

Одним из тяжелейших последствий экономического кризиса в земледелии Северо-Западного района РФ стала утрата обширного фонда сельскохозяйственных земель. За 30 последних лет Ленинградской, Псковской и Новгородской областями только пашни было утрачено более 500 тыс. га [1–3]. Практически половина оставшейся ее части не обрабатывается. В условиях мелкоконтурности сельскохозяйственных угодий, избыточности увлажнения и высокой лесистости необрабатываемые поля подвергаются быстрому зарастанию кустарником и мелколесьем. Сегодня площадь таких полей оценивается в 42...58 % от общей площади сельхозугодий отдельных субъектов региона при среднем запасе надземной биомассы древесно-кустарниковой растительности (ДКР) на 1 га в 132 т [2–4].

Деграционные процессы при этом усугубляются быстрым ухудшением физических, физико-химических и агрохимических свойств, определяющих эффективное плодородие региональных, преимущественно, дерново-подзолистых почв [3, 5–7]. В результате, наметившиеся в последние годы положительные сдвиги в развитии животноводства тормозятся ограниченностью возможностей для кормопроизводства [1, 4, 8]. Поэтому сегодня и в науке, и в реальном секторе экономики возросло внимание к проблеме теперь уже вторичного освоения запущенных земель, как правило, в той или иной степени закустаренных [4, 8–11].

Освоение закустаренной залежи – мероприятие весьма затратное. Его результативность определяется и обоснованностью выбора объекта освоения, и технологическим вариантом последнего, и характером сельскохозяйственного использования освоенного угодья [8–10, 12]. В прошлом основными приемами культуртехнической мелиорации были предварительная корчевка мелколесья и кустарника или непосредственная запашка их в почву – приемы во всех отношениях не идеальные [13]. В настоящее время на базе современной мелиоративной техники (в основном зарубежного производства) расширились возможности для более глубокой переработки ДКР в составе различных технологий освоения [8–10]. Наиболее

простые из них (на базе высокопроизводительных фрезерных машин – мульчеров) уже находят практическое применение. На Западе в рамках программ по сокращению выбросов в атмосферу диоксида углерода решаются вопросы преобразования любой сводимой растительности в биоуголь (биочар) [14]. Не снят с повестки дня и вопрос о возможности озоления ДКР, в прошлом активно изучаемый в ЛитНИИГиМе [15], а сегодня актуализированный высоким спросом на евродрова.

Целью исследования, выполненного авторами в условиях ООО «София» Тосненского района Ленинградской области в 2016–2019 гг., была оценка агроэкономической эффективности освоения закустаренной залежи с использованием различных технологических подходов и мелиоративных средств.

Проведению полевых экспериментов предшествовала оценка залежных земель хозяйства на предмет их культуртехнического и геоботанического состояния. В 2016 г. степень покрытости этих земель кустарником и мелколесьем колебалась от 26 до 79 %, а степень каменистости – от слабой до средней. 97 % ботанического состава ДКР приходились на ольху серую, осину, березу и иву. На участках сплошного зарастания продуктивность наземной биомассы находилась на уровне 120...180 т/га. В почвенном покрове преобладали тяжело- и среднесуглинистые глееватые дерново-подзолистые почвы, существенно утратившие прежний уровень плодородия (за последние 30 лет рНКС1 этих почв уменьшился с 6,38 до 5,36, а содержание подвижных форм фосфора и калия – с 265 и 244 до 183 и 121 мг/кг соответственно).

Мелкоделяночный модельно-полевой опыт был заложен в 2017 г. на участке залежи с предварительно сведенной ДКР возрастом 6...11 лет и продуктивностью наземной биомассы 100 т/га. Почва дерново-слабоподзолистая глееватая тяжелосуглинистая; на момент закладки опыта имела рНКС1 – 4,27 и содержала 54 мг/кг подвижных фосфатов, 123 мг/кг подвижного калия и 3,87 % органического вещества.

Опыт проводили по двухфакторной схеме: фактор А – заделываемые в почву продукты переработки ДКР: щепа с преобладающей фракцией 5...15 см (100 т/га), сечка (5...10 мм) с такой же дозой, биоуголь (10 т/га – экв. 100 т/га ДКР) и зола (1,05 т/га – экв. 100 т/га ДКР); фактор Б – комплекс химических мелиорантов (КМ):

- КМ1 – птичий помет (ПП) (20 т/га сухого вещества) + К70 + доломит сыромолотый (ДСМ) (1Нг – 10 т/га) при внесении в два слоя почвы (под вспашку и предпосевную обработку);

- КМ2 – ПП, 40 т/га + К140 + ДСМ (1Нг) при внесении в два слоя;

- КМ3 – ПП, 20 т/га + К70 + ДСМ (1Нг) с глубокой заделкой под плуг;

- КМ4 – ПП, 40 т/га + К140 + ДСМ (1Нг) с глубокой заделкой под плуг.

