Научная статья
УДК 633.85+631.15
doi: 10.55186/25876740_2022_65_2_157

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ НА МАСЛОСЕМЕНА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.В. Кабунина, Т.Я. Прахова

Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение
«Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Лунино, Пензенская область, Россия

Аннотация. В статье приведена оценка технологии возделывания горчицы белой сорта Люция селекции Федерального научного центра лубяных культур. Теоретической и методологической основой исследования служила совокупность методов: анализ и синтез, монографический, абстрактно-логический, расчетно-конструктивный. Исследования проводили в условиях Пензенской области в 2017-2021 гг. Сорт Люция отличается скороспелостью, крупносемянностью, стабильным урожаем семян, устойчивостью к засухе и полеганию. Урожайность горчицы в годы испытаний варьировала от 14,0 до 16,9 ц/га, масличность семян колебалась в пределах 27,7-31,4%. Приведена технологическая схема выращивания маслосемян горчицы белой, представлена структура затрат на производство продукции, рассчитаны основные показатели экономической и биоэнергетической эффективности ее выращивания. Проведен учет основных затрат, для чего рассчитана технологическая карта. Финансовые результаты показывают, что производство горчицы в зоне Среднего Поволжья экономически выгодно. Общие производственные затраты на 1 га посевов культуры в Пензенском НИИСХ составляют 17,93 тыс. руб. При средней урожайности за 2017-2021 гг., равной 1,59 т/га, себестоимость производства 1 т маслосемян горчицы сорта Люция составила 11,28 тыс. руб. Невысокие затраты на выращивание и цена реализации маслосемян горчицы белой (40 тыс. руб./т) обеспечивают получение валовой прибыли с 1 га порядка 45,7 тыс. руб. и уровень рентабельности производства в размере 255%. Энергетическая оценка технологии возделывания горчицы также показала ее энергоэффективность: чистый энергетический доход составляет 12,84 ГДЖ/га, коэффициент энергетической эффективности — 0,44, биоэнергетический коэффициент равен 1,44, энергетическая рентабельность составляет 43,58%.

Ключевые слова: горчица белая, народнохозяйственное значение, технология возделывания, экономическая эффективность, биоэнергетический эффект

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

EFFICIENCY EVALUATION OF CULTIVATION OF WHITE MUSTARD FOR OILSEEDS IN THE MIDDLE VOLGA REGION

I.V. Kabunina, T.Ya. Prakhova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division
"Penza Research Institute of Agriculture", Lunino, Penza region, Russia

Abstract. The article provides an assessment of the cultivation technology of the white mustard, variety Lucia, bred by the Federal Scientific Center for fiber crops. The theoretical and methodological basis of the study was a set of methods: analysis and synthesis, monographic, abstract-logical, computational-constructive. The studies were carried out in the conditions of the Penza region in 2017-2021. The Lucia variety is distinguished by early maturity, large seeds, stable seed yield, resistance to drought and lodging. The yield of mustard during the test years varied from 14.0 to 16.9 dt/ha, the oil content of seeds ranged from 27.7-31.4%. The article presents: the technological scheme of growing oilseeds of white mustard, the structure of production costs, the calculation of the main indicators of the economic and bioenergetic efficiency of its cultivation. The accounting of the main costs was carried out, for which a technological map was calculated. The financial results show that the production of mustard in the Middle Volga region is economically profitable. The total production costs per hectare of crops are 17.93 thousand rubles. With an average yield for 2017-2021 equal to 1.59 t/ha, the cost of production of 1 ton of oilseeds of the Lucia variety mustard is 11.28 thousand rubles. The low costs of growing and the selling price of white mustard oilseeds (40 thousand rubles/ton) ensure a gross profit per hectare of about 45.7 thousand rubles and a production profitability rate of 255%. The energy assessment of the mustard cultivation technology also showed its energy efficiency: the net energy income is 12.84 GJ/ha, energy efficiency factor is 0.44, the bioenergy coefficient is 1.44, energy profitability is 43.58%.

