

# СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

DOI 10.12737/

УДК 631.46:631.9

## ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА БАЛАНС ГУМУСА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**Троц Наталья Михайловна**, д-р с.-х. наук, профессор кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**Горшкова Оксана Васильевна**, аспирант кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**Ключевые слова:** нефтесодержащая почва, чернозем, гумус, сидераты, урожайность.

*Цель исследования – разработать приемы биологического этапа рекультивации нарушенных процессами нефтесодержащей почвы агроклиматических зон Среднего Поволжья для восстановления их плодородия. Обеспечение бездефицитного баланса гумуса техногенно нарушенных почв и возвращение их в сельскохозяйственный севооборот – актуальная проблема воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения Среднего Поволжья. Исследования проводились в 2012-2015 гг. на нефтесодержащих почвах трех агроэкологических зон Самарской области и соответственно групп месторождений нефти: северной (СГМ), центральной (ЦГМ), южной (ЮГМ). Восстановлению подлежали нефтесодержащие черноземы площадью 3,2 га (СГМ), 5,28 га (ЦГМ), 35,32 га (ЮГМ). В качестве сидеральных культур использовались смеси овса с горохом, суданской травы с донником, редьки масличной с горчицей и монокультура донника однолетнего. Исследованиями выявлено, что для испытываемых концентраций нефтяного загрязнения изученные агрофитоценозы показали экологическую устойчивость, о чем свидетельствуют данные учета надземной массы выращиваемых растений. Более эффективной фиторемедиации загрязненных почв нефтяных месторождений способствует применение следующих травосмесей: на северной группе месторождений – овес+горох; на центральной и южной группе месторождений – суданская трава+донник. Посевы исследуемых во всех опытах сидеральных культур оставляли на выведенных полях бездефицитный баланс гумуса. Отмечено, что по величине положительного баланса гумуса наиболее перспективным является смесь суданской травы и донника однолетнего. Баланс гумуса максимальный при возделывании смеси этих сидератов в центральной агроклиматической зоне: превосходство в сравнении с северной и южной зоной было на 0,28 и 0,07 т/га соответственно.*

## INFLUENCE OF SIDERITE CULTURES ON THE HUMUS BALANCE OF OIL-CONTAMINATED CHERNOZEMS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

**N. M. Trots**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the department «Gardening, Botany and Physiology of Plants», FSBEI HE Samara SAU.

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelskiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**O. V. Gorshkova**, Postgraduate Student of the department «Gardening, Botany and Physiology of Plants», FSBEI HE Samara SAU.

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelskiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: troz\_shi@mail.ru

**Keywords:** oil production, chernozem, humus, siderites, productivity.

The development of methods for the biological stage of oil contaminated soil remediation of agro-climatic zones of the Middle Volga region to restore their fertility was the aim of the study. Ensuring a deficit-free balance of humus for industry-related soils and their return to agricultural crop rotation is an actual problem of soil fertility recovery of agricultural lands of the Middle Volga region. Studies were carried out involving periods between 2012-2015 on oil-contaminated soils of three agro-ecological zones of the Samara region and, accordingly, oil fields groups: northern (NOF), central (COF), southern (SOF). Oil-contaminated chernozems with an area of 3.2 hectares (NOF), 5.28 hectares (COF), 35.32 hectares (SOF) were subject to remediation. Mixtures of oats with peas, Sudan grass with clover, oil radish with mustard, and yearling monoculture melilot were used as sideral crops. The studies revealed that agro-phytocenosis on oil contaminated soil contained showed environmental sustainability, which is evidenced by the data on the aboveground mass of plants grown. The use of the following grass mixtures contributes to more effective phyto-remediation of oil contaminated soils: in the northern group of fields – oats + peas; central and southern areas – Sudan grass + clover. The break crops studied in all experiments provided a deficit-free balance of humus in the emergency fields. It is noted that in terms of the positive balance of humus, the most promising is a mixture of Sudanese grass and yearling melilot. The maximum humus balance turned out to be when cultivating a mixture of these siderites in the Central agro-climatic zone, the superiority in comparison with the Northern and Southern zones was 0.28 and 0.07 t / ha respectively.

