DOI:

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ВТОРИЧНОГО ОСВОЕНИЯ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ

А. И. Иванов[1], Ж. А. Иванова[1], Е. Я. Рижия[1], И. В. Соколов[2], И. И. Петров[3]

[1]ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»;

[2]ФГБНУ «Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения»;

[3]ФГБУ «Государственная станция агрохимической службы «Псковская»

В ходе комплексного исследования с использованием данных дистанционного зондирования установлены параметры накопления надземной биомассы на сельскохозяйственных угодьях, зарастающих древесной растительностью. В результате восстановления их плодородия при помощи новых мелиорантов продуктивность однолетних трав повысилась в 2,2–2,8 раза. Наибольшее преимущество было достигнуто в варианте с технологической переработкой ДКР в биоуголь.

REMOTE SENSING IN SOLVING PROBLEMS SECONDARY DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL LAND

A. I. Ivanov[1], Zh. A. Ivanova[1], E. Ya. Rizhiya[1], I. V. Sokolov[2], I. I. Petrov[3]

[1]Agrophysical research Institute;

[2]FSBSI North-West Centre of Interdisciplinary Researches of Problems of Food Maintenance;

[3]FSBI State station of agrochemical service «Pskov»

The crisis of commodity farming in the North-West of Russia has led to the loss of a significant part of agricultural land, their apparent and hidden degradation. The level of economic use of arable land in the region is 55 %, and the degree of overgrowing of trees and shrubs (DKR) varies by regions from 42 to 58 %. Remote sensing plays a positive role in solving the problems of secondary development of these lands. Methodological basis of research served as a geobotanical survey of a number of overgrown trees and shrubs in the typical agro-ecological conditions of land and Mitropoleos inpatient experience in the field crop rotation «annual grass + perennial grasses – perennial grasses 1 G. p. – grasses 2 G. p. – grasses of 3 G. p. – winter crops – spring crops». The soil of experience sod podzolic soils are predominant in tailspin-pack slabosolenym. The power of the arable layer is 22 cm, the structure is fragile lumpy-clumpy, phkcl 4,27, humus content of 3.87 %, mobile compounds of phospho-RA and potassium – 74 and 215 mg/kg, respectively. The experimental setup two-factor: factor a – a product of technological processing of IPD (control, chaff, chaff, biochar and ash vdcs) and factor B – system of reproduction of soil fertility on the basis of bird droppings, dolomite Sy-ramalatha and potassium chloride. The study found that the stock of DKR biomass on agricultural land in the North-West of Russia depends on the Botanical composition, age and agroecological conditions. At the age of 15–20

years, its level varies from 56–145 t/ha in coniferous species, to 75–255 t/ha – in small-leaved. Reduced in the secondary development of agricultural land DKR in any form of technological processing has a negative impact on the nutritional regime of acidic sod-podzolic soil, causing a significant reduction in the productivity of annual herbs by 42–80 %. Overcoming these consequences requires the combined use of meliorants: raw dolomite and poultry manure together with potassium fertilizer, providing an increase in productivity of 2.2–2.8 times from 1.27 to 2.76–3.59 kg/m^2. Against this background, the option of technological processing of DKR into bio-coal, which provided an increase in the yield of green mass by 14%, has a distinct advantage from agro-ecological positions. Analysis of the quality of green oat mass showed a marked reduction under the action of wood products of accumulation in its dry matter of crude protein from 19.4 to 15.3–16.6%, simple sugars and ash substances. The complex application of meliorants in the system of reproduction of fruit-rhodium of the developed soil not only leveled the negative effects, but also allowed to increase the content of crude protein by 11–27, simple sugars – by 8–18, phosphorus – by 23–41, potassium, calcium and magnesium – by 32–85%.