Keywords: white mustard, national economic significance, cultivation technology, economic efficiency, bioenergy effect

Acknowledgments: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal Scientific Center of Bast Crops (topic No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for the expert evaluation of the article.

Введение

Горчица белая (*Sinapis alba* L.) — растение из семейства Brassicaceae, которая успешно культивируется во многих странах мира (Германии, Франции, Голландии, России, Украине, Беларуси, Пакистане, Казахстане, Индии, Китае, Египте, США, Канаде) [1].

Экологическая пластичность данного вида позволяет получать семена вплоть до 62° северной широты, а зеленый корм — даже за Полярным кругом. Средняя урожайность семян горчицы составляет 12-15 ц/га.

Горчица имеет большое народнохозяйственное значение. Во-первых, это одна из самых потребляемых в мире специй. Для продовольственных целей в мире выращивается в среднем около 466 тыс. т в год, а в отдельные годы — до 703 тыс. т [2]. В ее семенах содержится 25-39% масла (йодное число 92-122), в котором имеется постоянная потребность в различных отраслях промышленности.

© Кабунина И.В., Прахова Т.Я., 2022

Масло горчицы используется в хлебопекарной, кондитерской, консервной промышленности, а также в технической промышленности для выработки полиэфирных алкидных смол при производстве нейлона и смазочных материалов [3]. Горчичное масло содержит смесь эфирных масел, которые используются в парфюмерной промышленности. Эфирное масло горчицы используется как антисептик в виноделии, консервном производстве, пивоварении, при переработке молока [4]. Кроме того, горчичное масло — источник возобновляемой энергии: с помощью метанолиза из него можно получить топливо [5].

Побочные продукты переработки семян (жмых, шелуха) идут на изготовление порошка для медицинских горчичников, горчичного спирта и столовой горчицы [6]. Горчичный жмых относится к числу лучших концентрированных высокобелковых кормов для животных. В 1 кг жмыха содержится 0,98 корм. ед., 274 г протеина, он содержит 35% белковых веществ и 11,8% жира при неизменном количестве клетчатки — 9,1%. Однако кормовая ценность его снижается из-за присутствия в нем гликозидов (едких соединений).

Зеленая масса с озимых и промежуточных посевов горчицы ценна тем, что поступает для кормления животных в самые критические периоды — рано весной и поздней осенью, когда других источников зеленых кормов нет. Горчицу, скошенную еще зеленой, можно успешно использовать и для силосования. При консервировании силоса могут использоваться отходы производства горчичного порошка. Сено горчицы по содержанию белковых веществ не уступает сену с лугов [7].

Горчица — хороший сидерат и фитосанитар, так как имеет способность усваивать труднодоступные формы питательных веществ и превращать их в усваиваемую форму. Эффективность зеленого удобрения приблизительно такая же, как и перегноя. Корневая система культуры, благодаря выделению эфирных масел, способна растворять не доступные для растений формы фосфатов из глубоких, подпахотных пластов почв, перемещая их в верхние. После этого они становятся доступными для злаковых растений, корневая система которых развивается преимущественно в верхнем горизонте. Кроме этого, с корневыми и пожнивными остатками горчица оставляет органические вещества, эквивалентные 15-20 т/га навоза [6, 8, 9].

Горчицу можно использовать в смешанных посевах с бобовыми культурами, где она является опорным растением и подавляет сорняки. Она считается одной из лучших кулисных культур [7, 10].

Горчица — один из ранних медоносов: благодаря цветению (2-3 недели) она обеспечивает сбор с 1 га более 100 кг меда. Опыляется горчица дикими насекомыми и медоносными пчелами [11, 12].

Горчица не требовательна к почвенно-климатическим условиям. Корневая система горчицы способна усваивать питательные вещества из тяжелорастворимых форм калия и фосфора, поэтому она может расти на низкоплодородных почвах. Культура холодоустойчива, семена прорастают при температуре 1-3°С, всходы в фазе розетки выдерживают кратковременные весенние заморозки до минус 7-9°С [13, 14].

