

УДК 631.4:632.125

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-92-94>

исследования / research

Чебоचाков Е.Я.,  
Муртаев В.Н.,  
Чебоचाков С.Е.

Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии, ул. Садовая, 5, с. Зелёное, Усть-Абаканский район, Республика Хакасия, 655132, Россия  
E-mail: echebochakov@mail.ru

**Ключевые слова:** технология, обработка, залежь, продуктивность, себестоимость, энергетическая оценка

**Для цитирования:** Чебоचाков Е.Я., Муртаев В.Н., Чебоचाков С.Е. Эколого-энергетическая оценка технологии обработки каштановых почв залежи в Средней Сибири. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 92–94.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-92-94>

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи, несут равную ответственность за плагиат и представленные данные.

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Egor Ya. Chebochakov,  
Valery N. Murtaev,  
Sergei E. Chebochakov

Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Sadovaya st., 5, Zelenoe village, Ust-Abakansky district, Republic of Khakassia, 655132, Russia  
E-mail: echebochakov@mail.ru

**Key words:** technology, processing, deposit, productivity, cost, energy assessment

**For citation:** Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N., Chebochakov S.E. Ecological and energy assessment of the technology of processing chestnut soils of fallow lands in Central Siberia. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 92–94. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-92-94>

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism and presented data.

The authors declare no conflict of interest.

## Эколого-энергетическая оценка технологии обработки каштановых почв залежи в Средней Сибири

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** К недостаткам степного природопользования относится деградация почв, высокая себестоимость зерна, кормов и другие неблагоприятные явления. Аналогичные процессы отмечаются в Сибири. В настоящее время начинается повторное освоение залежей и вновь проявляется деградация почв в степных районах Хакасии. Для эффективного использования земельных ресурсов необходимо разработать ресурсосберегающую технологию обработки почв залежи в засушливой степной зоне юга Средней Сибири.

**Методы.** Изучение эффективности технологий обработки почв эрозийной агро-экологической группы залежных земель осуществлялось в засушливом степном агроландшафтном районе Республики Хакасия, расположенной на юге Средней Сибири. Исследования в течение четырёх лет проводились в звене кормового севооборота: долголетняя (20–25 лет) злаково-разнотравная залежь — овёс (кукуруза) на зелёную массу, методом полевого опыта Б.А. Доспехова. При выполнении работы использовались методы водно-физических, агрохимических, экономических и энергетических исследований.

**Результаты.** Установлено, что на долголетних залежных землях (20–25 лет) отмечается уплотнение почвы, низкое содержание влаги и элементов минерального питания. Выявлено влияние комплексного применения гербицидов сплошного действия (Торнадо 500, Спрут Экстра) и технологии обработки почвы на эколого-энергетические показатели. При летней обработке почвы долголетней залежи, внесении гербицида отмечается повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В засушливой степной зоне при технологии с обработкой каштановой почвы долголетней залежи энергетический коэффициент составил 2,10–2,84.

## Ecological and energy assessment of the technology of processing chestnut soils of fallow lands in Central Siberia

### ABSTRACT

**Relevance.** The disadvantages of steppe environmental management include soil degradation, high cost of grain, feed and other adverse phenomena. Similar processes are observed in Siberia. Currently, the re-development of fallow lands is starting and soil degradation is again manifesting itself in the steppe regions of Khakassia. For the efficient use of land resources, it is necessary to develop a resource-saving technology for tillage of fallow lands in the arid steppe zone of the south of Central Siberia.

**Methods.** The study of the effectiveness of soil tillage technologies of the erosive agroecological group of fallow lands was carried out in the arid steppe agro-landscape region of the Republic of Khakassia, located in the south of Central Siberia. Research for four years was carried out in the feed crop rotation link: a long-term (20–25 years) grain-grass fallow land — oats (corn) for green mass, by the method of field experiment of B.A. Dospikhov. Methods of water-physical, agrochemical, economic and energy research were used in the performance of the work.

