

УДК 633.264: 631.17:633/635

СОСТОЯНИЕ СЕМЕНОВОДСТВА И АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЯН ОВСЯНИЦЫ КРАСНОЙ

В.Н. Золотарев, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
vnii.kormov@yandex.ru

STATE OF SEED PRODUCTION AND AGRO-ENERGY EFFICIENCY ASSESSMENT OF RED FESCUE SEED PRODUCTION

V.N. Zolotarev, Candidate of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
vnii.kormov@yandex.ru

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-3-25-39>

Овсяница красная (*Festuca rubra* L.) является одной из наиболее востребованных культур для создания газонов различного типа и в качестве компонента луговых и пастбищных поливидовых травосмесей долголетнего срока использования. Объемы отечественного производства семян этой культуры составляют менее 2% от общего количества реализации семенного материала на рынке России. Широкая экспансия на отечественный рынок импортных семян сортов иностранной селекции остро ставит вопрос о необходимости развития семеноводства этой культуры в России. Для этого необходима интенсификация селекции по выведению новых сортов овсяницы красной и разработка зональных технологий возделывания их на семена. Анализ и обобщение результатов исследований показывает, что при использовании комплекса оптимальных агротехнических приемов можно стабильно получать сборы семян 0,4 т/га и более. Такой уровень урожайности семян обеспечивает высокую рентабельность производства и окупаемость энергетических затрат. Оценка энергетической эффективности технологий возделывания овсяницы красной пастбищно-газонного экотипа показывает, что затраты совокупной энергии в расчете на 1 га семенных посевов составили 17,7 ГДж, в расчете на 1 кг семян — 68,2 МДж. За счет роста урожайности на 44,4% и применения ресурсосберегающих приемов экономия энергозатрат в расчете на 1 кг семян составила 25,6%. Энергетическая оценка показала, что в результате уборки семенных посевов прямым комбайнированием в оптимальные сроки затраты совокупной энергии снизились на 19%, а расход энергии на топливо — на 29%.

Ключевые слова: овсяница красная (*Festuca rubra* L.), семеноводство, рынок, объемы производства, урожайность, технология, экономическая эффективность, энергетическая оценка.

Red fescue (*Festuca rubra* L.) it is one of the most popular crops for creating lawns of various types and as a component of meadow and pasture poly-species mixtures of long-term use. The volume of domestic production of seeds of this crop is less than 2% of the total sales of seed material on the Russian market. The wide expansion of imported seeds of foreign-selected varieties to the domestic market sharply raises

the question of the need to develop seed production of this crop in Russia. To do this, it is necessary to intensify breeding for the development of new varieties of red fescue, the development of zonal technologies for cultivating them for seeds. Analysis and generalization of research results shows that when using a set of optimal agricultural techniques, it is possible to consistently receive seed collections of more than 0.4 t/ha. This level of seed yield ensures high profitability of production and recoupment of energy costs. Assessment of the energy efficiency of technologies for cultivation of red fescue pasture-lawn ecotype shows that the total energy consumption per 1 ha of seed was 17.7 GJ, per 1 kg of seeds – 68.2 MJ. Due to the increase in yield by 44.4% and the use of energy-saving techniques, energy savings per 100 kg of seeds amounted to 25.6%. The energy assessment showed that as a result of harvesting seed crops by direct threshing in the optimal time frame, total energy costs decreased by 19%, and energy consumption for fuel – by 29%.

Keywords: red fescue (*Festuca rubra* L.), seed production, market, production volumes, yield, technology, economic efficiency, energy assessment.

Введение. Овсяница красная (*Festuca rubra* L.) является одной из наиболее востребованных культур для создания газонов различного типа и также может использоваться в качестве компонента луговых и пастбищных травосмесей долголетнего срока использования. Газонные травосмеси, созданные на основе овсяницы красной, имеют широкую экологическую амплитуду устойчивости к различным почвенно-климатическим условиям, при озеленении урбанизированных территорий характеризуются долголетием, высокой декоративностью, так как в процессе развития формируют сомкнуто-диффузное сложение фитоценозов [1; 2; 3]. В связи с высокими потребительскими качествами на рынке существует постоянный спрос на семена этой культуры. В странах Европы в 70-е годы прошлого столетия ежегодное суммарное производство семян овсяницы красной разных сортов составляло около 10 тыс. т [4]. В начале 2000-х годов мировой объем производства семян овсяницы красной достиг 80 тыс. т; для сравнения: овсяницы тростниковой — 123,869 тыс. т, овсяницы луговой — 4,864 тыс. т (без учета статистики России и стран СНГ). При этом в ЕЭС про-

изводство семян красной овсяницы возросло до 35,183 тыс. т. Из этого количества 76% приходилось на Данию, 9% — на Францию, почти 7% — на Нидерланды, около 6% — на Германию. По общему объему производства семян в ЕЭС овсяница красная на 80% превысила овсяницу тростниковую (6,899 тыс. т) и на 89% — овсяницу луговую (3,864 тыс. т) [5].

Цель работы — провести оценку состояния семеноводства овсяницы красной на основании анализа рынка семян этой культуры в России; дать энергетическую оценку технологии возделывания овсяницы красной на семена.