Для воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения Среднего Поволжья актуальной проблемой является обеспечение бездефицитного баланса гумуса техногенно нарушенных почв и возвращение их в сельскохозяйственный севооборот [5, 8]. Из техногенного загрязнения сельхозугодий наиболее распространены загрязнения от нефтедобычи и транспортировки нефти [2]. Одним из способов восстановления почвенного плодородия является использование сидератов, которые быстро трансформируются в почве и богаты легкодоступными для микроорганизмов веществами [3, 4].

**Цель исследования** – разработать приемы биологического этапа рекультивации нарушенных процессами нефтедобычи почв агроклиматических зон Среднего Поволжья для восстановления их плодородия.

**Задача исследований** – оценить данные учета надземной массы сидеральных культур и определить эффективность фиторемедиации загрязненных почв.

**Материалы и методы исследований.** Для выполнения поставленных задач в 2012-2015 гг. проводились исследования на черноземных почвах территории нефтяных месторождений трех агроэкологических зон – северной (СГМ), центральной (ЦГМ), южной (ЮГМ). Восстановлению подлежали участки почвы площадью 3,2 га (СГМ), 5,28 га (ЦГМ), 35,32 га (ЮГМ). Повторность опыта трехкратная, площадь делянки составляла 300 м<sup>2</sup>, учетная площадь 50 м<sup>2</sup>. В качестве основного удобрения использованы минеральные удобрения в виде нитроаммофоски по 17 кг д.в. NPK на 1 га и органические – в виде перепревшего навоза. Среднее содержание элементов питания в навозе составляло: N<sub>общ</sub> – 0,61%, фосфор в виде P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,39%, калий в виде K<sub>2</sub>O – 0,42%. В опытах удобрения вносили в первый год вегетации. Опыты закладывались по принятой агротехнике, внесение удобрений проводили весенний период.

Учет урожая зеленой массы проводили сплошным методом с учетной площади делянок.

**Результаты исследований.** Показатели объемной массы почвы в пахотном слое на территории СГМ – 1,26 г/см<sup>3</sup>, ЦГМ – 1,29 г/см<sup>3</sup>, ЮГМ – 1,38 г/см<sup>3</sup> и плотность сложения почв от 1,30 г/см<sup>3</sup> до 1,4 г/см<sup>3</sup>. Выявлены остаточно-натриевые и средненатриевые (северная группы месторождений), остаточно- и малонатриевые (центральная группа месторождений) и остаточно- и многонатриевые (южная группа месторождений) почвы [6].

Посевы исследуемых во всех опытах сидеральных культур оставляли на выводных полях бездефицитный баланс гумуса. Отмечено, что по величине положительного баланса гумуса наиболее перспективным является смесь суданской травы и донника однолетнего. Максимальный баланс гумуса оказался при возделывании смеси этих сидератов в центральной агроклиматической зоне, превосходство в сравнении с северной и южной зоной было на 0,28 и 0,07 т/га соответственно.

Во всех исследуемых посевах контрольным вариантом являлась смесь овса с горохом. Такие ценозы обеспечивают высокую урожайность зеленой массы и зерна, высокую продуктивность, энергетические и экономические показатели. В начале вегетации быстрее росли и развивались

растения зернофуражной культуры. В фазе кущения они были на 2-4 см выше гороха, после фазы бутонизации растения гороха стали выше на 2-7 см.

В северной зоне сроки посева – первая декада мая, запахивание зеленой массы происходило в середине июня, в начале фазы цветения. Сроки посева второго варианта – суданской травы с однолетним донником – вторая декада мая (15-20 мая), запахивание – во второй декаде августа. Донник однолетний высевался в конце первой декады мая, запахивание сидерата приходилось на третью декаду августа. Сидеральный посев горчицы с редькой масличной происходил во второй декаде мая и через 65 дней, во второй декаде июля, запахивался. Урожайность зеленой массы сидеральных культур в северной агроклиматической зоне максимальной была на варианте овес+горох (рис. 1). Значения урожайности были на 0,5 и 4,5 т/га выше, чем в центральной и южной зонах области. Вариант отличался и большим выходом пожнивно-корневых остатков, однако уступал по выходу гумуса на 0,1 т/га смеси суданской травы с донником однолетним. По балансу гумуса варианты находились на одном уровне. Посевы донника однолетнего при положительном балансе гумуса были ниже контрольного варианта на 0,18 т/га.