**Results.** It has been established that on long-term fallow lands (20–25 years) soil compaction, low moisture content and mineral nutrition elements are noted. The influence of the complex application of continuous herbicides (Tornado 500, Sprut Extra) and tillage technology on environmental and energy indicators was revealed. During the summer tillage of the soil of a long-term fallowland, the introduction of a herbicide, an increase in the yield of agricultural crops is noted. In the arid steppe zone, with the technology with the processing of chestnut soil of the long-term fallow land net conversion efficiency was 2.10–2.84.

Поступила в редакцию: 17 февраля 2022  
Одобрена после рецензирования: 11 мая 2022  
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 17 february 2022  
Accepted in revised form: 11 may 2022  
Accepted for publication: 20 june 2022

## Введение

Важной задачей технологий обработки почвы при освоении залежных земель является повышение продуктивности полевых культур и улучшение эколого-энергетических показателей.

К недостаткам степного природопользования относится деградация почв и высокая себестоимость, низкий энергетический коэффициент производства зерна и кормов. Аналогичные процессы происходят в Сибири [1–5].

Для рационального эффективного использования земельных ресурсов, для предотвращения деградации и опустынивания эрозионноопасных агроландшафтов необходимо разработать эффективные почвозащитные комплексы с агротехническими и лесомелиоративными приёмами, включая технологию обработки почв в засушливой степной зоне юга Средней Сибири [6–9].

Площадь земельного фонда Республики Хакасия на 1 января 2015 г. составляла 6156,9 тыс. га. Наибольшую площадь в земельном фонде республики занимают земли категории лесного фонда и земли сельскохозяйственного назначения (1886,3 тыс. га) [8], залежи в 2006 г. занимали 373,4 тыс. га. В Республике Хакасия площадь эродированных и эрозионно опасных земель составляет 962,0 тыс. га, из них пашни — 548,2 тыс. га.

Цель исследований — определить влияние почвозащитной технологии освоения залежных земель на экологическую и энергетическую эффективность в Средней Сибири. В задачи исследований входило выявление эродированности, затрат энергии и энергетического коэффициента при разных технологиях обработки каштановой почвы залежи.

## Методика

Полевые опыты проводили на каштановой почве и чернозёме южном в 2012–2015 гг.

Содержание гумуса в слое 0–20 см каштановой почвы — 2,67%, N-NO<sub>3</sub> — 20,1–22,4 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O (по Мачигину) — соответственно 23,5 и 328 мг/кг; в чернозёме южном — соответственно 4,5%, 16,6–19,2, 19,3 и 720 мг/кг.

Исследования осуществлялись в звене кормового севооборота: долголетняя (20–25 лет) злаково-разнотравная залежь — овёс (кукуруза) на зелёную массу по схеме:

1. ГДП<sub>16</sub>ВК.
2. ГДП<sub>16</sub>О.
3. ГДП<sub>16</sub>Г.

4. ГДП<sub>16</sub>К.

5. ГДП<sub>12</sub>О.

Расшифровка: Г — гербицид (Торнадо 500, Спрут Экстра); Д — дискование; П — плоскорезная обработка на 10–12 см; О — без обработки; В — вспашка на 18–20 см.

Для уничтожения злостных многолетних (пырей ползучий, выюнок полевой) и однолетних (щетинники, просо сорнополевое) сорняков на залежи вносили гербициды сплошного действия при первой закладке опыта в 2012 г. — Спрут Экстра нормой расхода 2 л/га, второй (2013 г.) и третьей (2014 г.) закладках — Торнадо 500 (3,6 л/га).

После обработки почвы залежи по типу чистого пара в следующем году высевались овёс (сорта Сельма в 2013 г., 2015 г.), кукуруза (РОС 197 АМВ в 2014 г.) на зелёную массу. Расположение вариантов последовательное. Повторность трёхкратная. Общая площадь делянок 140–360 м<sup>2</sup>.

Погодные условия в годы проведения опытов были типичными для зоны. Атмосферных осадков за май — август выпало в 2013 г. — 213,6 мм, в 2014 г. — на 34 мм, в 2015 г. — на 9,3 мм меньше нормы.

При выполнении работы в остальном применялась зональная агротехника, использовались методы полевого опыта Б.А. Доспехова, водно-физических, агрохимических, экономических и энергетических исследований [9–10].

## Результаты

Почвозащитная технология обработки почвы с использованием гербицидов необходима при освоении залежных земель.