Современный уровень хозяйственного использования пашни на Северо-Западе России в среднем составляет лишь 55%, степень зарастания сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью (ДКР) варьируется по областям от 42 до 58%, а уровень реализации биоклиматического и агроресурсного потенциала на используемой площади достигает лишь четверти от возможного (Архипов и др., 2015, Архипов и др., 2016; Иванов и др., 2016). Отчасти это является одним из следствий развития скрытых деградационных процессов в почвах, в результате которых доля почв с низкой обеспеченностью гумусом увеличилась до 62%, повышенной кислотностью – до 44%, низким содержанием подвижных соединений калия и фосфора – до 36% и 12% соответственно (Иванов и др., 2009; Иванов и др., 2010; Иванов и др., 2015; Иванов и др., 2016; Шафран, 2016). Однако именно указанные земельные ресурсы являются крупнейшим резервом для развития регионального кормопроизводства (Архипов и др., 2015, Архипов и др., 2016). Действующая программа развития мелиорации сельскохозяйственных земель предполагает ежегодное подвергать вторичному освоению до 40 тыс. га пахотных земель. По мнению ряда ученых, при выборе объектов такой мелиорации необходимо применение методов дистанционного зондирования (Иванов, Лекомцев, 2013) как для оценки характера и объемов зарастания, так и для проектирования культуртехнических технологий и систем воспроизводства плодородия почвы. Последние, в свою очередь, должны ориентироваться на

применение более дешёвых местных органических удобрений и сыромолотых мелиорантов (Мёрзлая, Лысекно, 2005; Иванов и др., 2014; Иванов и др., 2014).

Методической основой исследования послужили геоботаническое обследование ряда зарастающих ДКР в типичных агроэкологических условиях угодий и полевой стационарный опыт в системе полевого севооборота «однолетние травы + многолетние травы – многолетние травы 1 г.п. – многолетние травы 2 г.п. – многолетние травы 3 г.п. – озимые зерновые – яровые зерновые». Первое выполнено на территории моренных, озерно- и водноледниковых равнин Псковской и Ленинградской областей с использованием данных дистанционного зондирования и метода ключевых участков. В единообразных геоморфологических условиях в четырехкратной повторности закладывались ключевые участки площадью 100 м^2, на которых сплошным весовым методом определялись ботанический состав и запас надземной растительной биомассы. Опытное поле расположено в пределах землепользования АО «София» Тосненского района на угодье, подвергнутом сведению древесно-кустарниковой растительности (ДКР) возрастом 6–11 лет. Ранее в течение 25 лет угодье использовалось в качестве культурного пастбища. Его почвенный покров сформирован дерново-подзолистыми глееватыми почвами, развитыми на тяжёлом моренном суглинке, подстилаемом озёрно-ледниковой глиной Тосненской низины. Почва опыта – дерново-подзолистая глееватая тяжелосуглинистая слабоокультуренная. Мощность пахотного слоя составляет 22 см, структура непрочная комковато-глыбистая, pH_{KCl} – 4,27, содержание гумуса – 3,87%, подвижных соединений фосфора и калия – 74 и 215 мг/кг соответственно.

В хозяйствах региона, где доминируют контуры пашни площадью 2–10 га, окружённые в основном лесами и болотами, для начала процесса зарастания земель достаточно лишь перевести их на 3–4 года в пастбищное угодье без должного ухода. Уже через 5–7 лет культурная вспашка на них без проведения агромелиоративных мероприятий становится практически невозможной. Повсеместно распространённое (в условиях отказа от

специальных мероприятий по сведению ДКР) даже на активно используемых угодьях зарастание от краёв происходит со скоростью 0,5–2,0 м за 10 лет (Архипов и др., 2015). Выполненные в 2016 г. геоботанические исследования показали, что при сплошном зарастании и возрасте в 15–20 лет продуктивность биомассы ДКР варьируется от 75–185 т/га на фоне доминирования ивы до 82–255 и 97–234 т/га на фоне доминирования ольхи серой и берёзы бородавчатой соответственно. На тяжёлых (часто полугидроморфных) дерново-подзолистых почвах запас надземной биомассы ДКР к возрасту 5, 10, 15 и 20 лет выше в среднем в 2,1, 2,8, 1,7 и 1,6 раза, чем на легких песчаных и супесчаных почвах. Подобные динамические характеристики зарастания свойственны и хвойным породам.