Абсолютным контролем служила запашка дернины при отсутствии мелиорантов. Площадь делянки – 3,3 м², повторность – трехкратная. Опыт развернут в полевом севообороте. В статье анализируются данные по его травяному звену «однолетние травы (овес Боррус на зеленый корм) с подсевом многолетних трав (смесь тимофеевки луговой Ленинградская 204, фестулолиума ВИК-90 и клевера лугового Орфей)–многолетние травы–многолетние травы».

В сходных геоморфологических условиях на среднеоккультуренной тяжелосуглинистой дерново-слабоподзолистой глееватой почве (рНКС1 = 5,47, содержание органического вещества – 5,94 %, подвижного фосфора и калия – 142 и 111 мг/кг соответственно) одновременно с мелкоделяночным опытом заложен производственный полевой эксперимент с аналогичным полевым севооборотом, но с опорой на более требовательные к плодородию почвы культуры и сорта. Здесь однолетние травы представляли смесь овса сорта Скакун и вики яровой Вера, а многолетние травы – тимофеевки луговой сорта Ленинградская 204, клевера лугового Волосовский 86 и клевера ползучего ВИК-70. Опыт заложен на контуре пашни площадью 15 га с многолетними травами 8 года хозяйственного использования, находящемся в начальной фазе краевого зарастания ДКР (17 %). Его схема включала четыре

варианта оценки применения традиционных местных мелиорантов (контроль – без мелиорантов; ДСМ, 12 т/га; ПП, 20 т/га с.в.; ДСМ, 12 т/га + ПП, 20 т/га с.в.). Учетная площадь делянки в опыте составляла 1 га при трехкратной повторности.

Учет урожая в опытах – сплошной весовой, статистическая обработка данных – дисперсионным методом с использованием программного комплекса Statistica. Расчет экономической эффективности изучаемых технологических вариантов проводили на основе сопоставления фактических производственных затрат по технологическим картам с доходами, рассчитанными двумя методами: по стоимости произведенных кормов в кормовых единицах и по эквивалентной в затратах на производство стоимости прямой реализации потребителям полученного из этих кормов в ООО «София» цельного молока и молочных продуктов. В производственном опыте дополнительно проведен расчет эффективности при условии продажи молока молочному комбинату.

Результаты экспериментов во многом определялись сочетанием агроэкологических условий возделывания изучаемых культур, их биологическими особенностями и, конечно, характером действия продуктов переработки ДКР и мелиорантов на свойства почвы. В ряде исследований [10, 13, 15, 16] обращалось внимание на возможность снижения на 10...20 % урожайности первой сельскохозяйственной культуры вследствие заделки в почву ДКР. Причинами этого названы иммобилизация азота целлюлозоразлагающими бактериями и образование токсичных органических соединений. Но полученные в опыте данные показали, что в определенных условиях, параметры которых до конца не выявлены, недобор урожая может быть кратно большим (табл. 1).

Так, в вариантах опыта с заделкой в почву щепы и сечки урожайность зеленой массы однолетних трав снизилась в 2,2 и 5 раз, несмотря на то что в их составе в почву поступило в расчете на 1 га N220, P160, K130. Визуально заметное угнетение растений наблюдалось уже в фазу всходов. Помимо

указанных выше причин, возрастанию ущерба могло способствовать произошедшие в этих вариантах подкисление и без того сильнокислой почвы. Существенно (на 42...46 %) урожайность понизилась и в вариантах опыта с заделкой в почву золы и биоугля. Вероятно, высокая доля золы, внесенная в верхний слой почвы, могла сформировать избыточную концентрацию солей в зоне прорастающих семян. Биоуголь в силу высокой поглотительной способности стал конкурентом растениям при поглощении находящихся в дефиците элементов питания.

И в последующие два года на посевах многолетних трав продолжало ощущаться отрицательное действие запаханной щепы и сечки. В итоге продуктивность звена севооборота оказалась на 16 и 34 % ниже продуктивности контрольного варианта. На внесенные в предыдущем году биоуголь и золу многолетние травы реагировали положительно: их урожайность повысилась на 14 и 9 % соответственно. Но этой прибавки хватило лишь на компенсацию недобора урожая в 2017 г.

