивать сбор обменной энергии на 25-40 ГДж/га, что равнозначно получению дополнительно хорошего урожая сена. С учетом изменения плодородия почвы энергетическая прибавка составляет 80-120 ГДж/га. Таким образом, бесподстилочный навоз при использовании его для подкормки многолетних трав из загрязнителя окружающей среды превращается в мощный фактор интенсификации продукционного процесса. Более того, при внесении навоза соблюдается «закон возврата» и обеспечивается относительная замкнутость биогеохимических циклов в агроэкосистеме.

Однако в условиях экономического кризиса даже очень энергетически эффективные и экологически безопасные технологии могут оказаться невостребованны-

ми из-за малой их прибыльности. В настоящее время все больше увеличивается диспаритет цен в пользу промышленных товаров и техногенной энергии в ущерб сельскохозяйственному производству. Например, в 1975-1982 гг. цена 1 МДж энергии, заключенной в зерне озимой пшеницы, стабильно составляла 1 — 1,5, а в топливе и бензине — лишь 1-1,3 коп. На конец 2001 г. эти показатели стали следующими: по фуражному зерну — 10-18 коп. (в 10-13 раз больше), дизельному топливу — 60-80 коп. (в 45-80 раз больше), т. е. коэффициент диспаритета повысился в 2,3-8,0 раз. При отсутствии дотаций сельскохозяйственного производства при таких темпах роста диспаритета цен в пользу промышленных товаров хозяйства вынуждены переходить на экстенсивное земледелие, которое приведет, в конечном счете, во-первых, к снижению плодородия почв; во-вторых, к значительному выводу земель из сельскохозяйственного оборота; в-третьих, к росту социально-экономической напряженности в обществе. Замедлить этот процесс в конкретном отдельном хозяйстве можно за счет использования севооборотов с насыщением многолетними бобовыми травами. Однако

возникает вопрос об эффективности животноводства — потребителя кормов. Если до 1985 г. было целесообразнее полученный корм использовать в хозяйстве для кормления животных и получения животноводческой продукции, чем его продавать, то сейчас выгоднее найти покупателя кормов, чем заниматься животноводством. При кризисе экономики переработка сырья тормозится и усиливается распад. При этом дестабилизируется урожайность сельскохозяйственных культур, особенно интенсивного типа (кукурузы, корнеплодов и др. пропашных) [3, 4].

Следует отметить, что в условиях диспаритета цен сельскохозяйственное предприятие вынуждено перейти на максимальное самообеспечение, отказаться от применения минеральных удобрений и применять для продления срока использования многолетних трав подсев бобовых, семена которых оно производит у себя в хозяйстве, а также органические удобрения.

И все же следует помнить, что указанный диспаритет цен в условиях отсутствия правильной инвестиционной политики ведет к снижению прибыльности и свертыванию сельскохозяйственного

производства, причем в первую очередь продуктов животноводства.

Исследования убедительно показали, что из-за создавшегося диспаритета цен в пользу промышленных товаров рентабельность внесения бесподстилочного навоза с помощью РЖТ-16 в 1994-2001 гг. была ниже в 10-12 раз, чем в 1988 г., а с помощью оросительных систем — в 2—3 раза. Однако даже в 1994-2001 гг. этот прием был экономически целесообразным, а если принять во внимание экологическую сторону, то необходимым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1985. — 2. Жеруков Б. М., Кобозев И. В., Темирсултанов Э. Э. Основы социальной экологии. Нальчик: КБ ГСХА, 2001. — 3. Камгишлов М. М. Преобразование информации в ходе эволюции. М.: Знание, 1976. — 4. Кобозев И. В., Ахметов Р. Г. Ноогенез и аграрная экономика. М.: МСХА, 2000. — 5. Кобозев И. В., Тюльдюков В. А., Парахин Н. В. Предотвращение критических ситуаций в агроэко-

- темах. М.: 1995. — 6. Мерзлая Г. Е. Органические удобрения в луговом кормопроизводстве. — Кормопроизводство, 2001, № 4, с. 8-12. — 7. Тюльдюков В. А., Кобозев И. В., Хотов В. Х. и др. Разработка экологически безвредных систем кормопроизводства в условиях крупных фермерских хозяйств. — Изв. ТСХА, 1994, вып. 4, с.

*Статья поступила
7 февраля 2003 г.*

SUMMARY

Information-energetic principles of increasing economic and energetic efficiency and ecological safety in intensification of feed production, including application of livestock runoffs on feed areas, are described in the article. The results of scientific research and experimental design works on creating new technologies and technical facilities on using livestock runoffs are summarized.