Эффективность отдельных технологических элементов и систем вторичного освоения пахотных земель в полевом эксперименте определялась комплексом агроэкологических условий и степенью оптимизации водно-воздушного и питательного режимов почвы в отдельных вариантах опыта. Существенную роль при этом сыграли неблагоприятные погодно-климатические условия 2017 г. И хотя культура овса за счёт посева в июле не была подвергнута воздействию продолжительной раннелетней волны холода, заключительная часть ее вегетации проходила на фоне избыточного выпадения осадков и штормовой погоды, вызвавших полегание посевов и увеличение потерь при уборке в вариантах с максимальной биологической продуктивностью посевов на фоне мелиорантов. Как и предполагалось, заделка в деградированную кислую почву щепы, сечки ДКР и биоугля без мелиорантов вызвала заметное подавление развития растений овса и снизила его продуктивность на 46–80%, причём в варианте с сечкой ДКР её отрицательное воздействие начало обнаруживаться уже в фазу полных всходов культуры. Очевидно, это стало прямым результатом поступления в тяжёлую кислую почву токсичных высокомолекулярных продуктов разложения листьев и древесины, а также иммобилизации почвенных соединений азота. В варианте с биоуглем аналогичный эффект был получен в результате конкурентного

сорбционного взаимодействия данной субстанции с почвой. Напротив, достоверное снижение на 42% урожайности зелёной массы овса в варианте с древесной золой, полученной из 100 т/га ДКР, полностью опровергло исходные гипотетические представления о её положительной роли в почвенно-экологических условиях опыта. Внесённая под культивацию зола подавила развитие корней.

Комплексное применение мелиорантов (доломита сыромолотого и птичьего помёта с калийным удобрением) в значительной степени нивелировало отрицательные последствия поступления в почву различных форм ДКР. В среднем по вариантам опыта лишь применение ДКР в форме сечки вызвало стабильное снижение продуктивности культуры на 14%. Эффект от применения древесной золы был слабовыраженным положительным (6%), а от использования биоугля – достоверным положительным (14%).

Уровень прибавки урожайности зеленой массы овса в результате применения химических мелиорантов варьировался в широких пределах (0,32–3,19 кг/м^2), а его относительная величина – еще значительнее (14–670%). Определённое влияние на результаты учётов в данных вариантах оказывала степень полегания посевов, зависящая от дозы помета и формы продукта переработки ДКР. В среднем по вариантам опыта отзывчивость овса на 20 т/га помета и ДСМ, внесённый под вспашку и послойно, оказалась практически одинаковой и составила 1,49 и 1,54 т/га (или 117 и 121%) соответственно. На фоне повышенной в два раза дозы помёта на 13% более эффективным оказался вариант с внесением всей дозы сыромолотого доломита под вспашку (3,59 кг/м^2 против 3,18 кг/м^2).

Анализ качества зелёной массы овса показал, что под действием древесных продуктов произошло выраженное снижение накопления в её сухом веществе сырого протеина (с 19,4 до 15,3–16,6%), простых сахаров и зольных веществ. Комплексное применение мелиорантов в системе воспроизводства плодородия осваиваемой почвы позволило не только нивелировать отрицательные эффекты, но и добиться увеличения содержания сырого

протеина на 11–27%, простых сахаров – на 8–18%, фосфора – на 23–41%, калия, кальция и магния – на 32–85% (отн.).

Таким образом, накопление биомассы ДКР на сельскохозяйственных угодьях Северо-Запада России зависит от ее ботанического состава, возраста и агроэкологических условий. При возрасте в 15–20 лет её уровень варьируется от 56–145 т/га у хвойных пород до 75–255 т/га – у мелколиственных. Сводимая при вторичном освоении сельскохозяйственных земель ДКР в любой форме технологической переработки оказывает отрицательное влияние на питательный режим кислой дерново-подзолистой почвы, вызывая достоверное снижение (на 42–80%) продуктивности одной из самых неприхотливых культур региона – овса. Преодолеть указанные последствия можно при помощи комбинированного применения мелиорантов – сыромолотого доломита и птичьего помёта совместно с калийным удобрением, обеспечивающих прирост продуктивности в 2,2–2,8 раза (с 1,27 до 2,76–3,59 кг/м^2). На их фоне наиболее предпочтительным с агроэкологических позиций является вариант с технологической переработкой ДКР в биоуголь, применение которого обеспечило повышение урожайности зеленой массы овса на 14%.

