

ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИНИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-1

UDC 633.85:631.526.3

H. S. HERESHKO, scientist

I. S. VOLOSHCHUK, O. P. VOLOSHCHUK, doctors of agricultural sciences

V. V. HLYVA, candidate of agricultural sciences

Kh. V. BILONIZHKA, scientist

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Hrushevskoho street, 5, v. Obroshyne, Lviv district, Lviv region,

81115, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

OILSEED RADISH – VALUABLE CROP OF A WIDE RANGE USE

The article highlights the national economic significance of the oilseed radish culture (*Raphanus sativum d. Var. Oleifera Metrg.*) in various industries: animal husbandry, plant growing, beekeeping, medicine, cosmetics, food and technical industry. The biological characteristics of a culture rich in vitamins, macro- and microelements are described. 100 kg of green mass of oil radish contains 12–16 feed units, 12–14 % dry matter, 26–29 % crude protein, mineral compounds (sulfur, phosphorus, calcium, carotene). Post-harvest crops form up to 30 t/ha of high-protein mass, which is fed to all types of animals and poultry in mixtures with cereals – oats, corn, Sudanese grass. It is an excellent green manure for improving physical properties of the soil, reducing disease damage, which has a positive effect on the productivity of subsequent crops.

The oil radish is a well-known cruciferous plant. It is a valuable organic fertilizer with unique properties. Helps prevent soil depletion after crops that extract useful components in their development. Natural fertilizers from green manure – annual crops sown to improve the soil – are becoming more widespread. And not only among gardeners and owners of small and medium-sized farms, but also in agricultural holdings, that is, in those who position their products as "environmentally friendly". At least for the reason that chemically synthesized nitrogen fertilizers are not used in the cultivation of products, preferring to obtain them from green manure. A worthy and unpretentious representative of which, olive radish, occupies a significant place among green manure crops.

The introduction of ecologically compliant, high-yielding varieties contributes to an increase in the areas of oil radish sowing. Recommended new varieties are included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine in 2021.

The main problems in the technology of growing oil radish with the aim of increasing seed and fodder productivity have been identified. It is indicated that

© Hereshko H. S., Voloshchuk I. S.,
Voloshchuk O. P., Hlyva V. V.,
Bilonizhka Kh. V., 2021

oilseed radish does not require special costs and complex cultivation technology. The best predecessors for it are: winter wheat, winter barley, corn, cereal-legume mixtures for grain, vegetables and intermediate cultures. You cannot sow it after cabbage crops. Depending on the use, this crop can be sown early and late at different seeding rates and a system of basic and additional fertilization. Modern methods of harvesting provide full mechanization of all processes and in a short time allow you to harvest with minimal losses while maintaining high quality seeds.

Key words: oil radish, variety, feed productivity, nutritional value, cultivation technology.

Герешко Г. С., Волощук І. С., Волощук О. П., Глива В. В., Білоніжка Х. В.

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

Редька олійна – цінна культура широкого спектру використання

Висвітлено народногосподарське значення культури редьки олійної (*Raphanus sativum d. var. oleifera Metrg.*) у різних галузях використання: тваринництві, рослинництві, бджільництві, медицині, косметичі, харчовій та технічній промисловості. Описано біологічні особливості культури, що багата вітамінами, макро- та мікроелементами. У 100 кг зеленої маси редьки олійної міститься 12–16 к. о., 12–14 % сухої речовини, 26–29 % сирого протеїну, мінеральні сполуки (сірка, фосфор, кальцій, каротин). Післяжнивні посіви формують до 30 т/га високобілкової маси, яку згодують всім видам тварин і птиці в сумішках із злаковими – вівсом, кукурудзою, суданською травою. Вона є чудовим сидератом для поліпшення фізичних властивостей ґрунту, зменшення ураження хворобами, що позитивно впливає на продуктивність наступних культур.