Преодоление негативных последствий заделки в почву продуктов переработки ДКР стало возможным на основе применения комплекса мелиорантов. Относительно невысокая агрономическая эффективность последнего в контрольных вариантах опыта значительно возростала на фоне заделанных в почву продуктов переработки ДКР. На первой культуре среднее повышение урожайности относительно соответствующего контроля составило 257 %. В целом по звену севооборота продуктивность увеличилась: на фоне запаханной щепы – с 13,3 до 19, сечки – с 10,5 до 19,2, биоугля – с 16,1 до 21,4, золы – с 15,6 до 21,2 т к. ед./га. При этом удвоение дозы помета и калийного удобрения было оправданным только на первой культуре. В большинстве вариантов опыта не проявилось преимущество и дробление дозы известь содержащего мелиоранта на два приема внесения.

Следует отметить, что заделка в почву продуктов переработки ДКР отрицательно сказалась не только на урожайности, но и на кормовой ценности зеленой массы однолетних трав. Уменьшение содержания в последней сырого

протеина (в среднем по четырем продуктам переработки ДКР) составило 8 %, зольных веществ – 13 %. Худшие качественные показатели продукции получены на фоне запаханной сечки из ДКР. Напротив, сочетание продуктов переработки ДКР с химическими мелиорантами способствовало коренному улучшению качества растительной продукции и, в частности, удвоению содержания сырого протеина.

Столь высокий положительный эффект совместного применения переработанной ДКР и комплекса мелиорантов вполне согласуется с произошедшими изменениями агрофизических и агрохимических свойств почвы (увеличение в ней доли агрономически ценных агрегатов на 12...13 %, снижение показателя средней плотности на 0,1...0,11 г/см³, повышение рНКС1 с 4,27 до 5,15...5,89, существенная оптимизация питательного режима). Хотя соответствующие исследования не велись, но вполне ожидаемо улучшение и биологических свойств почвы.

Если проанализировать основные показатели опыта с позиций агрономической и экологической эффективности отдельных его вариантов, то на первое место будет поставлен вариант «биоуголь + КМ» (валовой сбор за 3 года – 21,4 т/га к.ед. и 3,48 т/га сырого протеина, повышение рНКС1 на 1,43 ед., содержание органического вещества – на 1,7 %, подвижных форм азота, фосфора и калия – на 55, 124 и 25 мг/кг соответственно, расчетное уменьшение выброса в атмосферу CO₂ на 80 %). В этом отношении показатели вариантов опыта «щепа + КМ» и «сечка + КМ» значительно уступают. Но с позиции экономической эффективности оценка будет противоположной (табл. 1).

Расчеты, выполненные с использованием принятых в ООО «София» экономических нормативов (тарифных ставок оплаты труда, амортизационных отчислений, стоимости ГСМ и удобрений и др.), показали, что общие затраты на сведение ДКР и производство биоугля, а также на трехлетнее возделывание трав не окупались стоимостью произведенной за эти годы продукции. Рентабельность производства последней по заделанной щепе и сечке в сочетании с двойной дозой (КМ2 и КМ4) – 30 %. Отсутствие прямой

зависимости между агроэкологической и экономической эффективностью является следствием больших различий в затратности технологий освоения. При освоении 1 га закустаренной залежи путем традиционного сведения ДКР с последующей переработкой ее в биоуголь расчетные затраты составляли 85,8 тыс. руб., а при обработке осваиваемого угодья современными фрезерными машинами (мульчерами) – 22,1 тыс. руб.

Еще более ярким примером определенного антагонизма между экологической и экономической составляющими оценки эффективности освоения закустаренной залежи является вариант переработки ДКР в евродрова и внесения в почву золы, полученной при их сжигании. И хотя выбросы углекислого газа в атмосферу здесь являются элементом биологического круговорота углерода, полностью пренебрегать их потенциалом в 51,3 т/га в современных условиях нельзя. С позиций экономики даже без учета стоимости евродров среднегодовой чистый доход по вариантам с золой составил 9,7 тыс. руб./га. Если учесть чистый доход от их продажи (477,6 тыс. руб./га), то параметры последнего возрастают до 168,9 тыс. руб./га в год. Следует также отметить, что при использовании золы агрономически и экономически более эффективным оказался вариант глубокой заделки полной дозы ДСМ под плуг, позволивший увеличить чистый доход с 4,8 до 13,7 тыс. руб./га в год.