Материалы и методы. Оценка состояния семеноводства овсяницы красной проводилась на основе анализа рынка семян с использованием материалов ФГБУ «Россельхозцентр», прайс-листов фирм и семеноводческих предприятий-производителей, а также актуальных публикаций по вопросам агроэнергетической оценки возделывания сельскохозяйственных культур. Энергетические затраты на производство семян овсяницы красной сорта Юлишка (Juliška) пастбищно-газонного экотипа учитывали на основании технологической карты

возделывания этой культуры согласно методическим рекомендациям ВИК [6]. Для определения эффективности энергозатрат затраты совокупной энергии рассчитывали по следующим статьям: сельхозтехника и оборудование, горючесмазочные материалы, семена, минеральные удобрения, пестициды, живой труд, электроэнергия. Для расчета энергетической эффективности использован традиционный способ, основанный на учете различий в урожайности семян на базовой и ресурсосберегающей технологиях возделывания овсяницы красной. Для этого затраты всех видов средств и труда переводили с помощью нормативных эквивалентов в мегаджоули (МДж) и проводили сопоставление полученных значений [6; 7].

Результаты и обсуждение. Официальной статистики по урожайности и объемам производства семян овсяницы красной в России не ведется. По экспертным оценкам, ежегодное производство семян овсяницы красной в России ориентировочно не превышает 100 т [1]. В период 2018–2019 гг. в РФ было произведено и сертифицировано «Россельхозцентром» только 46,68 т семян овсяницы красной сортов как отечественной, так и зарубежной селекции: Диана, Казанова, Максима 1, Свердловская, Стелла. Кроме того, в эти же годы, по анализу предложения на рынке, в хозяйствах страны еще дополнительно было выращено около 45 т семян овсяницы красной массовых репродукций, которые сертифицировались уполномоченными органами «Россельхознадзора» или оформлялись протоколами испытаний вследствие наличия в этих партиях культурных примесей (в основном овсяницы

луговой) выше допустимых ГОСТ пределов. Также часть произведенных семян предлагались на рынке в составе готовых газонных травосмесей. Отдельные партии семян, при высоком качестве, при производстве на территории России их посева не апробировались и не отражались в официальной статистике, так как не имели заключенных лицензионных договоров с оригинаторами сортов на право производства, в том числе зарубежными фирмами, и имели только протоколы испытаний.

В результате большого дефицита семян овсяницы красной наблюдается широкая экспансия на отечественный рынок импортных семян сортов иностранной селекции, завозимое количество которых на порядки превышает внутреннее производство [1]. По доступной информации, из-за рубежа (преимущественно из Германии, Дании и в значительно меньшей степени из США и Канады) в Россию в 2018–2019 гг. поставлено более 4390 т сертифицированных «Россельхозцентром» семян овсяницы красной сортов Аудубон, Барустик, Барджессика, Гондолин, Джасперина, Джей 5 (J-5), Диппер, Ливиста, Максима 1, Оливия, Райдер, Релевант, Россинант и др., зарегистрированных в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ. Завезенный семенной материал использовался, в основном, для озеленения, а также для посева на пастбищах в составе поливидовых травосмесей. Кроме того, еще порядка 500 т импортных семян овсяницы красной сортов (наряду с вышеперечисленными): Барсильвия, Джоанна, Каллиопа, Кэтрин, Ливизион, Lighthouse, Реверент, Хайтауэр (High-

tower), Хелена и др., согласно анализу информации предложения на рынке, в этот период также были завезены в страну и сертифицированы уже уполномоченными органами «Россельхознадзора» или реализовывались в составе травосмесей.

Растениеводство должно постоянно корректироваться в соответствии с экономической отдачей, спросом и колебаниями цен на используемые ресурсы по сравнению с прибылью от реализации собранной продукции, что требует постоянной корректировки структуры севооборотов и гибких систем управления объемами производства согласно конъюнктуре рынка. Сочетание высокой цены семян и их хорошая ликвидность показывают, что красную овсяницу выращивать экономически эффективно [8]. Анализ предложения семян овсяницы красной на коммерческом рынке России по прайс-листам разных фирм демонстрирует, что их стоимость отличается в разы и зависит от объема предлагаемых к реализации партий; репродукции; места производства (отечественные или зарубежные); происхождения сорта и его принадлежности к определенной разновидности (подвиду: *Festuca rubra* L. *subsp. commutata* Gaud., *F. rubra subsp. rubra* L. или *F. rubra* L. *var. trichophylla*); региона и др. У непосредственно отечественных производителей оптовая цена партий товарных семян массовых репродукций варьирует в диапазоне 160–200 руб./кг (ООО «Агрокомплекс Моршанский», ООО «Кама» и др.), у фирм-посредников нижний порог цены мелких партий начинается от 245–300 руб./кг и в рознице для газонного озеленения в мелкой фасовке достигает уже 670–

849 руб./кг. В связи с сильным разбросом цен возникает необходимость экономического анализа эффективности производства семян овсяницы красной, выяснения размера маржинальной составляющей стоимости и ее соотношения с реальной себестоимостью.