Редька олійна – відома рослина сімейства Хрестоцвітих. Вона є цінним органічним добривом з унікальними властивостями. Допомагає запобігти виснаженню ґрунту після культур, які виносять корисні компоненти при своєму розвитку. Природні добрива з сидератів – однорічних культур, що висіваються для поліпшення ґрунту, отримують все більше поширення. І не тільки в садівників, городників та власників невеликих і середніх фермерських господарств, але і в агрохолдингах, тобто в тих, хто позиціонує свою продукцію як екологічно чисту. Хоча б з тієї причини, що не застосовують під вирощування продукції хімічно синтезовані азотні добрива, вважаючи за краще отримувати їх з сидератів, гідний і невибагливий представник яких – редька олійна – займає в ряду сидеральних культур вагоме місце.

Впровадження екологічно пластичних, високоврожайних сортів сприяє збільшенню площ посівів редьки олійної. Рекомендовано нові сорти, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2021 р.

Визначено основні проблеми в технології вирощування редьки олійної для підвищення насінневої і кормової продуктивності. Вказано, що редька олійна не вимагає особливих затрат і складної технології вирощування. Кращими попередниками для неї є: пшениця озима, ячмінь озимий, кукурудза,

злаково-бобові сумішки на зерно, овочеві і проміжні культури. Не можна її сіяти після капустяних культур. Залежно від використання цю культуру можна сіяти в ранні і пізні строки за різних норм висіву насіння та системи основного і додаткового удобрення. Сучасні методи збирання врожаю забезпечують повну механізацію усіх процесів та в короткий термін дають можливість зібрати врожай з мінімальними втратами, зберігаючи високу якість насіння.

Ключові слова: редька олійна, сорт, кормова продуктивність, поживність, технологія вирощування.

Oil radish (*Raphanus sativum d. var. oleifera* Metrg.) has long been considered a rare crop. However, from the mid-70's it began to be used as a valuable spring crop, which provides the production of green and concentrated feed, technical oils, meal and cake. At present, the area under oil radish in the world reaches more than 200 thousand hectares. [1, 14].

Its green mass contains many vitamins, macro- and microelements, 100 kg of green mass contains 12–16 feed units, 12–14% of dry matter, 26–29% crude protein, rich in mineral compounds (sulfur, phosphorus, calcium, carotene). Even in post-harvest crops it forms up to 30 t/ha of high-protein mass, which is fed to all species of animals and poultry in mixtures with cereals – oats, corn, Sudanese grass [9].

Oil radish is a well-known plant of the cruciferous family. It is not suitable for food, however, vegetable growers consider oil radish a valuable fertilizer. In addition to being a green manure with unique properties, it serves as a forage crop and honey plant. It is grown on private premises and farms. Helps prevent soil depletion after vegetable crops, which carry out useful components from the soil.

Fans of culture are supporters of organic farming, which does not involve the use of chemicals in the areas.

Natural fertilizers from green manures – annual crops sown to improve the soil – are becoming more common. And not only for gardeners and owners of small and medium-sized farms, but in agricultural holdings, ie those who position their products as "environmentally friendly". At least for the reason that chemically synthesized nitrogen fertilizers are not used for growing products, preferring to get them from greens. A worthy and unpretentious representative of which, radish oil, occupies an important place in a number of green manure crops.

This crop is an excellent green manure to improve the physical properties of the soil and reduce disease spread, which has a positive effect on the productivity of subsequent crops. The positive features include its precocity, high reproduction rate, mechanization of all cultivation processes. It can give high yields at different sowing dates – from early

spring to the second half of August. Radish seed productivity is high – 2.0–2.5 t/ha [15, 23].

The oil content in the seeds is 40-50, in the cake – 10%. The protein content in the seeds is up to 37% and it is balanced by all essential amino acids. The oil content in the seeds and its quality depends on the type, characteristics of the variety, fertilizer, water regime, soil and other conditions. Crucial in increasing the oil content in the seeds is the introduction of high-oil varieties and hybrids and the use of a perfect seed system [13, 21].

In addition to agronomy, oil radish is in demand in cooking as a product for vitamin dishes, the leaves of which soaked in water are excellent basis for salads. Green shoots can be added to borshch, they contain ascorbic acid, which saturates dishes with vitamin C. The radish seeds contain unique essential oils that allow you to get enriched vegetable oil from the culture, but the process is too time consuming. In terms of taste and nutritional characteristics, radish oil is similar to cedar and consists of 99% fat. It is considered a low-calorie and dietary product, goes well with vegetables and greens. It can be used for season porridge and cold salads. Radish leaves should not be over-consumed, they contain glucosides that can cause poisoning [19].

