

УДК 631.68.35.37:633.81

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-62-65>

Оригинальное исследование/Original research

Насиев Б.Н.,  
Жылкыбай А.М.,  
Беккалиев А.К.,  
Жанаталапов Н.Ж.,  
Беккалиева А.К.

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 090000, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51  
E-mail: Veivit.66@mail.ru

**Ключевые слова:** органическое земледелие, агроландшафты, фитомелиорация, сафлор, показатели почвы

**Для цитирования:** Насиев Б.Н., Жылкыбай А.М., Беккалиев А.К., Жанаталапов Н.Ж., Беккалиева А.К. Использование посевов сафлора (*Carthamus tinctorius*) для фитомелиорации темно-каштановых почв Западного Казахстана. Аграрная наука. 2022; 357 (3): 62–65.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-62-65>

**Конфликт интересов отсутствует**

Beybit N. Nasiyev,  
Ainur M. Zhylykbay,  
Askhat K. Bekkaliyev,  
Nurbolat Zh. Zhanatalapov,  
Aidyn K. Bekkaliyeva

Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, 51, Zhangir Khan st., Uralsk, Republic of Kazakhstan, 090000  
E-mail: Veivit.66@mail.ru

**Key words:** organic farming, agricultural landscapes, phytomelioration, safflower, soil indicators

**For citation:** Nasiyev B.N., Zhylykbay A.M., Bekkaliyev A.K., Zhanatalapov N.Zh., Bekkaliyeva A.K. The use of safflower crops (*Carthamus tinctorius*) for phytomelioration of dark chestnut soils in Western Kazakhstan. Agrarian Science. 2022; 357 (7): 62–65. (In Russ.).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-62-65>

**There is no conflict of interests**

## Использование посевов сафлора (*Carthamus tinctorius*) для фитомелиорации темно-каштановых почв Западного Казахстана

### РЕЗЮМЕ

Биологизация растениеводства, направленная на преимущественное использование биологических факторов для повышения экономической эффективности аграрного производства, становится основным направлением повышения плодородия почв и получения высоких гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур. В настоящее время актуальным трендом развития органического земледелия становится поддержка и восстановление почвенного плодородия в первую очередь путем применения зеленых удобрений. Одним из новых видов полевых культур, используемых в качестве фитомелиоранта, являются посевы сафлора. По морфологическим признакам генетических горизонтов профиля и агрохимическим показателям пахотного слоя почвы опытные участки характерны для сухостепной зоны Западного Казахстана. В опыте были изучены в качестве фитомелиоранта посевы сафлора (*Carthamus tinctorius*). Площадь делянок 50 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная, расположение делянок систематическое. Норма высева семян сафлора — рекомендованная для сухостепной зоны Западно-Казахстанской области. Зеленая масса сафлора в качестве зеленого удобрения была запашана в почву в период его цветения дисковыми боронами. В результате исследования проведена оценка сафлора, возделываемого в органической системе земледелия для фитомелиорации темно-каштановых почв. Исследования показали, что в слое 0–20 см темно-каштановых почв под влиянием фитомелиоративного действия сафлора к осени отмечено увеличение содержания нитратного азота от 5,08 до 5,35 мг/100 г почвы, или на 5,31%. За период весна — осень в слое 0–20 см темно-каштановых почв содержание подвижного фосфора увеличилось от 1,17 до 1,22 мг/100 г почвы, или на 4,27%. Посевы сафлора оказали положительное влияние на агрофизические показатели темно-каштановых почв. В исследованиях установлено разрыхление почвы на 0,020 г/см<sup>3</sup> и увеличение структурности до 64,47%.