Важнейшим показателем определения эффективности производства продукции растениеводства является энергетическая эффективность, то есть количественное соотношение энергии, содержащейся в урожае, и технической энергии, затраченной на ее получение [9]. Интенсификация сельскохозяйственного производства связана с ростом затрат невозобновляемой энергии, обусловленной применением средств химизации (удобрений, пестицидов), использованием более совершенной техники, что влечет за собой изменение агротехники возделывания. В условиях свободного рыночного ценообразования в связи с систематическим изменением цен на ресурсы и услуги вследствие инфляционных процессов, конъюнктуры, биржевого колебания курсов валют и других факторов, дать объективную стабильную экономическую научно обоснованную оценку возделывания тех или иных сортов затруднительно, используя обычные расчеты эффективности используемой технологии [10; 11]. Объективной оценкой может быть определение энергетической эффективности возделывания. Для этого необходимо учесть все энергозатраты на возделывание культуры, выявить степень окупаемости энергозатрат величиной энергосодержания полученного урожая [11].

Энергетическая оценка эффективности возделывания полевых культур от-

ражает взаимосвязь производимой продукции с технологией их возделывания и позволяет количественно оценить энергетическую стоимость полученной сельскохозяйственной продукции по разрабатываемым технологиям, является условным показателем энергетической рентабельности производства [12; 13]. При этом энергетический подход не подменяет экономическую оценку, а дает возможность дать более разносторонний анализ эффективности и тем самым повысить ее объективность [10]. Связано это с тем, что в условиях формирования рыночной системы ведения сельского хозяйства основным вопросом является эффективность производства и методы ее оценки. Хотя основной системой оценки является денежная, в рыночных условиях определение цены на подавляющее большинство видов сельскохозяйственной продукции часто не отвечает уровню понесенных энергетических и материальных затрат [14]. Экономическая и энергетическая оценки эффективности могут не совпадать, но предпочтение следует отдавать последней, как более объективной, однако экономический фактор не должен ущемляться в интересах энергетического. Необходим поиск таких взаимосвязанных технологических факторов (элементов технологии), которые соответствовали бы требованиям оптимизации режима экономии труда и средств [15]. При этом энергетическая оценка при необходимости может быть переведена в денежное выражение, т. е. дана их экономическая оценка на текущий период времени, если известна стоимость одного гигаджоуля (ГДж) [11].

Себестоимость семян трав определяется производственными затратами на

технологии возделывания и величиной сбора семян. Урожайность семян овсяницы красной в условиях континентального климата России, Беларуси, Польши, Румынии при соблюдении агротехники возделывания составляет 0,34–0,69 т/га [16–20]; от 0,66 до 1,03–1,24 т/га в более благоприятных почвенно-климатических условиях Западной Европы и Северной Америки [21–23]. Основными показателями экономической оценки эффективности семеноводства являются величина урожайности и ее прибавка в натуральном и стоимостном выражении в расчете на единицу площади. При этом основным методом экономической оценки возделывания сельскохозяйственных культур является сопоставление ее показателей с учетом разницы стоимости урожая и дополнительных затрат на его получение [24]. В связи с постоянным ростом цен на топливо, удобрения, машины, оборудование, гербициды и сокращением их производства, а также ограниченными запасами энергоресурсов, важной задачей современности стало снижение энергозатрат во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и в семеноводстве многолетних трав. Решение этой проблемы возможно за счет широкого применения ресурсосберегающих инновационных технологий производства семян, обеспечивающих как рост урожайности культуры, так и экономию энергии [25].

Увеличить урожайность семян, а следовательно, и повысить экономические показатели, возможно за счет положительного действия многих технологических факторов, в том числе таких, как правильно подобранная густота стояния растений. Оптимизация густоты

стояния растений в посевах путем изменения норм высева происходит без значительного изменения энергозатрат, поэтому коэффициент энергетической эффективности растет до тех пор, пока густота стеблестоя не достигает оптимума, при котором этот показатель максимален и обеспечивает наиболее высокий сбор урожая, а дальнейшее увеличение нормы высева ведет к его снижению. Это объясняется ухудшением фотосинтетической деятельности посевов при загущении, полегании посевов, повышением конкуренции, снижением накопления сухой биомассы и энергии в ней [24].

Исследованиями, проведенными в РУП «Институт мелиорации» (Беларусь) на сорте Пяшчотная, установлены высокие зависимости урожайности семян овсяницы красной от количества образовавшихся к уборке генеративных побегов (коэффициенты детерминации $R^2 = 0,81$) [16]. Такая же зависимость величины урожайности от структуры травостоя при разных нормах высева согласуется с данными, полученными в опытах ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса на овсянице красной сорта Сигма [17; 25]. В первый год пользования максимальное количество генеративных побегов ($974-1016$ шт./ m^2) сформировалось в травостоях, заложенных с нормой высева $8-10$ кг/га. Во второй год пользования семенным травостоем количество генеративных побегов в этих посевах вследствие загущения и преобладания вегетативного побегообразования резко сократилось, в $1,8-2,1$ раза (до $495-556$ шт./ m^2), а сборы семян снизились более чем в два раза [17; 25]. В равномерно разреженных посевах (при нормах высева $4-6$ кг/га) количество генератив-

ных побегов было более стабильным по годам пользования.