Материал и методы исследования

Цель исследования заключалась в проведении оценки экономической и биоэнергетической эффективности производства маслосемян горчицы белой.

Экспериментальную работу проводили в 2017-2021 гг. на базе лаборатории селекционных технологий на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Объектом исследования служил сорт горчицы белой Люция селекции Пензенского НИИСХ. Посев проводили рядовым способом с нормой высева 20 кг/га. Площадь посева составляет 3,5 га. Для определения экономической и энергетической эффективности возделывания горчицы использовали систему натуральных и стоимостных показателей, отражающих процесс производства, и данные технологических карт по возделыванию горчицы. Расчеты производили согласно методическим указаниям [15, 16].

Сорт горчицы белой Люция, используемый в исследованиях, включен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ с 2016 г. Рекомендованные направления использования — на семена для получения масла и как сидеральная культура. Масса 1000 семян — 7,12 г. Вегетационный период — 96 дней. Урожайность семян достигает 19 ц/га, зеленой массы — 250 ц/га. Содержание жира в семенах составляет 20,5-20,7%, эруковой кислоты в масле — 23,6-24,2%, аллилового масла — 0,59-0,68%. Устойчив к полеганию, засухе. Слабо поражается крестоцветными блошками и не поражается болезнями. Пригоден к механизированной уборке [10].

Результаты и их обсуждение

Урожайность горчицы белой зависит от многих факторов. Кроме почвенно-климатических условий, на урожайность большое влияние оказывают предшественник, качество семенного материала, наличие и применение средств химизации, обеспеченность техникой, выполнение работ в оптимальные сроки, материальная заинтересованность работников в результатах своего труда.

В проведенных нами исследованиях, в среднем за 2017-2021 гг., урожайность горчицы белой Люция составила 1,59 т/га, масличность семян — 28,92% (рис.).

Наиболее высокая урожайность (16,9 ц/га) и масличность семян (31,4%) горчицы была в 2017 г. при умеренно-увлажненных условиях (ГТК 1,02).

Горчица считается засухоустойчивой культурой, однако потребность в воде у нее остается высокой в течение всей вегетации. Для получения хороших урожаев горчицы необходимо, чтобы верхний слой почвы (2-3 см) находился в рыхлом и влажном состоянии. Для прорастания

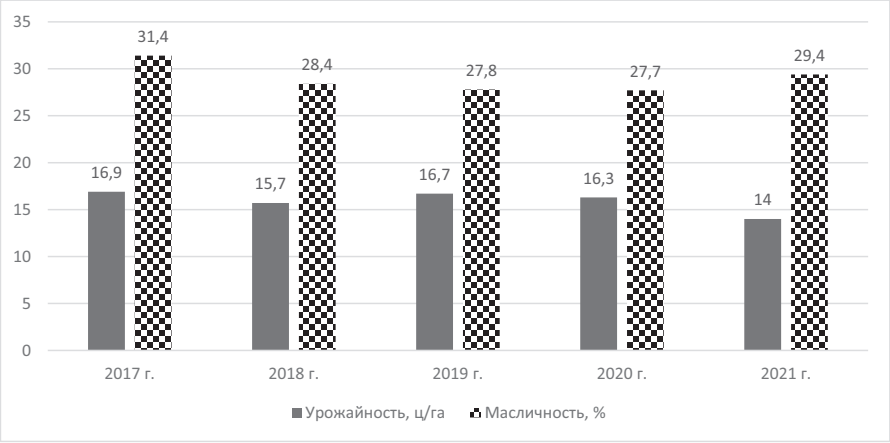

Рисунок. **Продуктивность горчицы Люция**
Figure. **Productivity of mustard Lucia**

Таблица 1. **Базовая технологическая схема выращивания горчицы белой сорта Люция**
Table 1. **Basic technological scheme for growing white mustard of the Lucia variety**