## The use of safflower crops (*Carthamus tinctorius*) for phytomelioration of dark chestnut soils in Western Kazakhstan

### ABSTRACT

Biologization of crop production, aimed at the predominant use of biological factors to increase the economic efficiency of agricultural production, is becoming the main direction of increasing soil fertility and obtaining high guaranteed yields of agricultural crops. Currently, the actual trend in the development of organic farming is the support and restoration of soil fertility, primarily through the use of green fertilizers. One of the new types of field crops used as a phytomeliorant is safflower. According to the morphological characteristics of the genetic horizons of the profile and the agrochemical parameters of the arable layer of the soil of the experimental plots, they are characteristic for dry steppe zone of Western Kazakhstan. In the experiment, safflower crops (*Carthamus tinctorius*) were studied as a phytomeliorant. The area of the plots is 50 m<sup>2</sup>, the replication is threefold, the location of the plots is systematic. The seeding rate of safflower seeds is recommended for the dry steppe zone of the West Kazakhstan region. The green mass of safflower as a green fertilizer was plowed into the soil during the periods of its flowering with disc harrows. As a result of the study, an assessment was made of field crops of yellow mustard and safflower cultivated in the organic farming system for phytomelioration of dark chestnut soils. Studies have shown that in the 0–2 cm layer of dark chestnut soils under the influence of the phytomeliorative action of safflower, an increase in the content of nitrate nitrogen from 5.08 to 5.35 mg/100 g of soil, or by 5.31%, was noted by autumn. During the spring — autumn period, in the 0–20 cm layer of dark chestnut soils, the content of mobile phosphorus increased from 1.17 to 1.22 mg/100 g of soil, or by 4.27%. Sowings of safflower had a positive effect on the agrophysical indicators of dark chestnut soils. In studies, soil loosening by 0.020 g/cm<sup>3</sup> and an increase in structure up to 64.47% were established.

Поступила: 1 ноября 2021  
Принята к публикации: 7 марта 2022

Received: 1 November 2021  
Accepted: 7 March 2022

## Введение

Главным звеном нового направления в сельском хозяйстве — органического земледелия — является использование агроландшафтов с.-х. культур, используемых в качестве фитомелиорантов. Наряду с высокой засухоустойчивостью и урожайностью, огромное значение имеет фитомелиоративная роль сафлора. В работах многих ученых имеются научные данные о положительной роли сафлора как зеленого удобрения в повышении плодородия почвы [1]. Postnikov (2017) для очистки почв от тяжелых металлов предлагает выращивание сафлора как фитомелиоранта на загрязненных почвах [2].

На основании проведенных исследований Marcos и другие (2018) отмечают устойчивость сафлора к уплотнению почвы и выделяют сафлор как вид, способный снизить объемную плотность почвы. В этом исследовании индекс Q1/2 был выше 1,77 и 1,55 для генотипов IMA-2106 и IMA-4904 соответственно [3].

Почвы содержат естественные запасы питательных веществ для растений, но эти запасы в основном находятся в недоступных для растений формах, и лишь небольшая часть выделяется ежегодно в результате биологической активности или химических процессов. Этот выброс слишком медленный, чтобы компенсировать удаление питательных веществ сельскохозяйственным производством и удовлетворить потребности сельскохозяйственных культур. Таким образом, удобрения предназначены для дополнения питательных веществ, уже присутствующих в почве [4, 5].

Использование химических удобрений, органических удобрений или биоудобрений имеет свои преимущества и недостатки с точки зрения обеспечения питательными веществами, роста урожая и качества окружающей среды. Преимущества должны быть объединены для оптимального использования каждого типа удобрений и достижения сбалансированного управления питательными веществами для роста сельскохозяйственных культур. Биоудобрения являются альтернативными источниками удовлетворения потребностей сельскохозяйственных культур в питательных веществах. В биоудобрениях полезными бактериями являются *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Mycorrhizae*, которые очень важны для растениеводства. Биоудобрение также может сделать растение устойчивым к неблагоприятным воздействиям окружающей среды [6, 7, 8]. Как считают Malusà и другие (2016), биоудобрения могут сыграть ключевую роль в разработке интегрированной системы управления питательными веществами, поддерживая продуктивность сельского хозяйства с низким воздействием на окружающую среду [9].