Essences derived from radish are the basis for the production of medicines. They are mainly used for the manufacture of vitamins. Herbal preparations are prepared from the green mass, which has a calming effect. Leaf-based drinks relieve stress and headaches [16].

In cosmetics, essential mixtures derived from radish oil are added to massage oils, and emulsions have a relaxing and lightly warming effect [12, 32].

In order to ensure Ukraine's energy strategy towards the development of non-traditional energy sources, radish oil can be considered as a promising raw material for biofuel production with a yield of 0.5 t/ha at sowing rates of 1.5 and 2.0 million seeds/ha and application of mineral fertilizers – $N_{60}P_{60}K_{60}$. Anti-corrosion emulsion is made from oilseed radish [17, 26].

Oil radish is a recognized honey crop. Its main advantages are long flowering (up to 30 days) and the release of nectar in cool weather. Honey harvest is carried out in early spring and mid-summer, when other honey crops have bloomed. The nectar content of sucrose, fructose and glucose is 20%. Honey has a strong aroma and high medicinal properties [30].

In ecological terms, it easily adapts to different climatic conditions. It grows quickly, develops a large root system and leaf mass, which makes

it possible to reduce the dose of organic and nitrogen fertilizers. Able to grow on heavy, clay soils increasing their fertility. If not mowed before winter, it can hold back snow and prevent the soil from freezing. Due to the characteristic odor of essential oil, prevents the reproduction of pests in the soil – nematodes, wireworms, increases the number of earthworms and useful microorganisms [29, 34]. Resistant to cold, drought and high humidity. Tight closure of crops reduces weed growth. Continues vegetation at +5 ... + 6 °C, is not afraid of frosts to minus 4 °C. Well-developed plants are able to tolerate temperatures down to minus 7 °C [10].

During spring sowing the vegetation period averages 60 days, during summer sowing – 15 to 20 days shorter. To achieve forage maturity, the sum of positive temperatures is 600-700 °C, and for seed maturation – about 1200 °C. Radish oil is a culture demanding of moisture, because its root system is located in the surface layers of the soil. Temporary droughts reduce the yield of green mass due to poor branching of plants, remain short and poorly leafy. Excessive soil moisture also negatively affects the productivity and quality of products grown [5].

Among the main factors influencing the demands of producers to increase the area under crops is the introduction of environmentally friendly, plastic, high-yielding varieties. The varietal assortment of oil radish in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine in 2021 is represented by the following varieties: Rainbow (oil), Lybid (fodder), Kyianochka (green manure, fodder) (originator – National Botanical Garden named after M. M. Gryshka of the National Academy of Sciences of Ukraine) and Zhuravka (oil, fodder) – originator is Precarpathian State Breeding and Research Station of the Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS [18].

From a technological point of view, oilseed radish does not require special costs and complex cultivation technology. The best precursors for it are winter wheat, winter barley, corn, cereals and legumes for grain, vegetables and intermediate crops. It cannot be sown after cabbage crops [31].

In the early stages of sowing and depending on the predecessor, tillage includes: plowing to a depth of 22-28 cm, leveling the surface, cultivation to a depth of seed wrapping and rolling. In late tillage in autumn or early spring, plowing is replaced by surface tillage with heavy disc harrows in 2-3 tracks to a depth of 8-10 cm, then level the field surface and roll [8, 25].

The method of oilseed radish sowing for green fodder is the usual row sowing with a row spacing of 15 or 30 cm. The sowing rate in pure

sowing is 2-3 million seeds/ha (16–20 kg), in mixtures – 4.1 million oat seeds/ha (120-140 kg) + radish 1-2 million seeds/ha (8–16 kg). Oilseed radish is sown at an earlier date. The method of sowing is the same as when growing it for green fodder. Seed wrapping depth is 2–4 cm. In order to accelerate seed propagation in seed nurseries, it is sown by a wide-row sowing method (45–70 cm) with a sowing rate of 4–5 kg/ha. Wide-row sowing has a number of advantages, because in wide rows the plants do not lie down, more beans are formed, seed yield increases; it is possible to carry out 1-2 interrow cultivations with simultaneous hilling at the last processing. The system of basic and additional application of fertilizers can affect crop productivity and product quality. Depending on the fertility of the soil, the rate of organic and mineral fertilizers application under the main tillage is 40-60 t/ha and $N_{60-120}P_{40-60}K_{40-60}$. On the background of organics, the rate of mineral fertilizers is reduced by half [3, 4, 6, 7, 11, 20, 22, 27, 28, 33]. Crop care consists of pest and disease control, which is used in winter rapeseed crops. Radish oil is damaged by cruciferous fleas and rapeseed cauliflower, treatment of which is carried out in case of appearance: fleas – by the plant germination, against the cauliflower – during budding. If in the pre-emergence period a soil crust is formed, it is destroyed by harrowing with rotary hoes. On wide-row crops, 2-3 loosening of interrows is carried out [2].