Виды работ	Сроки проведения работ	Технологические параметры
Основная обработка почвы		
Лущение стерни	после уборки предшественника	10-12 см
Зяблевая вспашка	через 2-3 недели после лущения	20-22 см
Предпосевная обработка почвы		
Боронование	физическая спелость почвы	
Предпосевная культивация	перед посевом	5-7 см
Подготовка к посеву и посев		
Посев	при прогревании почвы до 8-10°С	рядовой
Прикатывание	вслед за посевом	поперек рядков
Уход за посевами		
Опрыскивание двукратное (гербициды, инсектициды)	в период вегетации	при необходимости (превышение ЭПВ)
Уборка урожая		
Уборка напрямую	при созревании семян	при влажности семян не более 17%
Первичная очистка семян	сразу после обмолота	
Сортировка семян	август	доведение семян до кондиции в соответствии с ГОСТ Р 52325-2005

и набухания семян горчице требуется значительно больше воды, чем другим масличным культурам. Транспирационный коэффициент горчицы достаточно высокий и составляет 550-700, в силу этого урожайность горчицы резко снижается в годы с низкой относительной влажностью воздуха [13]. Так, высокая потребность в воде, сочетающаяся с холодостойкостью горчицы во время прорастания, предопределяет ее ранние сроки посева и хорошую обработку почвы с элементами для закрытия влаги.

Основные приемы возделывания горчицы белой представлены в типовой технологической карте (табл. 1).

Следующий важный момент при культивации горчицы белой — борьба с вредными организмами. Горчица белая своим мощным развитием заглушает сорняки, но в начальный период сорняки могут заглушить ее слабые всходы. Для борьбы против однолетних и многолетних двудольных сорняков применяется гербицид на основе клопиралида и пиклорама (Лонтрел ВР, Галион или Меридиан и др.) в период вегетации культуры. Против однолетних злаковых сорняков применяют Фюзилад, Фурекс и другие препараты, разрешенные к применению на горчице белой.

Горчица белая повреждается большим количеством вредителей. Наибольший вред в условиях Пензенской области приносят крестоцветные блошки, рапсовый цветоед, горчичный листоед, капустная моль. Для борьбы с ними при достижении экономического порога вредоносности применяются инсектициды. При появлении единичных вредителей обычно достаточно краевых опрыскиваний. Для защиты проростков и всходов от крестоцветных блошек проводят обработку семян препаратами, которые дают возможность защитить посевы на 20-30 дней от повреждения блошками.

Все эти элементы технологии возделывания в той или иной степени влияют на продуктивность горчицы и, как следствие, на ее эффективность и результативность выращивания.

Экономическая эффективность производства горчицы белой представляет собой соотношение результатов хозяйственной деятельности и производственных затрат и характеризуется системой показателей — стоимостных и натуральных, основными из которых являются урожайность, себестоимость, чистый доход, уровень рентабельности.

Себестоимость определяет сумму затрат на получение единицы продукции и является важным экономическим показателем в определении эффективности производства [17]. Себестоимость продукции складывается из определенных видов затрат, имеющих разное производственное назначение. Соотношение их в общей сумме затрат представляет структуру себестоимости. Наибольшую долю в структуре прямых затрат на производство маслосемян горчицы белой занимают затраты на ядохимикаты — 43,51%, оплату труда — 15,32% и ГСМ — 8,32% (табл. 2).

Общие производственные затраты на 1 га посевов горчицы белой составили 17,93 тыс. руб. При средней урожайности за 2017-2021 гг., равной 1,59 т/га, себестоимость производства 1 т маслосемян горчицы белой сорта Люция — 11,28 тыс. руб.

Размер прибыли зависит от урожайности горчицы, себестоимости и цены реализации продукции. Между урожайностью и себестоимостью, себестоимостью и рентабельностью существует обратная связь: чем выше урожайность, тем ниже себестоимость; чем ниже себестоимость, тем выше рентабельность. Возделывание культуры выгодно, если сложившаяся цена реализации выше себестоимости продукции. Из-за низкой конкуренции при производстве семян горчицы белой в настоящий момент на внутреннем рынке сложилась очень привлекательная цена реализации — 40-50 тыс. руб./т [18].