Идеи эксперимента принципиально отличаются от существующих аналогов, так как исследования, проведенные в других странах, ориентированы на другие количественные характеристики почвы, климата, уровни продуктивности растений и рентабельности сельскохозяйственного производства.

Одной из причин низкой урожайности является низкое плодородие почв, вследствие чего культуры в неблагоприятных почвенно-климатических условиях в основные фазы развития недостаточно обеспечены минеральным питанием. В настоящее время состояние пахотных почв в Западном Казахстане вызывает большую тревогу. Многие типы почв, используемые длительное время под полевые культуры, потеряли свое исходное высокое биологическое плодородие и превратились в абиотический субстрат. Содержание гумуса в темно-каштановых почвах Западного Казахстана составля-

ет 2,9%, в слое 0–20 см содержание нитратного азота колеблется в пределах 5,03–5,09 мг/100 г почвы, подвижного фосфора — 1,12–1,18 мг/100 г почвы, pH 8,15, сумма поглощенных оснований — 24,51 мг-экв/100 г почвы.

Интенсивное использование почв под с.-х. культуры привело к снижению основных параметров плодородия. Снижению плодородия почв также способствовало стихийное ведение земледелия в период раздробления крупных хозяйств на многочисленные мелкие крестьянские (фермерские) хозяйства. Поэтому повышение урожайности сельскохозяйственных культур и сохранение почвенного плодородия является актуальной задачей, стоящей в настоящее время перед учеными.

В связи с этим целью исследований является выявление изменений физико-химических и биологических показателей почвенного покрова под влиянием агроландшафтов сафлора для рационального управления органическими агроценозами.

Исследования выполнены в 2020–2021 годах в рамках грантового финансирования КН МОН РК в ЗКАТУ имени Жангир хана (Республика Казахстан) по теме AP08855595 «Формирования агроландшафтов кормовых культур и сафлора в системе диверсифицированного и биологизированного растениеводства Западного Казахстана» и по теме докторской диссертации «Формирования посевов сафлора в системе диверсифицированного растениеводства ЗКО».

## Методика

Для изучения фитомелиоративной роли сафлора на показатели были отобраны образцы темно-каштановых почв в слое 0–10 см и 10–20 см. Повторность отбора 4-кратная.

В лабораторных условиях путем анализа почвенных образцов с использованием принятых современных методов определяли содержание в почве нитратного азота с помощью хлорида кальция в качестве экстрагирующего вещества и подвижного фосфора по методу И. Мачигина [10].

В связи с тем что в темно-каштановых почвах калий содержится в достаточном количестве ( $K_2O$  — 520 мг/кг почвы (по Мачигину)), в исследованиях не ставилась задача изучения изменения динамики содержания калия под фитомелиоративным действием сафлора.

Плотность почвы определяли в полевых условиях с использованием буров-цилиндров Н.А. Качинского. Оценку структурного состояния почвы проводили путем агрегатного анализа с использованием метода сухого рассева [10].

Биологическую активность темно-каштановых почв определяли методом разложения льняного полотна (метод аппликаций) [11]. Интенсивность разложения клетчатки оценивали по убыли в массе льняного полотна. Для оценки биологической активности почв по разложению клетчатки в осенний период (% разложившегося полотна за 2 месяца) применяли шкалу Д.Г. Звягинцева: очень слабая < 10, слабая 10–30, средняя — 30–50, сильная — 50–80, очень сильная — > 80.

## Результаты

В проведенных исследованиях для оценки фитомелиоративной роли сафлора в условиях Западного Казахстана посев производили в 2020 году 27 апреля и в 2021 году 4 мая.

К периоду цветения высота растений сафлора в 2020 году составила 45 см, а в условиях 2021 года — 64 см.