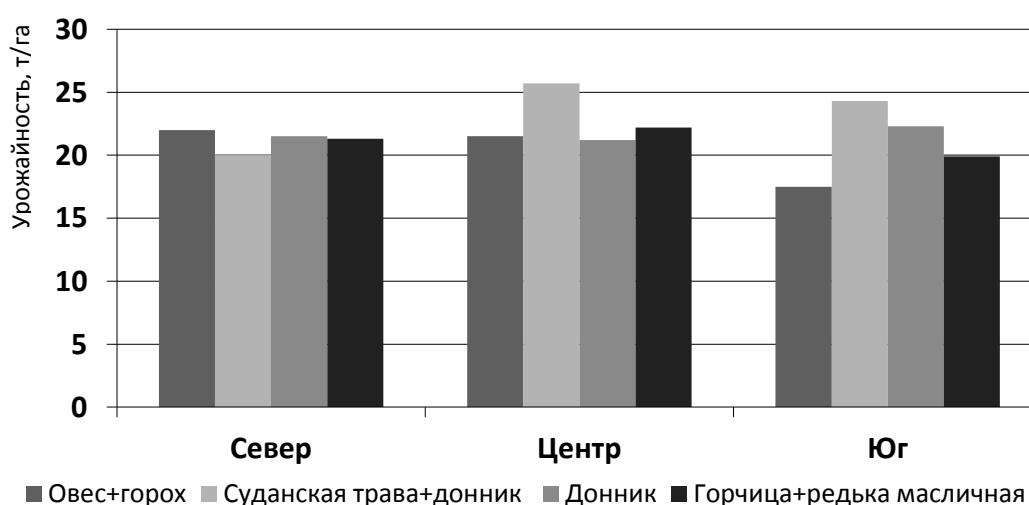


Рис. 1. Урожайность зеленой массы сидеральных культур на рекультивируемых нефтезагрязненных почвах в различных агроклиматических зонах Самарской области, т/га

Сидеральная смесь крестоцветных культур горчицы и редьки масличной по величине урожая зеленой массы на 0,96 т/га уступала контрольному варианту и превышала на 1,3 т/га величину урожайности смеси суданской травы и донника, по балансу гумуса была самой низкой положительной среди исследуемых вариантов, уступая контролю на 0,44 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зеленой массы сидеральных культур и баланс гумуса выводных полей, т/га

| Культура                 | Годы исследований |         |         | Среднее | ± Контроль |        | Выход пожнивно-корневых остатков | Выход гумуса | Баланс гумуса |
|--------------------------|-------------------|---------|---------|---------|------------|--------|----------------------------------|--------------|---------------|
|                          | 2013 г.           | 2014 г. | 2015 г. |         | ± т/га     | ± %    |                                  |              |               |
| Северная зона            |                   |         |         |         |            |        |                                  |              |               |
| Овес+горох (контроль)    | 22,3              | 21,8    | 22,1    | 22,0    | -          | -      | 6,4                              | 0,96         | 0,56          |
| Суданская трава+донник   | 19,5              | 19,6    | 21,0    | 20,0    | - 2        | - 9    | 5,9                              | 1,06         | 0,56          |
| Донник однолетний        | 20,3              | 21,2    | 23,0    | 21,5    | - 0,5      | - 2,2  | 3,2                              | 0,58         | 0,38          |
| Горчица+редька масличная | 20,0              | 22,0    | 21,8    | 21,3    | - 0,7      | - 3,2  | 3,2                              | 0,32         | 0,12          |
| НСР <sub>0,5</sub>       | 0,15              | 0,42    | 0,45    | 0,36    |            |        |                                  |              |               |
| Центральная зона         |                   |         |         |         |            |        |                                  |              |               |
| Овес+горох (контроль)    | 21,2              | 21,9    | 21,5    | 21,5    | -          | -      | 6,2                              | 0,93         | 0,54          |
| Суданская трава+донник   | 24,8              | 28,6    | 23,6    | 25,7    | + 4,2      | + 19,5 | 7,5                              | 1,34         | 0,84          |
| Донник однолетний        | 19,8              | 23,7    | 20,0    | 21,2    | - 0,3      | - 1,39 | 3,2                              | 0,57         | 0,37          |
| Горчица+редька масличная | 21,0              | 22,2    | 23,4    | 22,2    | - 0,7      | - 3,25 | 3,3                              | 0,33         | 0,13          |
| НСР <sub>0,5</sub>       | 0,14              | 0,38    | 0,41    | 0,31    |            |        |                                  |              |               |