Овсяница красная характеризуется продолжительным долголетием, что позволяет существенно снизить себестоимость ее семян, начиная со второго года пользования. При соблюдении всего комплекса агроприемов, поддерживающих высокую семенную продуктивность травостоев, экономически оправданным является получение семян на протяжении четырех лет [8]. В почвенно-климатических условиях Нечерноземной зоны России наиболее высокие урожаи семян овсяницы красной получают в первые три года использования травостоя. В среднем же за четыре года максимальная урожайность семян получена при высеве рядовым способом $4-6$ кг/га семян ($430-433$ кг/га) и при высеве чересрядным способом 4 кг/га семян (443 кг/га). Прибавка сборов семян по сравнению с контролем при этом составила $16-19\%$ [17].

Азотные удобрения являются одним из основных факторов повышения урожайности семян многолетних злаковых трав. Однако при избытке азота семенные посевы трав могут полегать и сильно снижать семенную продуктивность. В исследованиях установлены высокие зависимости урожайности семян овсяницы красной от доз и сроков внесения минеральных удобрений, $R^2 = 0,73$ [16]. С целью определения оптимальных доз и сроков внесения азотных удобрений во ВНИИ кормов был поставлен полевой опыт, включающий варианты с весенним и дробным весенним и осенним внесением азота в пределах от 30 до 120 кг/га [17; 26]. Подкормка минеральным азотом стимулировала формирование более

развитых генеративных органов — отмечалось увеличение длины метелки на 10,2–25,5%, рост количества семян в ней на 23–42 шт., а также повышало завязываемость семян на 8–13% и массу семян со 100 соцветий. Наибольшая биологическая урожайность семян овсяницы (517–546 кг/га в среднем за четыре года) формировалась при внесении азотных удобрений весной в дозе 45–60 кг/га д. в., а также при дробном осенне-весеннем применении доз 60 и 90 кг/га. Фактический сбор семян при внесении оптимальных доз азота, не превышающих N_{60} , составлял 428–440 кг/га, что было на 44–48% выше контроля (без удобрений), при дробном внесении N_{90} — 412–416 кг/га, что на 38–40% превышало контроль [17; 26].

Экономическая оценка показала, что при разовом весеннем применении азотных удобрений в дозах N_{45-60} себестоимость производимых семян при сопоставимом уровне урожайности уменьшается на 10–11% по сравнению с дробным внесением N_{60-90} , или на 32% по сравнению с внесением N_{90} весной, а также достигается самый высокий уровень рентабельности производства семян 198–201% [17].

В условиях Беларуси урожайность семян овсяницы красной без внесения минеральных удобрений составляла всего 219–195 кг/га, а при внесении только фосфорно-калийных удобрений в дозах $P_{40}K_{60}$ прибавка урожая возросла на 136–141 кг/га в зависимости от норм высева. При одноразовом весеннем внесении азотных удобрений (N_{60-90}) на фоне $P_{40}K_{60}$, а также при их внесении (N_{60}) весной и (N_{30}) в летне-осенний период на фоне $P_{40}K_{60}$ для формирования укороченных вегетативных побегов, прибавка

урожая семян возросла до 251–234 кг/га, что позволило получить 40,5 долл./га условно чистого дохода при уровне рентабельности 8%. Достижение более высокого уровня рентабельности 21–25% и получение условно чистого дохода 99,3–112,2 долл./га обеспечивается получением прибавки урожая семян на уровне 250–270 кг/га с нормой высева семян 7 кг/га и внесением азотных удобрений в дозах (N_{60-90}) [16].

Проведение уборки семенных посевов в оптимальные сроки значительно увеличивает экономическую эффективность производства семян овсяницы красной, снижает их себестоимость. Результаты исследований, проведенные во ВНИИ кормов с сортом Сигма, свидетельствуют, что наибольший сбор семян (416–428 кг/га) обеспечивает уборка при снижении их влажности с 37 до 27%, или на 25–28 день от начала цветения, когда сумма эффективных температур (выше +5 °C) за период от начала цветения до уборки составляет 370–417 °C [17]. При обмолоте в этот период показатели посевных качеств семян достигали стандартных показателей и даже превышали их: всхожесть составляла 93–95%, а энергия прорастания — 74–80%. Уборка в более поздние сроки при дальнейшем снижении влажности семян до 22%, хотя и приводит к потере части урожая вследствие осыпания, также является экономически эффективной, так как в этом случае значительно снижаются затраты на досушивание вороха [17].

Одним из важнейших условий повышения устойчивости современного сельскохозяйственного производства является разработка и внедрение оптимальных систем управления энергетиче-

скими потоками в агроландшафтах с целью повышения коэффициента использования естественной солнечной энергии при формировании урожаев сельскохозяйственных культур [27], на основе учета их биологических особенностей. Энергетический анализ эффективности агроприемов проводится, как правило, путем соотношения прихода энергии, накопленной в продукции, и расхода антропогенной энергии, затраченной на ее производство. Использование агроэнергетической оценки позволяет измерить в сопоставимых единицах затраты живого и прошлого труда, ресурсов, выявить статьи расходов невозполнимой энергии и найти пути снижения ее использования. Энергетическая оценка не зависит от политики цен, а только от объективных естественных свойств производственных ресурсов и продукции [27]. В этой связи оптимизация функциональной структуры, параметров и показателей отдельных приемов технологий по частным и интегральным критериям энергоэффективности, вычисляемым с помощью соответствующих алгоритмов с применением массивов постоянных и вариативных входных данных, является актуальной и представляет практический интерес для повышения эффективности производства продукции растениеводства, включая семеноводство [28].