The final and most responsible technological moment of growing plant products is harvesting. Harvesting of radish for green mass begins in the budding phase – the beginning of flowering, for silage – when tying the pods. For intensive regrowth of plants in crops, the height of the cut for multi-use is not less than 6-8 cm. The timing of harvesting the seeds depends on the timing of 70% drying of the pods. Collection is carried out both by direct combining and separate at yellowing of pods in the middle part of the central and lateral stalks. Modern methods of harvesting provide complete mechanization of all processes and in a short time make it possible to harvest with minimal losses, while maintaining high seed quality. The two-phase method is more suitable for harvesting seeds, when the radish is cut into rolls and the seeds in the pods should be light brown. Pods do not crack, so you can not hurry with the harvest and choose dry sunny weather [24].

Conclusions. In the soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe with sufficient rainfall, low natural soil fertility, oilseed radish is a valuable fodder and green manure crop. By introducing new varieties into agricultural production and producing a sufficient number of basic seeds, it is possible to expand the area under crops in the region,

which will improve the physical properties of the soil for future crops, increase green manure and feed production.

Список використаної літератури

1. Артиуков Н. Редька масличная. *Сельское хозяйство Сибири*. 1961. № 12. С. 81.
2. Влияние различного использования зеленой массы редьки масличной, соломы, минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / В. В. Лапа и др. *Почвоведение и агрохимия*. 2011. № 1 (46). С. 104–115.
3. Жуйков О. Г., Логвіновський А. Я., Тарасов К. В. Кількісно-якісні показники ефективності застосування позакореневого підживлення олійних культур родини Капустяні в агрофітоценозах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 77. С. 50–54.
4. Лихочвор А. М. Урожайність ярих олійних культур, якість їх олії, економічна ефективність вирощування в умовах Західного Лісостепу. *Научний взгляд в будуще*. 2016. Вып. 4, т. 9. С. 31–37.
5. Марунова Л. К., Константинова П. Н. Элементы технологии возделывания редьки масличной в чистых и смешанных посевах в Лесостепи Среднего Поволжья. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2018. Vol. 11-2. P. 34–37. DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10187.
6. Мастеров А. С., Романцевич Д. И. Влияние азотного питания на семенную продуктивность редьки масличной. *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур* : сб. ст. по материалам VII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию проф. М. Е. Николаева (г. Горки, 16–17 февр. 2016 г.). Горки : БГСХА, 2016. С. 130–133.
7. Мастеров А. С., Романцевич Д. И. Влияние азотных удобрений на урожайность редьки масличной. *Интеграция науки и сельскохозяйственного производства* : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Курск, 16–17 февр. 2017 г.). Курск : Изд-во Курск. гос. с.-х. акад., 2017. С. 161–166.

