

ВЛИЯНИЕ БУРОГО УГЛЯ И ГЛАУКОНИТА НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР

Р.Р. Газизов, к.с.-х.н., И.М. Суханова, к.б.н., Е.А. Прищепенко, к.с.-х.н. Л.М.-Х. Бикинина, к.с.-х.н., И.А. Дегтярева, д.б.н., М.М. Ильясов, к.с.-х.н., Татарский НИИАХП – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН 420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 20а. E-mail: niiaxp2@mail.ru

Приведены результаты двухлетних исследований в вегетационном опыте на гречихе и яровой пшенице по изучению действия различных форм бурого угля, глауконита и способов их внесения. Повышение урожайности культур в среднем за два года достигло 18,5%. Наибольшая отзывчивость культур отмечена при внесении бурого угольного удобрения в почву и сочетании предпосевной обработки семян с некорневой подкормкой удобрениями в ультрадисперсной форме. Установлены прирост микробной биомассы и повышение дыхательной активности, отмечено положительное влияние на некоторые агрохимические показатели почвы.

Ключевые слова: бурый уголь, глауконит, УВГС, урожайность, ультрадисперсный уголь, агрохимические показатели, микробиоценоз.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.117.10

Дороговизна минеральных и недостаточные объемы внесения органических удобрений являются факторами, приводящими к быстрому истощению земель вследствие нарушения баланса выноса элементов питания культурами. В результате снижается содержание органического вещества почвы – одного из важнейших компонентов ее плодородия и происходит это на разных типах почв, в том числе на черноземах.

К основным способам минимизации воздействия химических веществ на природные и искусственные агроэкосистемы относится замена опасных для окружающей среды реагентов и агрохимикатов на безвредные аналоги на основе природных соединений. Одним из природных материалов, сформированных в течение столетий, являются бурые угли, богатые гуминовыми соединениями. Применение их в сельском хозяйстве изучают с точки зрения восстановления почвенного плодородия и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур [2, 3]. Молотые бурые угли усиливают накопление органического вещества, тормозят процесс вымывания из почвы калия, кальция и магния, повышают прочность почвенных частиц и, следовательно, улучшают структуру и питательный режим почвы. Важным их свойством является способность связывать тяжелые металлы и очищать почву от вредных химических и биологических веществ [1]. При их применении увеличивается урожайность зерновых, кормовых и овощных культур, повышается сопротивляемость растений к болезням, заморозкам и засухе. [4].

Глауконитовые удобрения являются отличными нехимическими структурными мелиорантами, которые используют для повышения плодородия почвы и борьбы с загрязнением пестицидами и тяжелыми металлами. Многочисленными исследованиями и практикой установлено, что применение глауконита, как бесхлорного удобрения, усиливает интенсивность размножения микрофлоры, определяющей почвенное плодородие, и повышает урожайность зерновых культур, картофеля и овощей до 30-55% [5, 6].

Методика. Научные исследования проводили в вегетационном опыте по методике Б.А. Доспехова. Объекты исследования: бурый уголь месторождения Кемеровской области и его ультрадисперсная форма, полученная путем механического размельчения, а затем доведения на приборе УЗУ до частиц 20-60 нм с последующим диспергированием в деионизированной воде. В опыте использовали также ультрадисперсную водно-глауконитовую суспензию (УВГС) на основе агроминерала глауконит Сюндюковского месторождения Республики Татарстан. Химический состав глауконита (в%): P_2O_5 – 9,7, K_2O – 1,8, CaO – 32,8, MgO – 1,4, Fe_2O_3 – до 8,0, Al_2O_3 – 2,4, F – 2,3, CO_2 – 4,0, $K_2O + Na_2O$ – 2,0, SiO_2 – 18,0, SO_2 – 3,8.

Культуры опыта: первый год – гречиха сорта Никольская, второй год – яровая пшеница сорта Эстер.

Почва – серая лесная среднесуглинистая. Исходные показатели в первый год: содержание органического вещества (гумуса) – 2,48%, $N_{\text{цел.}}$ – 67,2 мг/кг почвы, P_2O_5 – 112, K_2O – 158 мг/кг, Hg – 0,61 мг-экв/100 г почвы, $pH_{\text{сол.}}$ 4,95, сумма поглощенных оснований – 17,71 мг-экв/100 г почвы. Исходные показатели во второй год: содержание органического вещества (гумуса) – 2,33%, $N_{\text{цел.}}$ – 112,0 мг/кг почвы, P_2O_5 – 111, K_2O – 91 мг/кг, Hg – 0,83 мг-экв/100 г почвы, $pH_{\text{сол.}}$ 6,78, сумма поглощенных оснований – 21,8 мг-экв/100 г почвы.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась с использованием современных приборов, компьютерных систем и программ.