Массовое цветение сафлора в 2020 году наступило 16 июля, а в условиях 2021 года — 13 июля.

В исследованиях растения сафлора в фазу цветения формировали зеленую массу 117,7 ц/га в 2020 году и 135,60 ц/га в 2021 году. Запахивание сидеральной массы сафлора в почву производили в фазу цветения дисковыми боронами на глубину 18–20 см.

Как показали данные агрохимического анализа, в среднем за 2020 и 2021 годы к моменту запахивания в составе зеленой массы сафлора содержалось азота 1,76% и фосфора 3,30% в сухой массе.

Большинство почв от природы содержит недостаточное количество доступных растениям азота, фосфора и калия, а также других питательных элементов. К тому же ежегодно значительное количество этих элементов отчуждается из почвы с урожаем. Кроме того, большая часть их пока что теряется вследствие вымывания, улетучивания или закрепляется в почве, переходя в недоступные растениям формы. Восполнить запасы указанных элементов можно только искусственно, путем применения удобрений, в том числе сидератов [4].

К осени для оценки фитомелиоративного действия сафлора на темно-каштановую почву проводили отбор и анализ почвенных проб. Как показали данные агрохимического анализа, сафлор способствовал увеличению в почве содержания питательных минеральных элементов. Так, к осени на запаханном сафлором участке отмечено увеличение содержания нитратного азота и подвижного фосфора по сравнению с содержанием этих элементов в весенний период перед посевом.

В среднем за 2020–2021 годы в слое 0–20 см темно-каштановых почв под влиянием фитомелиоративного действия сафлора к осени отмечено увеличение содержания нитратного азота от 5,06 до 5,35 мг/100 г почвы, или на 5,95%.

Аналогичная тенденция наблюдается и по содержанию подвижного фосфора. За период весна — осень в слое 0–20 см темно-каштановых почв содержание подвижного фосфора увеличилось от 1,16 до 1,22 мг/100 г почвы, или на 5,17% (табл. 1).

Под влиянием возделываемых культур на пашне происходит изменение плотности почвы, ее водно-воздушных свойств, температурного и питательного режимов, микрорельефа, динамики растительного покрова, качества микро- и макронаселения почвы. Посевы фитомелиорантов оказывают положительное влияние на агрофизические показатели почв. В исследованиях подтверждаются выводы других авторов [1, 3, 12]. Если в среднем за 2020–2021 годы в корнеобитаемом слое 0–20 см в весенний период

плотность почвы была на уровне 1,30 г/см<sup>3</sup>, то к осени установлена тенденция снижения плотности почвы по слоям 0–10 и 10–20 см. За период вегетации в слое 0–20 см отмечено разрыхление почвы на 0,010 г/см<sup>3</sup>.

Анализ динамики структурно-агрегатного состава темно-каштановых почв свидетельствует о некотором улучшении структуры почв под влиянием фитомелиоративного действия сафлора и о выраженной тенденции к восстановлению, отмеченной за период наблюдений. Темно-каштановые почвы опытных участков вследствие фитомелиоративного действия сафлора имели хорошие показатели по содержанию агрономически ценных агрегатов и коэффициенту структурности. Так, в среднем за 2 года на темно-каштановых почвах в осенний период после посевов сафлора структура почвы составила в слое 0–20 см 64,45% (увеличение на 0,77%) при коэффициенте структурности 1,73. По принятым критериям почва имеет хорошую структуру и структурность (табл. 2).

Таблица 1. Фитомелиоративное действие сафлора на содержание химических показателей темно-каштановых почв, среднее за 2020–2021 гг.