Список литературы

1. Архипов М. В., Иванов А. И., Синицына С. М., Данилова Т. А., Фёдорова З. А., Тюкалов Ю. А., Сухопаров А. И., Перекопский А. Н., Чекмарёв О. П. Методологические и информационно-технологические основы развития кормопроизводства в Северо-Западном регионе РФ. СПб.: Изд-во ИАЭП, 2015. 182 с.
2. Архипов М. В., Иванов А. И., Данилова Т. А., Синицына С. М., Тюкалов Ю. А., Пасынкова Е. Н. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России. СПб. – Пушкин, 2016. 136 с.
3. Иванов А. И. Осадок сточных вод в системах удобрения зерновых // Зерновые культуры. 1998. № 6. С. 10–11.
4. Иванов А. И., Иванов И. А., Воробьёв В. А., Лямцева Е. Г. Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения // Агрохимия. 2009. № 4. С. 21–26.
5. Иванов А. И., Цыганова Н. А., Воробьёв В. А. Оценка длительного использования хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрения // Агрохимия. 2010. № 3. С. 17–21.
6. Иванов А. И., Воробьёв В. А., Иванова Ж. А. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // Проблемы агрохимии и экологии. 2015. № 3. С. 15–19.
7. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Воробьёв В. А., Цыганова Н. А. Агроэкологические последствия длительного использования дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах // Агрохимия. 2016. № 4. С. 10–17.

8. Иванов А. И., Конашенков А. А., Иванова Ж. А., Воробьёв В. А., Фесенко М. А., Данилова Т. А., Филиппов П. А. Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России // Агрофизика. 2016. № 2. С. 35–44.

9. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Фрейдкин И. А. Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв с использованием нового органоминерального удобрения // Плодородие. 2014. № 6(81). С. 20–22.

10. Иванов А. И, Лекомцев П. В. Методология мониторинга неоднородности состояния мелиорированных земель на основе развития физико-технической базы адаптивно-ландшафтного земледелия**.** СПб.: АФИ, 2013. 65 с.

11. Иванов А. И., Фрейдкин И. А., Иванова Ж. А. Агроэкологическая эффективность применения нового органоминерального удобрения на основе птичьего помёта // Проблемы агрохимии и экологии. 2014. № 3. С. 19–22.

12. Мерзлая Г. Е., Лысенко В. П. Ресурсы птицефабрик для производства органических удобрений // Агрохимический вестник. 2005. № 3. С. 21–23.

13. Шафран С. А. Динамика плодородия почв нечернозёмной зоны и резервы // Агрохимия. 2016. № 8. С. 3–10.

DOI:

СКРЫТЫЕ РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Ж. А. Иванова, В. В. Костыгова, М. А. Пономарёва

ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

В многоуровневых полевых, вегетационных и лабораторных экспериментах на дерново-подзолистых почвах установлены параметры агрономической эффективности и детоксикационные свойства органо-глинистого и известковистого сапропелей. Выявлено их положительное влияние на питательную ценность фуражного зерна и зеленой массы многолетних трав.

HIDDEN RESERVES OF INCREASE OF EFFICIENCY OF AGRICULTURE IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA

Zh. A. Ivanova, V. V. Kostygova, M. A. Ponomareva

Agrophysical Research Institute

Local fertilizers remain an available resource for curbing degradation processes in agricultural soils of the North-West of Russia. For this purpose, the deposits of sapropelic raw materials, whose reserves in the region are 7 billion m^3, are promising. Modern methods of remote sensing can significantly reduce the cost of integrated development of individual sapropel deposits. The study was carried out in a series of laboratory, vegetation and microfield experiments. Studied in detail the properties of sapropel deposits of Small lakes and Boron Lazowska Velikoluksky district of the Pskov region. Sandy and medium-loamy sod-weakly podzolic soils with agrochemical characteristics: phkcl 6,46–6,75 and 4,12–4,90; humus content 0,70–1,03 and 2,00–2,10%, mobile phosphorus compounds 220–263 and 198–236 mg/kg and potassium 70–148 and 120 – 225 mg/kg, respectively. Sapropel fertilizers were used in the dried and