Конечно, если рассчитать экономическую эффективность, исходя из фактического дополнительного производства более оцененной на рынке товарной молочной продукции, трехлетний срок окупаемости затрат становится реальностью и для технологии, основанной на применении биоугля (см. табл. 1). И это даже, если не относить часть затрат на воспроизводство почвенного плодородия и охрану природной среды. В среднем уровень рентабельности освоения залежи при такой методике расчета увеличивается в 9,1 раза (с 21 до 191 %). При этом следует делать поправку на отличие условий ведения производства и мелкоделяночного эксперимента. Однако сложившееся мнение о снижении эффективности изучаемых в опытах

вариантов при переходе к широкомасштабному их применению не является абсолютным, что подтвердили данные производственного эксперимента, где оценивалась экономическая эффективность применения традиционных мелиорантов.

Таблица 1

Влияние продуктов переработки ДКР и мелиорантов на агрономическую и экономическую эффективность освоения закустаренной залежи

Вариант опыта		Урожайность зеленой массы, т/га			Продуктивность звена севооборота, т/га к.ед.	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Затраты на освоение и возделывание трав, тыс. руб./га	Рентабельность, %, при оценке	
Фактор А	Фактор Б	Однолетние травы (2017 г.)	Многолетние травы					по к.ед.	по молоку
		2018 г.	2019 г.						
Контроль – 0		22,9	21,7	51,7	15,9	151,0	112,2	35	226
Щепа	0	10,4	21,3	47,5	13,3	126,4	78,3	61	290
Сечка	0	4,6	19,1	38,8	10,5	99,8	73,1	37	231
Биоуголь	0	12,3	28,5	55,2	16,1	153,0	158,3	-3	134
Зола	0	13,3	25,8	54,1	15,6	148,2	114,2	30	214
0	КМ1	30,2	23,8	57,4	18,3	173,9	145,8	19	188
Щепа	КМ1	28,6	26,7	53,1	17,9	170,1	125,9	35	227
Сечка	КМ1	27,6	32,2	52,4	18,5	175,8	140,8	25	202
Биоуголь	КМ1	28,5	30,7	61,8	20,0	190,0	208,4	-1	121
Зола	КМ1	25,7	32,3	61,4	19,8	188,1	176,5	7	158
0	КМ2	28,1	23,8	57,8	18,1	172,0	159,5	8	161
Щепа	КМ2	34,2	32,1	56,4	20,2	191,9	147,6	30	215
Сечка	КМ2	29,9	36,6	55,3	20,1	191,0	154,5	24	199
Биоуголь	КМ2	38,0	32,9	63,5	22,1	210,0	223,5	-6	127
Зола	КМ2	28,9	32,1	64,8	20,8	197,6	180,3	10	165
0	КМ3	26,1	21,3	51,6	16,3	154,9	136,0	14	175
Щепа	КМ3	28,2	26,4	58,7	18,7	177,7	124,6	43	246
Сечка	КМ3	18,1	28,3	51,4	16,2	153,9	120,7	28	209
Биоуголь	КМ3	31,1	33,4	59,0	20,4	193,9	199,6	-3	135
Зола	КМ3	34,3	30,9	62,7	21,1	200,5	160,9	25	201
0	КМ4	27,9	21,3	51,3	16,5	156,8	143,4	9	165
Щепа	КМ4	31,4	28,2	57,0	19,2	182,4	133,3	37	230
Сечка	КМ4	35,4	28,0	52,8	19,1	181,5	140,2	29	212
Биоуголь	КМ4	44,2	35,6	61,2	23,1	219,5	218,2	0,6	143
Зола	КМ4	40,7	37,6	61,5	23,0	218,5	175,9	24	201
НСР ₀₅	фактор А	1,5	2,2	3,1	0,4	–	–	–	–
	фактор Б	2,7	3,1	4,4	0,6	–	–	–	–
	факторы А и Б	3,3	5,7	7,0	1,0	–	–	–	–

В отличие от модельно-полевого в производственном опыте, почва которого отличалась лучшими свойствами, ставка была сделана на более требовательные к плодородию культуры и сорта с более интенсивным характером использования (скашивания в фазе бутонизации бобовых культур, не допуская полегания). В результате, главным образом, повышенной отзывчивости яровой вики сорта Вера и клевера лугового сорта Волосовский 86 на известкование прибавка продуктивности звена севооборота от применения полной дозы сыромолотого доломита достигла 26 %, что позволило увеличить чистый доход со 104,2 до 119,3 тыс. руб./га (табл. 2).