Table 1. Phytomeliorative effect of safflower on the content of chemical indicators of dark chestnut soils, average for 2020–2021

| Слой почвы, см | Нитратный азот, мг/100 г почвы |       |         | Подвижный фосфор, мг/100 г почвы |       |         |
|----------------|--------------------------------|-------|---------|----------------------------------|-------|---------|
|                | весна                          | осень | разница | весна                            | осень | разница |
| 0–10           | 4,89                           | 5,10  | +0,21   | 1,20                             | 1,26  | +0,06   |
| 10–20          | 5,23                           | 5,59  | +0,36   | 1,12                             | 1,17  | +0,05   |
| 0–20           | 5,06                           | 5,35  | +0,29   | 1,16                             | 1,22  | +0,06   |

Таблица 2. Фитомелиоративное действие сафлора на агрофизические показатели темно-каштановых почв, среднее за 2020–2021 гг.

Table 2. Phytomeliorative effect of safflower on agrophysical indicators of dark chestnut soils, average for 2020–2021

| Слой почвы, см | Плотность, г/см <sup>3</sup> |       |         | Структура почвы, % |       |         |
|----------------|------------------------------|-------|---------|--------------------|-------|---------|
|                | весна                        | осень | разница | весна              | осень | разница |
| 0–10           | 1,30                         | 1,29  | –0,010  | 62,13              | 62,95 | +0,82   |
| 10–20          | 1,29                         | 1,28  | –0,010  | 65,22              | 65,95 | +0,73   |
| 0–20           | 1,30                         | 1,29  | –0,010  | 63,68              | 64,45 | +0,77   |

Таблица 3. Влияние сидерации сафлора на биологическую активность темно-каштановых почв, среднее за 2020–2021 гг.

Table 3. The effect of safflower sideration on the biological activity of dark chestnut soils, average for 2020–2021

| Повторности (чистое полотно) | Масса полотна, г (экспозиция 2 месяца) |          | Разница с контролем вследствие микробиологического разложения, г | В % к контролю | Биологическая активность почвы по сравнению с контролем (по шкале Д.Г. Звягинцева) |
|------------------------------|----------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | исходная                               | конечная |                                                                  |                |                                                                                    |
| Контроль (чистое полотно)    | 5,35                                   | 5,35     | —                                                                | 100            | —                                                                                  |
| 1                            | 5,25                                   | 2,35     | 2,90                                                             | 55,24          | Сильная                                                                            |
| 2                            | 5,35                                   | 2,57     | 2,78                                                             | 51,96          | Сильная                                                                            |
| 3                            | 5,25                                   | 2,48     | 2,77                                                             | 52,76          | Сильная                                                                            |
| 4                            | 5,05                                   | 2,28     | 2,77                                                             | 54,85          | Сильная                                                                            |
| Среднее                      | 5,23                                   | 2,42     | 2,81                                                             | 53,72          | Сильная                                                                            |

При оценке фитомелиоративной роли важное значение имеет влияние сафлора на биологическую активность темно-каштановых почв.

В таблице 3 приведены результаты исследований по определению микробиологической активности темно-каштановой почвы. Как показывают данные исследований, на варианте с использованием сафлора отмечается высокая скорость разложения льна-полотна и спустя 2 месяца после закладки общая масса полотна в среднем за 2 года по сравнению с контролем была снижена на 53,72%, что соответствует такой биологической оценке активности почвы, как «сильная».

### Выводы

Ухудшение физико-химических и биологических показателей, деградация почв являются наиболее распростра-

ненными и значительными осложнениями в управлении агроландшафтами в Западном Казахстане, требующими принятия правильных решений из-за их воздействия на окружающую среду, а также снижения темпов производства безопасной растениеводческой продукции.

Возделывание в полевых севооборотах сафлора как сидеральной культуры способствует улучшению физико-химических и биологических показателей почв. Эта гипотеза подтверждается данными стандартных методов оценки параметров темно-каштановых почв Западного Казахстана.

Идея и данные исследований служат предпосылкой для разработки природоохранных мер для эффективного использования агроландшафтов за пределами Казахстана, в странах и регионах с аналогичными системами органического земледелия.