Актуальность проблемы защиты почв от эрозии остро стоит в таких регионах Сибири, как Республика Хакасия, Тыва, Бурятия, Читинская область, южные районы Красноярского края, где 80% пашни подвержено сильной ветровой и умеренной водной эрозии (рис. 1, 2).

Культивация приводит к увеличению эродированности в 4–5 раз. К весне комковатость почвы, количество растительных остатков уменьшаются, соответственно, эродированность повышается.

По нашим данным, эродированность почвы при обработке залежи с внесением гербицида в августе составила 32,4 г/мин, в июне — 81,4 г/мин (допустимый предел — 34 г). Это объясняется большим сохранением растительных остатков на поверхности.

Энергетические показатели звена кормового севооборота с разными технологиями обработки почвы дол-

**Рис. 1.** Дефляция почв в степной зоне Республики Хакасия, 2018 г.  
**Fig. 1.** Soil deflation in the steppe zone of the Republic of Khakassia, 2018



**Рис. 2.** Совместная эрозия в предгорной степи Республики Хакасия, 2018 г.

**Fig. 2.** Joint erosion in the foothill steppe of the Republic of Khakassia, 2018



Таблица 1. Энергетическая эффективность технологий обработки почвы залежи в засушливой степной зоне

Table 1. Energy efficiency of technologies for tillage of fallow soil in the arid steppe zone

Обработка почвы*	Затраты энергии на 1 т продукции, МДж	Затраты энергии на 1 га, МДж	Энергия продукции, МДж/га	Энергетический коэффициент
ГДП <sub>16</sub> ВК	1062,90	108 52,23	308 07,2	2,84
ГДП <sub>16</sub> О	1292,02	9393,74	219 14,4	2,33
ГДП <sub>16</sub> Г	1366,89	9527,23	209 61,6	2,20
ГДП <sub>16</sub> К	1263,38	9728,00	231 84,8	2,38
ГДП <sub>12</sub> О	1431,60	9205,21	193 73,6	2,10

Примечание: \* — Г — гербициды, Д — дискование, П — плоскорезная обработка (культивация) на глубину 10–12 и 1–16 см, В — вспашка на 18–20 см

голетней залежи в засушливой степной зоне представлены в таблице 1.

В современных условиях более правильной считается биоэнергетическая оценка.

Энергия продукции при технологии с обработкой почвы долголетней залежи на глубину 18–20 см в звене кормового севооборота составила 308 07,20 МДж/га, затраты — 108 52,23 МДж/га, технологии с мелкими обработками (10–12 см и 14–16 см) обеспечили энергию продукции на 7622,4–114 33,6 МДж/га меньше, энергию затрат на 124,23–1647,02 МДж/га меньше.

Энергетический коэффициент при освоении залежи составляет на каштановой почве 2,10–2,84.

Технология освоения долголетней залежи с основной обработкой на глубину 18–20 см в конце мая — начале июня и внесением гербицида в августе более перспективная. В засушливом степном агроландшафтном районе юга Средней Сибири она способствует защите почв

от дефляции, позволяет получить наибольший энергетический коэффициент (2,84).

### Выводы

Эродированность почвы при обработке залежи гербицидом в августе составила 32,4 г/5 мин, в июне — 81,4 г/5 мин (допустимый предел — 34 г).

Затраты энергии при технологии с включением обработки почвы на глубину 18–20 см на 1124,23–1647,02 МДж/га больше по сравнению с технологиями с мелкими обработками 10–12 см и 14–16 см.

Энергия продукции звена кормового севооборота при технологии освоения долголетней залежи с включением обработки на глубину 18–20 см составляет 308 07,07 МДж/га, при технологиях с минимальными обработками почвы она на 7622,4–114 33,0 МДж/га меньше.