References

1. Artiukov N. Oilseed radish. *Sel'skoe khoziaistvo Sibiri*. 1961. No 12. P. 81.
2. Influence of different use of green mass of oilseed radish, straw, mineral fertilizers on the productivity of the crop rotation link on sod-podzolic loose sandy soil / V. V. Lapa et al. *Pochvovedenie i agrokhimiia*. 2011. No. 1 (46). P. 104–115.
3. Zhuikov O. H., Lohvinovskyi A. Ya., Tarasov K. V. Quantitative and qualitative indicators of the effectiveness of foliar feeding of oilseeds of the Cabbage family in agrophytocenoses in the south of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2011. Issue 77. P. 50–54.
4. Lykhochvor A. M. The yield of spring oilseeds, the quality of their oil, the economic efficiency of cultivation in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Nauchnyi vzghliad v budushchee*. 2016. Issue 4, vol. 9. P. 31–37.
5. Marunova L. K., Konstantinova P. N. Elements of technology for the cultivation of oilseed radish in pure and mixed crops in the forest-steppe of the Middle Volga region. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2018. Vol. 11-2. P. 34–37. DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10187.
6. Masterov A. S., Romancevich D. I. Influence of nitrogen nutrition on seed productivity of oil radish. *Tehnologicheskie aspekty vozdelevaniia sel'skoho-zhajstvennykh kul'tur* : sb. st. po materialam VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 80-letiju prof. M. E. Nikolaeva (g. Gorki, 16–17 fevr. 2016 g.). Gorki : BGSXA, 2016. P. 130–133.
7. Masterov A. S., Romancevich D. I. Influence of nitrogen fertilizers on the yield of oil radish. *Integracija nauki i sel'skoho-zhajstvennogo proizvodstva* : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Kursk, 16–17 fevr. 2017 g.). Kursk : Izd-vo Kursk. gos. s.-h. akad., 2017. P. 161–166.

8. Мастеров А. С., Романцевич Д. И., Караульный Д. В. Влияние сроков и норм высева на семенную продуктивность редьки масличной в условиях северо-восточной части Беларуси. *Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур* : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Рязань, 3–4 марта 2016 г.). Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2016. С. 145–150.
9. Мастеров А. С., Романцевич Д. И. Влияние элементов технологии возделывания на динамику роста и накопления сухого вещества растениями редьки масличной. *Вестник Белорус. гос. с.-х. акад.* 2019. № 2. С. 168–171.
10. Мастеров А. С., Виноградов Д. В., Романцевич Д. И. Обоснование элементов технологии возделывания редьки масличной на семена в условиях северо-востока Беларуси. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева.* 2017. № 2 (34). С. 29–35.
11. Мастеров А. С., Романцевич Д. И., Журавский А. С. Экономическая оценка элементов технологии возделывания редьки масличной на семена. *Вестник Белорус. гос. с.-х. акад.* 2019. № 1. С. 121–125.
12. Моисеев К. А., Мишуrow В. П. Редька масличная. Ленинград : Колос, 1976. 72 с.
13. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами / В. Ф. Сайко та ін. Київ : ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2011. 76 с.
14. Пешкова А. А., Дорофеев Н. В. Биологические особенности и технология возделывания редьки масличной. Иркутск, 2008. 145 с.
15. Писаренко П. В., Пономаренко С. В. Оптимизация фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в органическом земледелии. *Вестник Курганской ГСХА.* 2014. № 3 (11). С. 40–44.
16. Рева М. А., Рева Н. Н. Редька. *Дикі їстівні рослини України.* Київ : Наук. думка, 1976. С. 18–102.
17. Редька олійна: сидерат, фураж,
8. Masterov A. S., Romancevich D. I., Karaul'nyi D. V. Influence of terms and norms of sowing on seed productivity of oil radish in the conditions of the north-eastern part of Belarus. *Nauchno-prakticheskie aspekty tehnologii vozdelvaniia i pererabotki maslichnyh i efiromaslichnyh kul'tur* : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Rjazan', 3–4 marta 2016 g.). Rjazan' : FGBOU VPO RGATU, 2016. P. 145–150.
9. Masterov A. S., Romancevich D. I. Influence of elements of cultivation technology on the dynamics of growth and accumulation of dry matter by oil radish plants. *Vestnik Belarus. gos. s.-h. akad.* 2019. No. 2. P. 168–171.
10. Masterov A. S., Vinogradov D. V., Romancevich D. I. Substantiation of technology elements for the cultivation of oilseed radish for seeds in the north-east of Belarus. *Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva.* 2017. No. 2 (34). P. 29–35.
11. Masterov A. S., Romancevich D. I., Zhuravskij A. S. Economic evaluation of the elements of technology for the cultivation of oilseed radish for seeds. *Vestnik Belarus. gos. s.-h. akad.* 2019. No. 1. P. 121–125.
12. Moiseev K. A., Mishurov V. P. Oil radish. Leningrad : Kolos, 1976. 72 p.
13. Features of research on cruciferous oilseeds / V. F. Saiko et al. Kyiv : NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN», 2011. 76 p.
14. Peshkova A. A., Dorofeev N. V. Biological features and technology of oilseed radish cultivation. Irkutsk, 2008. 145 p.
15. Pisarenko P. V., Ponomarenko S. V. Optimization of the phytosanitary state of agricultural crops in organic farming. *Vestnik Kurganskoi GSHA.* 2014. No 3 (11). P. 40–44.
16. Reva M. A., Reva N. N. Radish. *Dyki yistivni roslyny Ukrainy.* Kyiv : Nauk. dumka, 1976. P. 18–102.
17. Oil radish: siderate, fodder, honey