| Южная зона               |      |      |      |      |       |        |     |      |      |
|--------------------------|------|------|------|------|-------|--------|-----|------|------|
| Овес+горох (контроль)    | 18,0 | 17,0 | 17,5 | 17,5 | -     | -      | 5,1 | 0,76 | 0,36 |
| Суданская трава+донник   | 25,4 | 23,2 | 24,3 | 24,3 | + 6,8 | + 38,8 | 7,1 | 1,27 | 0,77 |
| Донник однолетний        | 21,2 | 22,3 | 23,4 | 22,3 | + 4,8 | + 27,4 | 3,4 | 0,60 | 0,40 |
| Горчица+редька масличная | 19,6 | 19,0 | 21,2 | 19,9 | + 2,4 | + 2,28 | 3,0 | 0,30 | 0,10 |
| НСР <sub>0,5</sub>       | 0,25 | 0,44 | 0,54 | 0,42 |       |        |     |      |      |

Для центральной зоны перспективным является вариант смеси суданской травы с однолетним донником. Урожайность зеленой массы смеси этих культур была на 4,2 т/га выше, чем в контроле, выход гумуса составил 1,34 т/га, что превысило данные контрольного посева на 0,41 т/га. Смесь суданской травы с однолетним донником была урожайной и в южной зоне области, где величина урожайности была выше, чем в контроле, на 6,8 т/га; по выходу гумуса она превышала контроль на 0,51 т/га. Результаты опыта возделывания сидератов в южной агроклиматической зоне показали, что смесь овса и гороха менее урожайна в этих условиях и все исследуемые варианты превосходят ее по урожайности зеленой массы: донник однолетний на 4,8 т/га, смесь горчицы и редьки масличной на 2,4 т/га.

Возделывание однолетнего донника в качестве сидеральной культуры при восстановлении плодородия почвы является более перспективным для южной зоны области. Отмечены незначительные превышения по балансу гумуса в сравнении с северной (на 0,02 т/га) и центральной (на 0,03 т/га) зонами. Культура больше восполняет баланс гумуса по сравнению с контролем на 0,04 т/га.

Смесь крестоцветных – горчица и редька масличная – высевалась однократно, во второй декаде мая. Ранние сроки посева способствуют повреждению посевов вредителями рода *Phyllotreta* (семство Листоеды – *Chrysomelidae*, отряд Жесткокрылые – *Coleoptera*) [1, 7]. После 65 дней вегетации сидераты запахивались на всю глубину пахотного слоя. Этот посев давал наименьший положительный выход гумуса. Более урожайным посев горчицы и редьки масличной был в центральной зоне области, в южной зоне превышал по этой величине контрольный вариант. Выход и баланс гумуса на выводном участке после запахивания крестоцветных сидератов в агроклиматических условиях области колебался незначительно, в пределах 0,1 т/га.

Данные учета надземной массы растений свидетельствуют, что в границах испытываемых концентраций нефтяного загрязнения, изученные агрофитоценозы показали экологическую устойчивость. Применение агрофитоценоза суданская трава+донник способствовало более эффективной фиторемедиации загрязненных почв.

**Заключение.** Изученные агрофитоценозы показали экологическую устойчивость, о чем свидетельствуют данные учета надземной массы выращиваемых растений. При осуществлении фитомелиоративного этапа рекультивации загрязненных нефтью почв необходимо применять следующие агрофитоценозы в зависимости от агроклиматических условий региона: в северной зоне – овес+горох; в центральной и южной – суданская трава+донник.