Инновационная технология возделывания овсяницы красной сорта Юлишка на семена предусматривает ресурсосбережение и повышение эффективности производства (табл. 1, 2).

Основными энергосберегающими приемами выращивания овсяницы красной на семена являются:

– использование пониженных норм вы-

сева семян из расчета 4–6 кг/га по сравнению с базовым вариантом (8–10 кг/га), что обеспечивает экономию энергозатрат на 49,5%;

– однократное внесение азотных удобрений N_{45} в первый год и N_{60} во второй год по сравнению с двукратным применением этих доз (осенью + весной) не обеспечивает дальнейшего повышения урожайности семян. В условиях ограниченности запасов и удорожания материально-технических ресурсов преимущества одноразового применения удобрений налицо. В результате затраты энергии на внесение удобрений уменьшились в 1,5 раза, а совокупные затраты энергии снизились на 33%;

– уборка семенных посевов прямым комбайнированием по сравнению с отдельной уборкой в базовом варианте обеспечивает экономию энергозатрат и уменьшение расхода горючего.

Разработанная технология производства семян овсяницы красной сорта Юлишка проходила производственную проверку в ОХ «Ермолино» Дмитровского района Московской области на площади 2 га и даже в неблагоприятных погодных условиях обеспечила получение урожайности семян 260 кг/га против 180 кг/га по базовому варианту (табл. 1).

Энергетический подход предоставляет возможность количественно определить энергетическую оценку полученной урожайности семян при разных технологиях возделывания. Он дает возможность количественно определить энергетические затраты и степень их окупаемости при производстве семян, сравнить агрофитоценозы по расходу затраченной энергии на единицу общей и товарной

продукции при различных системах земледелия и ее составляющих. Этот показатель не подменяет, а дополняет общепринятую экономическую оценку [29].

1. Сравнительный энергетический анализ технологий производства семян овсяницы красной сорта Юлишка

Показатели	Технологии	
	базовая	энергосберегающая
Урожайность семян, кг/га	180	260
Затраты совокупной энергии на 1 га семенных посевов, МДж		
– всего	66046	70940
– в среднем в год	16511	17735
Энергозатраты на 1 кг семян, МДж	91,7	68,2

2. Структура затрат совокупной энергии в расчете на 1 га семенных посевов овсяницы красной сорта Юлишка

Статьи затрат	Технологии			
	базовая		энергосберегающая	
	МДж	%	МДж	%
Сельхозтехника и оборудование	3890	23,6	4849	27,4
Семена	190	1,1	94	0,5
Удобрения, всего	8091	49,0	7822	44,1
в т. ч. азотные	6854	41,5	6248	35,3
фосфорные	646	3,9	810	4,6
калийные	591	3,6	764	4,3
Горюче-смазочные материалы	2943	17,8	3508	19,8
Электроэнергия	114	0,7	181	1,0
Пестициды	683	4,1	410	2,3
в т. ч. гербициды	682	4,1	410	2,3
Живой труд, всего	600	3,7	871	4,9
в т. ч. механизированный	519	3,2	720	4,1
Вспомогательные рабочие	81	0,5	151	0,8
Итого:	16511	100,0	17735	100,0

Энергетический анализ комплекса технологических приемов выращивания овсяницы красной на семена показал, что затраты совокупной энергии в расчете на 1 га семенных посевов составили 17,7 ГДж, в расчете на 1 кг семян — 68,2 МДж. За счет роста урожайности на 44,4% и применения энергосберегающих приемов экономия энергозатрат в расчете на 1 кг семян составила 25,6%

(табл. 1). Энергетическая оценка показала, что в результате уборки семенных посевов прямым комбайнированием затраты совокупной энергии снизились на 19%, а расход энергии на топливо — на 29%.

Анализ структуры затрат в расчете на 1 га семенных посевов выявил, что наибольший их удельный вес приходится на удобрения, соответственно 44,1 и 49,0%

(табл. 2). Овеществленная энергия минеральных удобрений находится в соответствии с количеством и видом внесенных удобрений [27]. Структура энергетических затрат на внесение минеральных удобрений при выращивании овсяницы показала, что наиболее затратными по расходу энергии являлись азотные туки, в зависимости от технологии — 35,3 и 41,5%. В связи с этим повышение фона минерального питания свыше агротехнически оптимального вызывает снижение коэффициента энергетической эффективности в расчете на единицу урожайности [30].

Сельхозтехника и оборудование в структуре затрат занимали 23,6 и 27,4%. Затраты невозполнимой энергии (горюче-смазочные материалы) по величине были на третьем месте и составляли 17,8 и 19,8% (табл. 2).

Аналогичные закономерности по структуре затрат совокупной энергии выявлены и в расчете на 1 кг семян. Наиболее затратными также были позиции с минеральными удобрениями: 30,6 и 32,9%, в первую очередь — азотными: 27,8 и 24,4%; использованием сельхозтехники и оборудования: 15,8 и 19,0% и горюче-смазочными материалами: 12,0 и 13,7%.