Таблица 2. **Затраты на производство маслосемян горчицы белой Луция**
Table 2. **Costs for the production of oilseeds of white mustard Lucium**

Виды затрат	Руб./га	Руб./т	Доля затрат, %
Оплата труда	2746,67	1727,47	15,32
ГСМ	1491,66	938,15	8,32
Автотранспорт	308,37	193,94	1,72
Электроэнергия	41,24	25,94	0,23
Семена	1134,88	713,76	6,33
Ядохимикаты	7800,76	4906,14	43,51
Амортизация	530,69	333,77	2,96
Текущий ремонт	593,44	373,23	3,31
Прочие прямые затраты	292,24	183,80	1,63
Итого прямых затрат	*14939,95*	*9396,19*	*83,33*
Накладные расходы	2988,69	1879,70	16,67
Всего затрат	*17 928,66*	*11275,87*	*100,0*

Финансовые результаты показывают, что производство горчицы белой в зоне Среднего Поволжья экономически выгодно. Валовая прибыль, то есть доход, который остается от выручки после вычета себестоимости продукции, составляет 160,04 тыс. руб. или 45,7 тыс. руб./га (табл. 3).

Однако масса прибыли не свидетельствует об эффективности производства маслосемян горчицы белой. Ее характеризует уровень рентабельности (коэффициент окупаемости затрат). Этот показатель характеризует величину прибыли, приходящейся на каждую единицу потребленных ресурсов. В нашем случае этот показатель производства достаточно высок и достигает 255,0%.

Однако в настоящее время, в связи с систематическим изменением цен, дать объективную оценку экономической эффективности возделывания той или иной культуры достаточно сложно. Более объективным показателем может служить энергетическая эффективность технологических приемов выращивания культуры, определение которой базируется на учете всех энергозатрат на возделывание и содержании энергии в урожае [17, 19]. При этом энергетическая оценка сорта или приема при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы, если известна стоимость одного гигаджоуля, то есть на основе ее может быть дана экономическая оценка [15].

Затраты совокупной энергии рассчитывают по следующим основным статьям расхода: основные средства производства, оборотные средства производства, трудовые ресурсы. По нашим расчетам, на производство горчицы всего затрачено техногенной энергии 29,46 ГДж/га (табл. 4).

На основные средства (трактора и сельхозорудия) приходится наибольшая доля энергозатрат — 43,69% или 12,87 ГДж/га. Удельный вес ГСМ в структуре энергозатрат составляет 42,87%. На долю пестицидов, применяемых при возделывании горчицы, приходится 11,91%. Показатели энергетической эффективности возделывания горчицы белой представлены в таблице 5.

Таблица 3. **Финансовые результаты производства семян горчицы белой, тыс. руб.**
Table 3. **Financial results of white mustard seed production, thousand rubles**

Показатель	Значение
Площадь посева, га	3,5
Урожайность, т/га	1,59
Валовой сбор, т	5,57
Цена реализации, тыс. руб./т	40,0
Выручка от реализации, тыс. руб.	222,80
Производственные затраты, тыс. руб./га	17, 93
Производственные затраты — всего, тыс. руб.	62,76
Валовая прибыль — всего, тыс. руб.	160,04
Уровень рентабельности, %	255,00

Таблица 4. **Затраты техногенной энергии на 1 га посева горчицы белой**
Table 4. **Costs of technogenic energy per 1 ha of white mustard sowing**

Виды затрат	Расход энергии, ГДж/га	Удельный вес, %
Основные средства		
Трактора, сельскохозяйственные машины, орудия	12,87	43,69
Оборотные средства		
Посевной материал	0,34	1,15
ГСМ	12,63	42,87
Электроэнергия	0,02	0,07
Пестициды	3,51	11,91
Трудовые ресурсы		
Механизаторы, полевые рабочие	0,09	0,31
Всего затрат	*29,46*	*100,0*

Таблица 5. **Показатели энергетической эффективности возделывания горчицы белой**
Table 5. **Indicators of energy efficiency of cultivation of white mustard**

Показатель	Значение
Урожайность, т/га	1,59
Затрачено энергии, ГДж/га	29,46
Получено энергии, ГДж/га	42,30
Чистый энергетический доход, ГДж/га	12,84
Энергетическая себестоимость урожая, ГДж/т	18,53
Себестоимость энергии урожая	0,70
Энергетическая рентабельность, %	43,58
Биоэнергетический коэффициент	1,44
Коэффициент энергетической эффективности	0,44

Чистый энергетический доход составил 12,84 ГДЖ/га, коэффициент энергетической эффективности — 0,44, биоэнергетический коэффициент (КПД) посева больше 1 и равен 1,44. Энергетическая рентабельность составляет 43,58%.