Схема опыта: 1) Контроль, без удобрений; 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон; 3) Фон + бурый уголь, 1 т/га; 4) Фон + бурый уголь, 5 т/га; 5) Фон + ультрадисперсный уголь (УДУ) (обработка семян в дозе 1,25 кг на гектарную норму посева); 6) Фон + УДУ (обработка семян в дозе 0,25 кг на гектарную норму посева); 7) Фон + УДУ (обработка семян в дозе 1,25 кг на гектарную норму посева) + некорневая обработка УВГС (0,4%); 8) Фон + УДУ (обработка семян в дозе 0,25 кг на гектарную норму посева) + некорневая обработка УВГС (0,4%).

Бурый уголь вносили в почву перед посевом семян культуры в виде измельченного порошка размером 0,08-0,3 мм, семена предварительно замачивали в суспензии УДУ. Некорневую обработку УВГС в дозе 12 кг/га проводили двукратно: в фазы 3-4 листа культуры и выхода в трубку. Повторность опыта трехкратная. В качестве фона применяли азофоску с NPK по 60 кг д.в/га.

Результаты и их обсуждение. Для оценки действия изучаемых удобрений проанализирована урожайность двух лет опытов в вегетационных сосудах на гречихе и яровой пшенице (табл. 1).

1. Влияние изучаемых удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур

Вариант	Гречиха		Яровая пшеница		Сред. урожайность, г з.е./сосуд	Прибавка к фону, %
	г з.е./сосуд	прибавка к фону, %	г з.е./сосуд	прибавка к фону, %		
1. Контроль, без удобрений	6,2	-	2,5	-	4,35	-
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	9,5	-	4,0	-	6,75	-
3. Фон + бурый уголь, 1 т/га	10,4	9,5	4,2	5	7,3	8,1
4. Фон + бурый уголь, 5 т/га	11,4	20	4,6	15	8,0	18,5
5. Фон + обработка семян УДУ – 1,25 кг на н.в. семян на 1 га	9,8	3,2	4,4	10	7,1	5,2
6. Фон + обработка семян УДУ – 0,25 кг на н.в. семян на 1 га	9,7	2,1	4,3	7,5	7,0	3,7
7. Фон + обработка семян УДУ – 1,25 кг на н.в. семян на 1 га + некорн.подкормка УВГС	10,9	14,7	4,7	17,5	7,8	15,6
8. Фон + обработка семян УДУ – 0,25 кг на н.в. семян на 1 га + некорн. подкормка УВГС	10,1	6,3	4,4	10	7,25	7,4
НСР ₀₅	0,87 г/сосуд		0,6 г/сосуд			

Примечание: УДУ – ультрадисперсный уголь, УВГС – ультрадисперсная водно-глауконитовая суспензия, н.в. – норма высева семян.

Внесение бурого угля в почву из расчета 1 т/га способствовало прибавке урожая гречихи и яровой пшеницы, соответственно, на 9,5 и 4%, при увеличении дозы до 5 т /га, достоверная прибавка составила 20 и 15% к фону.

В среднем за два года увеличение урожайности по данному способу применения угля в качестве удобрения равно 0,55 и 1,25 г/сосуд в пересчете на зерновые единицы, или 8,1 и 18,5% соответственно. Повышение урожайности коррелировало с увеличением дозы бурого угля.

Обработка семян суспензией УДУ в обеих дозах показала более высокую отзывчивость яровой пшеницы по сравнению с гречихой – 10 и 3,2 % соответственно при дозе 1,25 кг на н.в. семян на 1 га, хотя результаты находятся в пределах ошибки опыта. При меньшей дозе применяемой суспензии прослеживалась та же тенденция. В среднем за два года исследований использование бурого угля в дозах 1,25 и 0,25 кг на н.в. семян на 1 га повысило урожайность, соответственно, на 5,2 и 3,7% по сравнению с фоном.