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Flemmer A.C, Franchini MC, Lindström L.I. Description of safflower (*Carthamus tinctorius*) phenological growth stages according to the extended BBCH scale. *Annals of Applied Biology*. 2015; 166(2): 331–339.
2. Postnikov D.A. Method of purification of soils from heavy metals. RU2365078C1. Patent for invention. 2017.
3. Marcos Vinicius Mansano Sarto, Douglas Bassegio Ciro, Antonio Rosolem, Jaqueline Rocha, Wobeto Sarto. Safflower root and shoot growth affected by soil compaction. Soil and plant nutrition. *Bragantia*. 2018; 77 (2): 15–18. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2017191>
4. Nasiyev B.N, Zhanatalapov N.Zh, Shibaikin B. Assessment of the Elements of the Sudan Grass Cultivation Technology in the Zone of Dry Steppes. *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2021; 21(1): 172–180. DOI:10.3844/ojbsci.2021.172.180,
5. Насиев Б.Н., Жанаталапов Н.Ж. Режимы питания смешанных посевов // *Аграрная наука*. 2017; 4: 14–16. [Nasiyev B.N., Zhanatalapov N.J. Nutrition regimes of mixed crops // *Agrarian Science*. 2017; 4: 14–16. (In Russ.)].
6. Sanjay S. Effect of Soil Biological Properties on Crop Production. Soil Conservation Society of India, New Delhi, 2017; 1: 55–62.
7. Sanjay S. Soil microbes for securing the future of sustainable farming. *International Journal of Current Microbiology and Applied*

*Sciences*. 2020; 9.4: 2687–2706.

8. Насиев Б.Н., Есенгузина А.Н. Биологизированная технология возделывания ячменя в 1 зоне Западного Казахстана // *Аграрная наука*. 2021; 5: 71–75. [Nasiyev B.N., Esenguzhina A.N. Biologized technology of barley cultivation in the 1st zone of Western Kazakhstan // *Agrarian science*. 2021; 5: 71–75 (In Russ.)].
9. Malusà E, Pinzari F, Canfora L. Efficacy of biofertilizers: Challenges to improve crop production. In: *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity*, New Delhi: Springer, 2016; 2: 17–40. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2644-4>.
10. Габдулов М.А. Методы полевых и лабораторных исследований. – Уралск: ЗКАТУ Жангир хана. 2018; С.41–50. [Gabdulov M.A. Field and laboratory research methods. - Uralsk: WKATU Zhanqir Khan. 2018; P.41–50. (In Russ.)].
11. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // *Почвоведение*. 1978; 6: 48–54. [Zvyagintsev D.G. Biological activity of soils and scales for assessment some of its indicators // *Soil Science*. 1978; 6: 48–54. (In Russ.)].
12. Osipova I. Allelopathic properties of European cranberry mush (*Viburnum opulus L.*) — valuable decorative, medicinal and fruit plant. *Internationale conference of Horticulture*. 2016; 6:146–152.

### ОБ АВТОРАХ:

**Насиев Бейбит Насиевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан  
**Жылкыбай Айнур Маликовна**, магистр сельскохозяйственных наук, докторант  
**Беккалиев Асхат Кажмуратович**, магистр почвоведения, старший преподаватель  
**Жанаталапов Нурболат Жасталапович**, магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель  
**Беккалиева Айдын Канатовна**, магистр почвоведения, старший преподаватель

### ABOUT THE AUTHORS:

**Nasiyev Beybit Nasiyevich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan  
**Zhylykbay Ainur Malikovna**, Master of Agricultural Sciences, doctoral student  
**Bekkaliyev Askhat Kazhmuratovich**, Master of Soil Science, Senior Lecturer  
**Zhanatalapov Nurbolat Zhastalapovich**, Master of Agricultural Sciences, Senior Lecturer  
**Bekkaliyeva Aiydyn Kanatovna**, Master of Soil Science, Senior Lecturer