Так как известно, что если чистый энергетический доход представляет положительное число, коэффициент энергетической эффективности больше 0, а энергетический коэффициент полезного действия посева больше 1, то такую технологию можно считать энергетически

эффективной. Следовательно, возделывание горчицы белой в условиях Среднего Поволжья по представленной выше технологической схеме энергетически и экономически выгодно. Применяемая технология ее возделывания является энергосберегающей.

Выводы

Выращивание горчицы белой в условиях Среднего Поволжья рентабельно. Высокая продуктивность ее может быть достигнута только путем соблюдения всех элементов технологии возделывания.

Общие производственные затраты на 1 га посевов горчицы белой в Пензенском НИИСХ составляют 17, 93 тыс. руб. При средней урожайности за 2017-2021 гг., равной 1,59 т/га, себестоимость производства 1 т маслосемян горчицы белой сорта Люция — 11,28 тыс. руб. Невысокие затраты на выращивание и цена реализации маслосемян горчицы белой (40 тыс. руб./т) обеспечивают получение валовой прибыли порядка 45,7 тыс. руб./га и уровень рентабельности производства — 255%.

Технологию возделывания горчицы белой можно считать энергетически эффективной, биоэнергетический коэффициент составляет 1,44 и энергетическая рентабельность — 43,58%.

Список источников

1. Панасюга А.П, Саскевич П.А, Кажарский В.Р. Влияние морфорегуляторов на продуктивность горчицы белой // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1. С. 33-37.
2. Анализ рынка горчицы в России в 2016-2020 гг., прогноз на 2021-2025 гг. Режим доступа: https://businesstat.ru/images/demo/mustard_russia_demo_businesstat.pdf (дата обращения: 20.10.2021).
3. Rozhkov, A., Chigrin, O., Voropay, Y., Olkhovsky, D. (2018). White mustard yield and sowing qualities depending on treatment of seeds with physiologically active agents. *Plant Breeding and Seed Production*, pp. 208-217. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134381
4. Медведев Г.А., Михальков Д.Е., Екатериничева Н.Г. Горчица. Волгоград: Изд-во Волгоградского ГАУ, 2012. 152 с.
5. Уханов А.П., Голубев В.А. Перспективы использования биотоплива из горчицы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 1. С. 88-92.
6. Ясиновсхий Г. Горчица завоевывает популярность. Режим доступа: https://agrotehnology.com/intensivnaya/teoriya/gorchica-zavoevyvaet-populyarnost (дата обращения: 21.10.2021)
7. Turyanskiy, A.V., Smurov, S.I., Grigorov, O.V., Kulkov, S.S. (2017). Conditions for soybean productivity formation depending on the elements of organic farming systems. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, vol. 31, no. 10, pp. 57-61.
8. Крючков М.М., Смертенков И.В. Горчица белая и рапс, как важные элементы в биологизации земледелия // Сборник трудов «Здоровая окружающая среда — основа безопасности регионов». Рязань, 2017. С. 228-331.
9. Прахова Т.Я. Разнообразие масличных капустных культур в Пензенском НИИСХ // Фермер. Поволжье. 2017. № 3 (56). С. 47-48.
10. Прахова Т.Я., Прахов В.А. Масличные культуры семейства Brassicaceae в условиях Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 220 с.
11. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая — медоносная культура. Орел: Картуш, 2015. 160 с.
12. Francis, F., Georges, L., Jean-Paul, W., Eric H. (2001). Effects of allelochemicals from first (Brassicaceae) and second (Myzus persicae and Brevicoryne brassicae) trophic levels on Adalia bipunctata. *J. chem. Ecol.*, vol. 27, no 2, pp. 243-256.
13. Ростова Е.Н. Формирование продуктивности горчицы белой в зависимости от нормы высева и дозы азотных удобрений в условиях степного Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2020. № 21 (184). С. 74-83.
14. Жирных С.С. Продуктивность горчицы белой и сарептской в зависимости от срока посева и нормы высева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2020. № 4. С. 145-154. doi: 10.26897/0021-342X-2020-4-145-154
15. Вафина Э.Ф., Сутыгин П.Ф. Энергетическая оценка эффективности приемов технологий возделывания полевых культур. Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. 63 с.
16. Орсик Л.С. Экономическая эффективность технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. М.: Эфес, 2001. 72 с.
17. Вафина Э.Ф. Энергетическая и экономическая оценка технологии возделывания ярового рапса на семена // Сборник трудов конференции «Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки». Ижевск, 2020. С. 41-45.
18. Адаптивная технология возделывания горчицы в ООО «Тингутинское» Светлоярского района Волгоградской области. Режим доступа: https://studbooks.net/830462/agropromyshlennost/ekonomicheskaya effektivnost primeneniya adaptivnyh tehnologiy (дата обращения: 21.10.2021).
19. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания горчицы белой в условиях Центрально-Черноземного региона // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3 (23). С. 87-92.