Таблица 2

Агрономическая и экономическая эффективность освоения слабозакустаренной залежи в производственном опыте

Вариант опыта	Урожайность сенажной массы, т/га			Продуктивность звена севооборота, т/га к.ед.	Стоимость сенажа, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Рентабельность, %, при оценке	
	Однолетние травы	Многолетние травы					по к.ед.	по молоку
		1 г.п.	2 г.п.					
Контроль – 0	6,8	24,4	29,6	20,8	198,0	93,8	53	464
ДСМ, 12 т/га	9,1	30,5	36,2	26,2	249,2	129,9	48	413
ПП, 80 т/га	14,3	34,3	42,0	31,3	297,7	132,1	56	503
ДСМ, 12 т/га + ПП, 80 т/га	19,7	39,3	51,8	40,0	395,5	182,8	52	455
НСР ₀₅	1,5	3,6	4,8	0,7	–	–	–	–

На применение птичьего помета ожидаемо лучше реагировали злаковые культуры, повышая продуктивность культур в среднем на 37 %, а чистый доход – на 56 %. Совместное использование этих мелиорантов отметились выраженным синергетическим эффектом, при котором прибавка этих показателей относительно контроля достигла 92 и 117 % соответственно. Традиционные мелиоранты существенно улучшили и основные качественные показатели готового сенажа. Так, кормовая ценность 1 кг его сухого вещества увеличилась с 0,7 до 0,76 к.ед., а содержание обменной энергии – с 9,72 до 10,39 МДж.

По причине пропорционального роста затрат на применение мелиорантов и доходов уровень рентабельности в изученных вариантах был весьма стабильным. Однако при его расчете на основе фактических параметров реализации молочной продукции, как и в модельно полевом опыте, средний ее уровень увеличился в 8,8 раза (с 52 до 459 %). Высокая доходность молочной отрасли в ООО «София» базируется на производстве и прямой продаже высококачественных и достаточно маржинальных продуктов (сметаны, сливочного масла, творога, сыров), позволяющих достигать стоимости реализации в расчете на 1 л цельного молока в 91,3 руб. При реализации молока на молочный комбинат по установленной в настоящее время цене в 24 руб./л уровень рентабельности освоения слабозакустаренной залежи будет составлять 35...58 % при среднем показателе по фону мелиорантов в 46 %.

Заключение. Агроэкономическая эффективность освоения закустаренной залежи определяется комплексом сопутствующих

агроэкологических условий, культуртехническим состоянием, обоснованностью выбора технологического варианта переработки ДКР, сельскохозяйственных культур и сортов, рыночной конъюнктурой и способностью менеджмента отвечать ее потребностям.

При заделке в сильнокислую тяжелосуглинистую почву продуктов переработки 100 т/га ДКР в форме щепы, сечки, биоугля и золы наблюдалось снижение урожайности и качественных показателей продукции первой сельскохозяйственной культуры, достигавшее 80 % при запашке мелкоизмельченной ДКР. Отрицательное действие щепы и сечки на урожайность наблюдалось и в последующие два года. Эффективным средством предотвращения негативных последствий заделки в почву продуктов переработки ДКР стало применение комплекса химических мелиорантов (птичий помет, дополненный калийным удобрением и сыромолотый доломит) с уровнем рентабельности от 7...15 % на неприхотливых, до 48...56 % – на требовательных к плодородию культурах и сортах. На его основе было обеспечено коренное улучшение неблагоприятных свойств почвы, позволившее увеличить продуктивность звена севооборота на фоне заделанной щепы с 13,3 до 19, сечки – с 10,5 до 19,2, биоугля – с 16,1 до 21,4, золы – с 15,6 до 21,2 т/га к.ед. при одновременном повышении качества продукции.

Результаты расчета экономической эффективности освоения залежи с целью производства кормов в ООО «София», выполненные на основе данных стоимости прибавки урожая и дополнительно произведенной и реализованной молочной продукции, отличаются по уровню рентабельности в пользу последней в 8,8...9,1 раза. За счет собственного производства и прямой реализации высококачественных молочных продуктов среднегодовой чистый доход от освоения 1 га слабо- и сильнозакустаренной залежи увеличивается с 21 до 205,7 и с 9,7 до 80,5 тыс. руб. соответственно. При переработке ДКР на евродрога эти показатели возрастают на 159,2 тыс. руб./га в год.

Лучший по показателям агрономической и экологической эффективности вариант «биоуголь + КМ» в силу относительно высокой затратности производства биоугля в краткосрочных исследованиях существенно (в 1,7 раза) уступает по уровню рентабельности (132 % против 230 %) агрономически менее эффективным технологиям заделки в почву измельченной ДКР современными фрезерными машинами. Срок полной окупаемости этой технологии при расчете доходов по кормам составляет 3,1 года, по молоку и молочным продуктам – 1,3 года.