Экономическая оценка технологий возделывания показала, что при сложившихся коммерческих ценах реализации и уровне урожайности семян овсяницы красной 180 кг/га их себестоимость не превышала 140 руб./кг, а при урожайности 260 кг/га была менее 100 руб./кг. При этом на второй год пользования, когда семенной травостой овсяницы красной достигал своего максимального развития и сбор семян уве-

личился до 420 кг/га, а затраты снизились вследствие сокращения количества технологических операций, себестоимость семян снижалась до 52 руб./кг.

Заключение. Таким образом, овсяница красная является одной из наиболее востребованных многолетних трав на рынке России. Отечественное производство семян овсяницы красной не превышает 5% от необходимого количества для удовлетворения потребностей рынка. При сложившейся конъюнктуре рынка необходима организация товарного семеноводства овсяницы красной сортов отечественной селекции. Однако товарное производство семян этой культуры в стране не организовано, что создает предпосылки для широкомасштабной интервенции семян и сортов зарубежных фирм на отечественный рынок. В связи со сложившимися высокими ценами на посевной материал овсяницы красной и большой его коммерческой востребованностью возделывать эту культуру при использовании энергосберегающей технологии выращивания является экономически целесообразным и высокопродуктивным. Уровень урожайности семян овсяницы красной в почвенно-климатических условиях России обеспечивает высокую положительную рентабельность производства, что позволяет считать возделывание этой культуры при соблюдении технологии экономически высокодоходным.

Оценка энергетической эффективности технологии возделывания овсяницы красной показывает, что затраты совокупной энергии в расчете на 1 га семенных посевов составили 17,7 ГДж, в расчете на 1 кг семян — 68,2 МДж. За счет роста урожайности на 44,4% и примене-

- Нижегородской области // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. № 3 (29). – С. 152–155.
14. Куцегуб Г.А., Рожков А.А. Экономическая и энергетическая эффективность выращивания семян рапса ярового в лесостепи Украины // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 44–47.
 15. Раваева Е.Л., Еремкина О.В. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания фитоценозов в зависимости от технологических приемов на южных черноземах Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2007. – Т. 3. № 15–1. – С. 193–194.
 16. Кабанова Н.В., Казакова Р.П., Витковская В.Н. Влияние норм высева и уровней минерального питания на формирование семенной продуктивности овсяницы красной // Мелиорация. – 2016. – № 1 (75). – С. 85–92.
 17. Трухан О.В. Семеноводство овсяницы красной // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 136–141.
 18. Kitzak T., Czyz H. Wpływ ilości wysiewu na plon nasion dwóch odmian kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) i życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) na glebie lekkiej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. 2001. T. 474. St. 293–299.
 19. Goliński P. Factors determining yields of *Festuca rubra* seed crops. *Łąkarstwo w Polsce (Grassland Science in Poland)*. 2000. № 3. Pp. 31–41.
 20. Cristea C., Dragomir N., Cristea T. et al. Researches Regarding the Influence of Some Technological Elements on Seed Yield in *Festuca Rubra* L. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*. 2010. V. 43. № 2. Pp. 137–139.
 21. Fairey N.A., Lefkovitch L. P. Effect of method and time of application of nitrogen fertiliser on yield and quality of seed of creeping red fescue. *Canadian Journal of Plant Science*. 2000. V. 80. № 4. Pp. 809–811.
 22. Fairey N.A. Cultivar-specific management for seed production of creeping red fescue. *Canadian Journal of Plant Science*. 2006. V. 86. № 4. Pp. 1099–1105.
 23. Bitarafan Z., Rasmussen J., Westergaard J. C., & Andreasen C. Seed Yield and Lodging Assessment in Red Fescue (*Festuca rubra* L.) Sprayed with Trinexapac-Ethyl. *Agronomy*. 2019. V. 9. № 10. P. 617. doi:10.3390/agronomy9100617.
 24. Титков В.И., Байкасов Р.К. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания яровой твердой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья и Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5 (49). – С. 34–36.
 25. Трухан О.В. Биологическое обоснование инновационных технологий выращивания семян овсяницы красной, конкурентоспособных в условиях мирового рынка // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 54. – С. 314–317.
 26. Трухан О.В., Переprawo Н.И. Влияние азотных удобрений на семенную продуктивность овсяницы красной нового сорта Сигма // Кормопроизводство. – 2010. – № 7. – С. 31–35.
 27. Карпухин М.Ю. Энергетическая эффективность приемов предпосадочной обработки почвы под поукосный картофель на Среднем Урале // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 1. – С. 56–59.
 28. Колос В.А., Сапьян Ю.Н., Кабакова Е.Н. Энергосберегающая оптимизация технологии растениеводства при энергоаудите // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – № 3 (18). – С. 24–30.
 29. Ткачук О.А., Павликова Е.В. Сравнительная оценка энергетической эффективности агротехнических приемов в полевых севооборотах лесостепи Среднего Поволжья // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. – С. 1690. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18807> (дата обращения: 11.09.2020).