Комплексное применение УДУ для обработки семян в сочетании с некорневой обработкой растений УВГС показало достоверное увеличение урожайности гречихи и яровой пшеницы. Полагаем, что богатый различными элементами питания (аморфное кремнеземом, соединениями фосфора, калия и другими химическими и минеральными веществами) глауконит при доведении его до ультрадисперсной формы и использовании по листу более активно и полно усваивается тканями растений. Благодаря этому значительно возросла урожайность по сравнению с применением УДУ при обработке семян. Наилучший результат получен при сочетании угля в дозе 1,25 кг на н.в. на 1 га и некорневой обработки – прибавка зерна составила 14,7 и 17,5% соответственно по гречихе и яровой пшенице. В среднем по двум культурам урожайность увеличилась на 15,6% к фону.

При уменьшении дозы буроугольного удобрения до 0,25 кг на гектарную норму высева и сочетании с УВГС урожайность в среднем за два года увеличилась на 7,4%. Это в 2 раза меньше, чем при дозе ультрадисперсного угля 1,25 кг.

Таким образом, наибольшее увеличение урожайности отмечено при внесении бурого угля в почву – 18,5%. Выявлено, что при применении ультрадисперсных удобрений дозы значительно ниже, чем при использовании бурого угля в обычной дозе. В этих вариантах получено достоверное увеличение урожайности, а совместное применение двух компонентов увеличило урожайность на 15,6%.

При анализе образцов почв на агрохимические показатели установлено, что из всех вариантов в первый и второй годы закладки опытов только внесение в почву бурого угля из расчета 5 т/га оказало влияние на агрохимические свойства почвы. Содержание подвижного фосфора увеличилось на 36 мг/кг почвы под гречихой. Прослеживалась тенденция к увеличению содержания обменного калия. Под яровой пшеницей произошло смещение рН_{KCl} в сторону нейтрализации на 0,25-0,36 ед., а гидролитическая кислотность снизилась на 0,2-0,4 мг-экв/100 г при дозах угля 1 и 5 т/га соответственно.

В варианте с применением предпосевного замачивания семян гречихи и яровой пшеницы в суспензии УДУ и УВГС действие на почву практически не ощущалось, так как не было непосредственного внесения в почву.

Проанализированы образцы почв на определение зависимости изменений прироста микробной биомассы и ее активности от изучаемых способов и доз внесения удобрений (табл. 2).

К концу вегетации гречихи и яровой пшеницы во всех изучаемых вариантах отмечено увеличение микробной биомассы. В опыте с гречихой при внесении угля в дозе 1 и 5 т/га количество микроорганизмов возросло на 1,4 мг/100 г почвы (11,5%) и 7,8 мг/100 г почвы (29,7%) соответственно по сравнению с фоном, на яровой пшенице – на 5,5 (10,3%) и 3,1 мг/100 г почвы (5,8%). В угле высокое содержание углерода, который является источником питания для микробного сообщества и способствует их активному делению.

Наибольшее увеличение микробной биомассы получено в варианте с обработкой семян УДУ в дозе 0,25 кг на норму высева семян на 1 га и обработкой УВГС: на гречихе – 8,7 мг/100 г почвы (33 %), на яровой пшенице при тех же обработках, но в более высокой дозе – 7,3 мг/100 г почвы (13,6%). Внесение бурого угля также способствовало приросту биомассы микроорганизмов

и, если на гречихе более существенное увеличение отмечали при внесении удобрения в дозе 5 т/га – 29,8%, то на яровой пшенице – при меньшей дозе угля – 10,3%.

2. Влияние изучаемых удобрений на базальное дыхание и микробную биомассу в ризосфере гречихи и яровой пшеницы

Вариант	Гречиха		Яровая пшеница	
	Базальное дыхание CO ₂ , мг/ 100г·24 ч	C _{mic} , мг/100 г почвы	Базальное дыхание CO ₂ , мг/ 100г·24ч	C _{mic} , мг/100г почвы
1. Контроль, без удобрений	24,4	31,0	20,0	55,8
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	19,2	26,2	21,2	53,6
3. Фон + бурый уголь, 1 т/га	21,4	27,6	20,6	59,1
4. Фон + бурый уголь, 5 т/га	24,9	34,0	19,2	56,7
5. Фон + обработка семян УДУ – 1,25 кг на н.в. семян на 1 га	23,1	29,0	18,5	57,5
6. Фон + обработка семян УДУ – 0,25 кг на н.в. семян на 1 га	20,1	34,2	22,0	53,6
7. Фон + обработка семян УДУ – 1,25 кг на н.в. семян на 1 га + некорн. подкормка УВГС	25,8	34,1	17,7	60,9
8. Фон + обработка семян УДУ – 0,25 кг на н.в. семян на 1 га + некорн. подкормка УВГС	27,0	34,9	17,6	55,2

Увеличение микробной биомассы влияло и на количество выделившегося диоксида углерода. Наиболее активное базальное дыхание наблюдали каждый год

исследований в вариантах с внесением угля в почву и при комплексной обработке семян УДУ и УВГС.