References

1. Panasyuga, A.P, Saskevich, P.A, Kazharskii, V.R. (2017). Vliyanie morforegulyatorov na produktivnost' gorchitsy beloi [Influence of morphoregulators on the productivity of white mustard]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy], no. 1, pp. 33-37.
2. Analiz rynka gorchitsy v Rossii v 2016-2020 gg., prognoz na 2021-2025 gg. [Analysis of the mustard market in Russia in 2016-2020, forecast for 2021-2025.] Available at: https://businesstat.ru/images/demo/mustard_russia_demo_businesstat.pdf (accessed: 20.10.2021)
3. Rozhkov, A., Chigrin, O., Voropay, Y., Olkhovsky, D. (2018). White mustard yield and sowing qualities depending on treatment of seeds with physiologically active agents. *Plant Breeding and Seed Production*, pp. 208-217. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134381
4. Medvedev, G.A., Mikhal'kov, D.E., Ekaterinicheva, N.G. (2012). *Gorchitsa* [Mustard]. Volgograd, Publishing house of the Volgograd State University, 152 p.
5. Ukhanov, A.P., Golubev, V.A. (2011). Perspektivy ispol'zovaniya biotopliva iz gorchitsy [Prospects for the use of biofuel from mustard]. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy], no. 1, pp. 88-92.
6. Yasinovskhii, G. *Gorchitsa zavoevyvaet populyarnost'* [Mustard is gaining popularity]. Available at: https://agrotehnology.com/intensivnaya/teoriya/gorchica-zavoevyvaet-populyarnost (accessed: 21.10.2021).
7. Turyanskiy, A.V., Smurov, S.I., Grigorov, O.V., Kulkov, S.S. (2017). Conditions for soybean productivity formation depending on the elements of organic farming systems. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, vol. 31, no. 10, pp. 57-61.
8. Kryuchkov, M.M., Smertenkov, I.V. (2017). Gorchitsa belaya i raps, kak vazhnye ehlementy v biologizatsii zemledeliya [White mustard and rapeseed as important elements in the biologization of agriculture]. In: *Sbornik trudov «Zdorovaya okruzhayushchaya sreda — osnova bezopasnosti regionov»* [Collection of works "Healthy environment — the basis of regional security"]. Ryazan, pp. 228-331.
9. Prakhova, T.Ya. (2017). Raznoobrazie maslichnykh kapustnykh kul'tur v Penzenskom NIISKH [Variety of oilseed cabbage crops in Penza Research Institute]. *Fermer. Povolzh'e* [Farmer. Volga region], no. 3 (56), pp. 47-48.
10. Prakhova T.Ya., Prakhov V.A. (2018). *Maslichnye kul'tury semeistva Brassicaceae v usloviyakh Srednego Povolzh'ya: monografiya* [Oilseeds of the Brassicaceae family in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region: monograph]. Penza, RIO PSAU, 220 p.
11. Velkova, N.I., Naumkin, V.P. (2015). *Gorchitsa belaya — medonosnaya kul'tura* [White mustard — honey culture]. Orel, Kartush Publ., 160 p.
12. Francis, F., Georges, L., Jean-Paul, W., Eric H. (2001). Effects of allelochemicals from first (Brassicaceae) and second (Myzus persicae and Brevicoryne brassicae) trophic levels on Adalia bipunctata. *J. chem. Ecol.*, vol. 27, no 2, pp. 243-256.