30. Шевченко В.А., Просвиряк П.Н. Энергетическая эффективность возделывания озимой тритикале в зависимости от фонов минерального питания // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2008. – № 3 (28). – С. 51–55.

References

1. Zolotarev V.N., Perepravo N.I., Georgiadi N.I. Sostoyaniye i agroekologicheskoye obosnovaniye zonal'nogo semenovodstva ovsyanitsy krasnoy [Status and agroecological substantiation of zonal seed production of red fescue]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo [Adaptive fodder production]*, 2017, no. 1, pp. 71–85. URL: <http://www.adaptagro.ru> (accessed: 11.09.2020).
2. Shchannikova M.A., Teberdiev D.M., Yufereva N.I. Otsenka vidov i sortov zlakovykh trav dlya sozdaniya gazonov [Evaluation of species and varieties grasses for making lawns]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo [The multifunctional adaptive fodder production: collection of scientific articles]*. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2015, pp. 206–211.
3. Shchannikova M.A., Teberdiev D.M. Sorta zlakovykh trav dlya formirovaniya dekorativnykh fitotsenozov [Varieties of cereal grasses for the formation of decorative phytocenoses]. *Povysheniye effektivnosti sel'skokhozyaystvennoy nauki v sovremennykh usloviyakh [Increasing the efficiency of agricultural science in modern conditions: materials of the International scientific-practical Conference of Young Scientists and Specialists]*. Orel, 2015, pp. 178–181.
4. Duyvendak R., Luesink B., Vos H. Delimitation of taxa and cultivars of red fescue (*Festuca rubra* L. sensu lato). *Rasen, Gruenflaechen, Begrueenungen: internationale Zeitschrift fuer Vegetationstechnik im Landschafts- und Sportstaettenbau*. 1981. № 3. Pp. 53–62.
5. World Forage, Turf and Legume Seed Markets. Overview (David Wong, Market Specialist. Last edited March 8, 2005). URL: <https://www1.agric.gov.ab.ca/%24department/newslett.nsf/pdf/fsu6885/%24file/worldforage.pdf>.
6. Mikhaylichenko B.P., Perepravo N.I., Mershevaya V.N. Metodicheskoye posobiye po energeticheskoy otsenke tekhnologii proizvodstva semyan mnogoletnykh trav [Methodological guide for energy assessment of technologies the perennial grasses seeds production]. Moscow, All-Russian Williams Fodder Research Institute Publ., 1996, 51 p.
7. Osipenko L.D., Osipenko D.A. Bioenergeticheskaya otsenka tekhnologii vozdelvaniya podsolnechnika na oroshayemykh zemlyakh [Bioenergetic assessment of the technology of cultivation of sunflower on irrigated lands]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University]*, 2005, no. 13, pp. 43–49.
8. Deleuran L.C., Kristensen K., Gislum R., & Boelt B. Optimizing the number of consecutive seed harvests in red fescue (*Festuca rubra* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) for yield, yield components and economic return. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B–Soil & Plant Science*. 2013. V. 63. No. 1. Pp. 1–10. URL: <https://doi.org/10.1080/09064710.2012.703229>.
9. Serazhetdinov I.V., Gorbunov A.V. Energeticheskaya i ekonomicheskaya effektivnost' vozdelvaniya sortov ozimoy tritikale v variantakh s zaplanirovannoy urozhaynost'yu [Energy and economic efficiency of cultivating varieties of winter triticale in variants with planned yield]. *Vestnik Nizhegorodskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy]*, 2012, vol. 1, pp. 119–121.
10. Strizhova F.M., Beleninova L.V. Bioenergeticheskaya i ekonomicheskaya effektivnost' proizvodstva zerna sortov yarovoy pshenitsy [Bioenergetic and economic efficiency of grain production of spring wheat varieties]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University]*, 2012, no. 3 (89), pp. 5–7.