- медонос. URL: <http://vidpoviday.com/redka-olijna-siderat-furazh-medonos> (дата звернення: 26.08.2021).
18. Редька олійна (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.). *Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 р.* Київ, 2021. С. 417.
19. Редька посівна чорна. *Лікарські рослини* : енциклопедичний довідник / за ред. А. М. Гродзінського. Київ : Українська енциклопедія імені М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. С. 371–372.
20. Романцевич Д. И., Мастеров А. С., Радченко Н. В. Влияние сроков внесения и форм азотных удобрений на семенную продуктивность редьки масличной. *Вестник Белорусской государственной с.-х. академии*. 2019. № 1. С. 126–130.
21. Романцевич Д. И., Мастеров А. С. Качественные показатели семян редьки масличной в зависимости от элементов технологии возделывания. *Вестник Белорус. гос. с.-х. акад.* 2019. № 2. С. 187–190.
22. Романцевич Д. И., Мастеров А. С. Качество семян редьки масличной в зависимости от применения азотных удобрений. *Современные технологии сельскохозяйственного производства* : сб. науч. ст. по материалам XXII Междунар. науч.-практ. конф. (г. Гродно, 7 июня 2019 г.). Гродно : ГГАУ, 2019. С. 125–126.
23. Севооборот как биологический прием сохранения почвенного плодородия и повышения продуктивности пашни / Л. М. Козлова и др. *Достижения науки и техники АПК*. 2011. № 1. С. 16–18.
24. Система збиральних робіт. URL: https://pidru4niki.com/78619/agropromislovist/sistema_zbiralnih_robit (дата звернення: 26.08.2021).
25. Система органічного землеробства агроєколога С. С. Антонця / В. М. Писаренко та ін. Полтава, 2016. 131 с.
26. Уханов А. П., Година Е. Д., Сидорова Л. И. Опыт применения редькового масла в качестве биологического компонента дизельного смесового топлива. *Известия Самарской гос. с.-х. академии*. 2012. № 3. С. 46–50.
- plant. URL: <http://vidpoviday.com/redka-olijna-siderat-furazh-medonos> (last accessed: 26.08.2021).
18. Oil radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.). *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2021 r.* Kyiv, 2021. P. 417.
19. Sowing radish black. *Likarski roslyny* : entsyklopedychnyi dovidnyk / za red. A. M. Hrodzinskoho. Kyiv : Ukrainska entsyklopediia imeni M. P. Bazhana, Ukrainskyi vyrobnycho-komertsiinyi tsentr «Olimp», 1992. P. 371–372.
20. Romantsevych D. I., Masterov A. S., Radchenko N. V. Influence of the timing of application and forms of nitrogen fertilizers on the seed productivity of oil radish. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi s.-kh. akademii*. 2019. No. 1. P. 126–130.
21. Romancevich D. I., Masterov A. S. Quality indicators of oil radish seeds depending on the elements of cultivation technology. *Vestnik Belorus. gos. s.-kh. akad.* 2019. No. 2. P. 187–190.
22. Romancevich D. I., Masterov A. S. The quality of oil radish seeds depending on the use of nitrogen fertilizers. *Sovremennye tehnologii sel'skhoziaistvennogo proizvodstva* : sb. nauch. st. po materialam XXII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Grodno, 7 iyunja 2019 g.). Grodno : GGAU, 2019. P. 125–126.
23. Crop rotation as a biological method for preserving soil fertility and increasing the productivity of arable land / L. M. Kozlova et al. *Dostizheniia nauki i tehniki APK*. 2011. No. 1. P. 16–18.
24. Harvesting system. URL: https://pidru4niki.com/78619/agropromislovist/sistema_zbiralnih_robit (last accessed: 26.08.2021).
25. Organic farming system of agroecologist S. S. Antonets / V. M. Pysarenko et al. Poltava, 2016. 131 p.
26. Uhanov A. P., Godina E. D., Sidorova L. I. Experience of using radish oil as a biological component of mixed diesel fuel. *Izvestiia Samarsoi gos. s.-h.*