13. Rostova, E.N. (2020). Formirovanie produktivnosti gorchitsy beloi v zavisimosti ot normy vyseva i dozy azotnykh udobrenii v usloviyakh stepnogo Kryma [Formation of productivity of white mustard depending on the seeding rate and the dose of nitrogen fertilizers in the steppe Crimea]. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavridy* [Transactions of Taurida agricultural science], no. 21 (184), pp. 74-83.
14. Zhirnykh, S.S. (2020). Produktivnost' gorchitsy beloi i sareptskoi v zavisimosti ot sroka poseva i normy vyseva [Productivity of mustard white and Sarepta depending on the seeding time and seeding rate]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev agricultural academy], no. 4. pp. 145-154. doi: 10.26897/0021-342X-2020-4-145-154
15. Vafina, Eh.F., Sutygin, P.F. (2016). *Ehnergeticheskaya otsenka ehffektivnosti priemov tekhnologii vozdelyvaniya polevykh kul'tur* [Energy assessment of the effectiveness of techniques of field crop cultivation technologies]. Izhevsk, Izhevsk State Agricultural Academy, 63 p.
16. Orsik, L.S. (2001). *Ehkonomicheskaya ehffektivnost' tekhnologii vozdelyvaniya i uborki sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Economic efficiency of technologies for cultivation and harvesting of agricultural crops]. Moscow, Efes Publ., 72 p.
17. Vafina, Eh.F. (2020). Ehnergeticheskaya i ehkonomicheskaya otsenka tekhnologii vozdelyvaniya yarovogo rapsa na semena [Energy and economic assessment of the technology of cultivation of spring rapeseed for seeds]. In: *Sbornik trudov konferentsii «Integratsionnye vzaimodeistviya molodykh uchenykh v razvitii agrarnoi nauki»* [Proceedings of the conference "Integration interactions of young scientists in the development of agricultural science"]. Izhevsk, pp. 41-45.
18. Adaptivnaya tekhnologiya vozdelyvaniya gorchitsy v OOO «Tingutinskoe» Svetloyarskogo raiona Volgogradskoi oblasti [Adaptive technology of mustard cultivation in LLC "Tingutinskoe" of the Svetloyarsky district of the Volgograd region]. Available at: https://studbooks.net/830462 /agropromyshlennost/ekonomicheskaya effektivnost primeneniya adaptivnyh tehnologiy (accessed: 21.10.2021).
19. Velkova, N.I., Naumkin, V.P. (2017). Ehkonomicheskaya i bioehnergeticheskaya ehffektivnost' vozdelyvaniya gorchitsy beloi v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [Economic and bioenergetic efficiency of white mustard cultivation in the conditions of the Central Chernozem region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and groat crops], no. 3 (23), pp. 87-92.

Информация об авторах:

Кабунина Ирина Владимировна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1301-9830, i.kabunina.pnz@fnclk.ru

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7063-4784, prakhova.tanya@yandex.ru

Information about the authors:

Irina V. Kabunina, candidate of economic sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1301-9830, i.kabunina.pnz@fnclk.ru

Tatyana Ya. Prakhova, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of selection technologies,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-7063-4784, prakhova.tanya@yandex.ru

i.kabunina.pnz@fnclk.ru