11. Zuziyev U.G., Delayev U.A., Vlasenko M.V. Energeticheskaya effektivnost' vozdel'yvaniya soi pri razlichnykh sposobakh poseva i normakh vyseva [Energy efficiency of soybean cultivation with different sowing methods and seeding rates]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye* [Bulletin of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education], 2015, no. 2 (38), pp. 99–104.
12. Popova V.I., Boldysheva E.P. Bioenergeticheskaya effektivnost' primeneniya udobreniy pod ozimyye zernovyye kul'tury v Zapadnoy Sibiri [Bioenergetic efficiency of fertilizers for winter crops in Western Siberia]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2011, no. 10 (84), pp. 10–14.
13. Shashkarov L.G., Vorobieva T.M. Ekonomicheskaya i agroenergeticheskaya otsenka vozdel'yvaniya yarovoy pshenitsy pri ispol'zovanii preparata Nano-gro v usloviyakh temno-serykh lesnykh pochv Nizhegorodskoy oblasti [Economic and agroenergetic assessment of spring wheat cultivation using the Nano-gro preparation in the dark gray forest soils of the Nizhny Novgorod region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Kazan State Agrarian University], 2013, vol. 8, no. 3 (29), pp. 152–155.
14. Kutsegub G.A., Rozhkov A.A. Ekonomicheskaya i energeticheskaya effektivnost' vyrashchivaniya semyan rapsa yarovogo v lesostepi Ukrainy [Economic and energy efficiency of growing spring rapeseed in the forest-steppe of Ukraine]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2015, no. 1, pp. 44–47.
15. Ravayeva E.L., Eremkina O.V. Ekonomicheskaya i energeticheskaya effektivnost' vozdel'yvaniya fitotsenozov v zavisimosti ot tekhnologicheskikh priyemov na yuzhnykh chernozemakh Orenburgskoy oblasti [Economic and energy efficiency of phytocenoses cultivation depending on technological methods on the southern chernozems of the Orenburg region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University], 2007, vol. 3, no. 15–1, pp. 193–194.
16. Kabanova N.V., Kazakova R.P., Vitkovskaya V.N. Vliyaniye norm vyseva i urovney mineral'nogo pitaniya na formirovaniye semennoy produktivnosti ovsyanitsy krasnoy [Influence of seeding rates and levels of mineral nutrition on the formation of seed productivity of red fescue]. *Melioratsiya* [Melioration], 2016, no. 1 (75), pp. 85–92.
17. Trukhan O.V. Semenovodstvo ovsyanitsy krasnoy [Seed growing of red fescue]. *Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury* [Leguminous and groats crops], 2013, no. 2 (6), pp. 136–141.
18. Kitzak T., Czyz H. Wpływ ilości wysiewu na plon nasion dwóch odmian kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) i życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) na glebie lekkiej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. 2001. T. 474. St. 293–299.
19. Goliński P. Factors determining yields of *Festuca rubra* seed crops. *Łąkarstwo w Polsce (Grassland Science in Poland)*. 2000. № 3. Pp. 31–41.
20. Cristea C., Dragomir N., Cristea T. et al. Researches Regarding the Influence of Some Technological Elements on Seed Yield in *Festuca Rubra* L. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*. 2010. V. 43. № 2. Pp. 137–139.
21. Fairey N.A., Lefkovitch L. P. Effect of method and time of application of nitrogen fertiliser on yield and quality of seed of creeping red fescue. *Canadian Journal of Plant Science*. 2000. V. 80. № 4. Pp. 809–811.
22. Fairey N.A. Cultivar-specific management for seed production of creeping red fescue. *Canadian Journal of Plant Science*. 2006. V. 86. № 4. Pp. 1099–1105.
23. Bitarafan Z., Rasmussen J., Westergaard J. C., & Andreasen C. Seed Yield and Lodging Assessment in Red Fescue (*Festuca rubra* L.) Sprayed with Trinexapac-Ethyl. *Agronomy*. 2019. V. 9. № 10. P. 617. doi:10.3390/agronomy9100617.
24. Titkov V.I., Baykasenov R.K. Ekonomicheskaya i energeticheskaya effektivnost' vozdel'yvaniya yarovoy tverdoy pshenitsy v usloviyakh Orenburgskogo Predural'ya i Zaural'ya [Economic and

- energy efficiency of durum spring wheat cultivation in the conditions of the Orenburg Cis-Urals and Trans-Urals]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University], 2014, no. 5 (49), pp. 34–36.
25. Trukhan O.V. Biologicheskoye obosnovaniye innovatsionnykh tekhnologiy vyrashchivaniya semyan ovsyantsy krasnoy, konkurentnosposobnykh v usloviyakh mirovogo rynka [Biological substantiation of innovative technologies for growing seeds of red fescue, competitive in the world market]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2015, no. 54, pp. 314–317.
 26. Trukhan O.V., Perepravo N.I. Vliyaniye azotnykh udobreniy na semennuyu produktivnost' ovsyantsy krasnoy novogo sorta Sigma [Influence of nitrogen fertilizers on the seed productivity of red fescue of the new variety Sigma]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2010, no. 7, pp. 31–35.
 27. Karpukhin M.Yu. Energeticheskaya effektivnost' priyemov predposadochnoy obrabotki pochvy pod poukosnyy kartofel' na Srednem Urale [Energy efficiency of methods of pre-planting soil cultivation for mowing potatoes in the Middle Urals]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2011, no. 1, pp. 56–59.
 28. Kolos V.A., Sapyan Yu.N., Kabakova E.N. Energoberegayushchaya optimizatsiya tekhnologii rasteniyevodstva pri energoaudite [Energy-saving optimization of crop production technology during energy audit]. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve* [Innovations in agriculture], 2016, no. 3 (18), pp. 24–30.
 29. Tkachuk O.A., Pavlikova E.V. Sravnitel'naya otsenka energeticheskoy effektivnosti agrotekhnicheskikh priyemov v polevykh sevooborotakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Comparative assessment of the energy efficiency of agrotechnical methods in field crop rotations of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2015, no. 1–1, pp. 1690. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18807> (accessed: 11.09.2020).
 30. Shevchenko V.A., Prosviryak P.N. Energeticheskaya effektivnost' vozdeleyvaniya ozimoy tritikale v zavisimosti ot fonov mineral'nogo pitaniya [Energy efficiency of winter triticale cultivation depending on the background of mineral nutrition]. *Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya «Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet imeni V.P. Goryachkina»* [Vestnik of the Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin"], 2008, no. 3 (28), pp. 51–55.