27. Фиторемедиационная способность масличной редьки по отношению к нитратному азоту / Н. П. Неvedров и др. *Auditorium* : электронный научный журнал Курского государственного университета. 2017. № 1 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitoremediatsionnaya-sposobnost-maslichnoy-redki-po-otnosheniyu-k-nitratnomu-azotu/viewer> (дата обращения: 07.09.2021).
28. Цыганов А. Р., Мастеров А. С., Плевко Е. А. Влияние макро- и микроудобрений на эффективность возделывания ярового рапса, редьки масличной и горчицы белой на семена. *Земледелие и защита растений*. 2015. № 4 (101). С. 27–30.
29. Цыганов А. Р., Мастеров А. С., Плевко Е. А. Динамика развития яровых крестоцветных культур в зависимости от применения микроудобрений и Экосила. *Почвоведение и агрохимия*. 2017. № 1 (58). С. 177–186.
30. Цицора Я. Г., Цицора Т. В. Особливості виробництва біопалива з редьки олійної. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Серія: сільськогосподарські науки. 2011. Вип. 48, № 8. С. 30–34.
31. Цицора Я. Г. Особливості формування сходів редьки олійної за зміни глибини сівби в умовах Лісостепу Правобережного України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 170–178.
32. Цицора Я. Г., Цицора Т. В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування. Вінниця : Нілан, 2016. 623 с.
33. Цицора Я. Г. Роль мікроелементів у системі удобрення редьки олійної у Лісостепу Правобережного України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 3. С. 54–67.
34. Dorofeev N. V., Bojarkin E. V., Peshkova A. A. Factors Defining Field Germination of Oilseed Radish Seeds. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2013. Vol. 9, No. 3. P. 159–168.
35. *akademii*. 2012. No. 3. P. 46–50.
36. Phytoremediation capacity of oil radish in relation to nitrate nitrogen / N. P. Nevedrov et al. *Auditorium* : elektronnyj nauchnyi zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta. 2017. No. 1 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitoremediatsionnaya-sposobnost-maslichnoy-redki-po-otnosheniyu-k-nitratnomu-azotu/viewer> (last accessed: 07.09.2021).
37. Cyganov A. R., Masterov A. S., Plevko E. A. Influence of macro- and micronutrient fertilizers on the efficiency of cultivation of spring rapeseed, oil radish and white mustard on seeds. *Zemledelie i zashchita rastenii*. 2015. No. 4 (101). P. 27–30.
38. Cyganov A. R., Masterov A. S., Plevko E. A. The dynamics of the development of spring cruciferous crops depending on the use of micronutrient fertilizers and Ecosila. *Pochvovedenie i agrohimiia*. 2017. No. 1 (58). P. 177–186.
39. Tsytsiura Ya. H., Tsytsiura T. V. Features of biofuel production from oil radish. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seria: silskohospodarski nauky. 2011. Issue 48, No. 8. P. 30–34.
40. Tsytsiura Ya. H. Features of the formation of a ladder of oilseed radish when changing the sowing depth in the forest-steppe of Right-Bank Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2016. Issue 82. P. 170–178.
41. Tsytsiura Ya. H., Tsytsiura T. V. Oil radish. Use and cultivation strategy. Vinnytsia : Nilan, 2016. 623 p.
42. Tsytsiura Ya. H. The role of trace elements in the fertilization system of oil radish in the forest-steppe of the Right-Bank Ukraine. *Silske hospodarstvo ta lisyvnytstvo*. 2019. No. 3. P. 54–67.
43. Dorofeev N. V., Bojarkin E. V., Peshkova A. A. Factors Defining Field Germination of Oilseed Radish Seeds. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2013. Vol. 9, No. 3. P. 159–168.

Received 07.09.2021