Энергетический коэффициент при освоении залежи на каштановой почве составляет 2,10–2,84.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яколева Е. П. Плодородие и оценка продуктивности земледелия. В кн. Проблемы и перспективы земледелия России. Тюмень: АО «Тюменский издательский дом». 2018. С. 294 — 302.
2. Чебоचाков Е.Я. Совершенствование почвозащитного степного земледелия Хакасии. Абакан. ООО «Издательско — полиграфическое предприятие «Журналист». 2019. 278 с.
3. Гамзиков Г.П. Условия и факторы сохранения плодородия почв и получения стабильных урожаев полевых культур в Сибирском земледелии. В кн. Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия. Тюмень. 2018. С. 47–57.
4. Общее земледелие. В кн. Системы ведения производства в сельскохозяйственных организациях Сибири. Новосибирск. ООО «ИПФ Агрос». 2007. С. 114.
5. Кашеваров Н. И., Резников В. Ф. Проблемы оптимизации кормопроизводства в Сибири. Новосибирск: ГНУ СибНХСБ Россельхозакадемии. 2015. 87 с.
6. Lessiter Frank. 29 reasons why many growers are harvesting higher no-till yields in their fields than some university scientists find in research plots. No-till Farmer. 2015 Vol. 44, num. 2. P. 8. (In En)
7. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России. Земледелие. 2018. № 3. С. 3–9.
8. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Хакасия в 2014 году» / Министерство промышленности и природных ресурсов Республики Хакасия. — Абакан, 2015. 160 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат. 1985. 351 с.
10. Неклюдов А.Ф. и др. Биоэнергетическая оценка севооборотов. Методические рекомендации. — Новосибирск, 1993. — 36 с.

### ОБ АВТОРАХ:

**Чебоचाков Егор Яковлевич**, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-9398-4197, e-mail: echebochakov@mail.ru, т. 8-983-197-80-75  
**Муртаев Валерий Николаевич**, младший научный сотрудник, ORCID: 0000-0002-9474-3424, e-mail: valera.murtaev@mail.ru, т. 8-923-399-91-48  
**Чебоचाков Сергей Егорович**, младший научный сотрудник, e-mail: ser.theb.67@mail.ru, т. 8-923-394-42-77

### REFERENCES

1. Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakoleva E. P. Fertility and assessment of agricultural productivity. In the book. Problems and prospects of agriculture in Russia. Tyumen Publishing House. 2018. pp. 294–302. (In Russ.).
2. Chebochakov E. Ya. Improvement of soil-protective steppe agriculture in Khakassia. "Publishing and printing enterprise "Journalist". 2019. 278 p. (In Russ.).
3. Gamzikov G. P. Conditions and factors for preserving soil fertility and obtaining stable yields of field crops in Siberian agriculture. In the book. Soil fertility and assessment of agricultural productivity. Tyumen. 2018. pp. 47–57 (In Russ.).
4. General agriculture. In the book. Production management systems in agricultural organizations in Siberia. Publishing and printing company "Agros". 2007. p. 114. (In Russ.).
5. Kashevarov N. I., Reznikov V. F. Problems of optimization of feed production in Siberia. Siberian Scientific Agricultural Library of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2015. 87 p. (In Russ.).
6. Lessiter Frank. 29 reasons why many growers are harvesting higher no-till yields in their fields than some university scientists find in research plots. No-till Farmer. 2015 Vol. 44, num. 2. P. 8. (In En)
7. Kiryushin V. I. Tasks of scientific and innovative support of agriculture in Russia. Agriculture. 2018. No. 3. pp. 3–9. (In Russ.).
8. State report "On the state of the environment of the Republic of Khakassia in 2014". Ministry of Industry and Natural Resources of the Republic of Khakassia. — Abakan, 2015. 160 p. (In Russ.).
9. Dospekhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Agropromizdat. 1985. 351 p. (In Russ.).
10. Neklyudov A.F. et al. Bioenergetic assessment of crop rotations. Methodological recommendations. — Novosibirsk, 1993. — 36 p.

### ABOUT THE AUTHORS:

**Chebochakov Egor Yakovlevich**, Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID: 0000-0002-9398-4197, e-mail: echebochakov@mail.ru, phone 8-983-197-80-75  
**Murtaev Valery Nikolaevich**, Junior Researcher, ORCID: 0000-0002-9474-3424, e-mail: valera.murtaev@mail.ru, phone 8-923-399-91-48  
**Chebochakov Sergey Egorovich**, Junior Researcher, e-mail: ser.theb.67@mail.ru, phone 8-923-394-42-77