#### Библиографический список

1. Воловик, В. Т. Агробиологическая оценка перспективных видов масличных капустных культур // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : материалы VIII Международного симпозиума. – М., 2009 – С. 47-49.
2. Давыдова, С. Л. Нефть как топливный ресурс и загрязнитель окружающей среды / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. – М. : Изд-во РУДН, 2004. – 131 с.
3. Дедов, А. А. Влияние темпов разложения растительных остатков на лабильное органическое вещество почвы и урожайность культур севооборота / А. А. Дедов, М. А. Несмеянова, А. В. Дедов // Земледелие. – 2017. – № 4. – С. 6-8.
4. Новиков, А. И. Роль сидератов в воспроизводстве плодородия почв Верхневолжья / А. И. Новиков, Н. А. Лопачев, А. Н. Панова // Вестник аграрной науки. – 2011. – № 4. – С. 10-11.
5. Обущенко, С. В. Анализ плодородия почв Самарской области / С. В. Обущенко, В. В. Гнеденко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4-1. – С. 90-94.

6. Троц, Н. М. Рекультивация черноземов Сыртового Заволжья, нарушенных процессами нефтедобычи / Н. М. Троц, О. В. Горшкова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3. – С. 16-22.
7. Храмов, А. В. Урожай семян горчицы белой Луговская при различных сроках сева / А. В. Храмов, В. Т. Воловик, С. Е. Медведева // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : материалы X Международного симпозиума. – М. : РУДН, 2013. – Т. II. – С. 257-260.
8. Чекмарев, П. А. Мониторинг плодородия почв Самарской области / П. А. Чекмарев, С. В. Обущенко // Земледелие. – 2016. – № 8. – С. 12-15.

#### References

1. Volovik, V. T. (2009). Agrobiologicheskaia ocenka perspektivnikh vidov maslichnikh kapustnikh kultur [Agrobiological assessment of promising types of oilseed cabbage crops]. New and unconventional plants and prospects for their use '09: *materiali VIII Mezhdunarodnogo simpoziuma – materials of the VIII International Symposium*. (pp. 47-49). Moscow [in Russian].
2. Davydova, S. L., & Tagasov, V. I. (2004). *Neft kak toplivnii resursi zagriaznitel okruzhaiushchei sredi [Oil as a fuel resource and environmental pollutant]*. Moscow: Publishing House of the RUDN University [in Russian].
3. Dedov, A. A., Nesmeyanova, M. A., & Dedov, A. V. (2017). Vliianie tempov razlozheniia rastitelinikh ostatkov na labilnoe organicheskoe veshchestvo pochvy i urozhajnost kultur sevooborota [Influence of the rate of decomposition of plant residues on the labile organic matter of the soil and crop productivity of crop rotation]. *Zemledelie – Zemledelie*, 4, 6-8 [in Russian].
4. Novikov, A. I., Lopachev, N. A., & Panova, A. N. (2011). Rol sideratov v vosproizvodstve plodorodiia pochv Verhnevolzhiiia [The role of siderites in the reproduction of soil fertility of the Upper Volga]. *Vestnik agrarnoi nauki – Bulletin of agrarian science*, 4, 10-11 [in Russian].
5. Obushchenko, S. V., & Gnedenko, V. V. (2015). Analiz plodorodiia pochv Samarskoi oblasti [Analysis of soil fertility in the Samara region]. *Mezhdunarodnii zhurnal prikladnikh i fundamentalinikh issledovaniy – International Journal of Applied and Fundamental Research*, 4, 1, 90-94 [in Russian].
6. Trots, N. M., & Gorshkova, O. V. (2019). Rekulitivaciia chernozemov Sirtovogo Zavolzhiia, narushennikh processami nefteodobichi [Reclamation of chernozems of the Syrt Trans-Volga, disturbed by oil production processes]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 3, 16-22 [in Russian].
7. Hramov, A. V., Volovik, V. T., & Medvedeva, S. E. (2013). Urozhai semian gorchici beloii Lugovskaia pri razlichnikh strokakh seva [Harvest of white mustard seeds Lugovskaya at different sowing periods]. New and non-traditional plants and their prospects use '13: *materiali X Internacionalinogo simpoziuma – materials of the VIII International Symposium*. (pp. 257-260). Moscow [in Russian].
8. Chekmarev, P. A., & Obushchenko, S. V. (2016). Monitoring plodorodiia pochv Samarskoi oblasti [Monitoring of soil fertility in the Samara region]. *Zemledelie – Zemledelie*, 8, 12-15 [in Russian].