Выводы. Результатами исследований установлено, что бурый уголь и глауконит в обычном и ультрадисперсном виде при внесении в почву, обработке семян и листовой подкормке увеличивали урожайность культур по сравнению с фоном. Наибольшая прибавка зерна гречихи (20%) и яровой пшеницы (17,5%) получена при внесении их в почву в дозе 5 т/га и обработке семян, 1,25 кг на гектарную норму высева, в сочетании с листовой подкормкой УВГС. Отмечено положительное влияние изучаемых вариантов на микробиоценоз и некоторые агрохимические показатели почвы.

Литература

1. Белопухова, Ю. Даешь угля на поля // Арсентьевские вести. – 15 апреля 2004. – №16(579).
2. Жеребцов С.И., Исмаилов З.Р., Неверова О.А., Корникова Н.А., Соколов Д.А. Гуминовые вещества бурых углей и перспективы их применения в рекультивации техногенно нарушенных земель // Разработка комплекса технологий рекультивации техногенно нарушенных земель: материалы Всероссийской научной конференции (Кемерово, 10 – 12 ноября, 2011г.). – Кемерово, 2011. – С.20 – 23.
3. Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Лыричков С.Ю. и др. Функциональный состав гуматов бурого угля и их стимулирующая активность // Междунар. научно-практ. конф. Комплексный подход к использованию и переработке угля. – Душанбе, 2013. – С. 96 – 97.
4. Кобланова О.Н. и др. Получение удобрений на основе водорастворимых гуминовых кислот и их влияние на сельскохозяйственные растения / О.Н. Кобланова и др // Новости науки Казахстана. – 2008. – Вып. 2. – С. 133 – 138.
5. Рудмин М.А. О возможности использования в сельском хозяйстве глауконита из пород Бакчарского месторождения/ М.А. Рудмин и др. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 11. – С. 6 – 16.
6. Яковлева Е.А., Бакалов А.Н. Глауконит как потенциальное местное удобрение на Кубани // Научный журнал Кубанского ГАУ. – 2012 – №82(08). – С. 1–8.

INFLUENCE OF BROWN COAL AND GLAUCONITE APPLICATION ON SOIL FERTILITY AND CROP YIELD

*R.R. Gazizov, I.M. Sukhanova, E.A. Prishchepenko, L.M.-Kh. Bikkina, I.A. Degtyareva, M.M. Ilyasov
Tatar Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science, Orenburg tr. 20a, 420059 Kazan, Russia,
e-mail: niixp2@mail.ru*

The results of two years of research in the greenhouse trial with buckwheat and spring wheat to study the effects of various forms of brown coal, glauconite and their application practices are presented. The increase in crop yields averaged over two years up to 18.5%. The greatest responsiveness of crops was noted under the application of brown coal fertilizer and a combination of pre-sowing seed treatment and foliar fertilizing in ultrafine form. An increase in microbial biomass and an increase in respiratory activity were established; a positive effect on some agrochemical parameters of the soil was noted.

Key words: brown coal, glauconite, UVGS, productivity, ultrafine coal, agrochemical parameters, microbiocenosis.

УДК 631.81:53

**ТОЧНАЯ СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ
АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ**

*Ж.А. Иванова, к.с.-х.н., ФГБНУ АФИ, А.А. Конашенков, д.с.-х.н., КХ «Прометей»,
Е.А. Конашенков, ФГБНУ СЗЦППО
ivanovai2009@yandex.ru. Тел.: +7 (911) 082-57-81
E-mail: alkonashenkov@yandex.ru. Тел.: +7 (911) 361-90-36
E-mail: 2902438@mail.ru
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14*

Проанализированы данные пятилетнего полевого опыта, заложенного в овощном севообороте в 2007 г. в Гдовском районе Псковской области на контрастной структуре почвенного покрова в форме мозаики литогенного происхождения. Одной из целей исследования была оценка изменений агрофизических свойств дерново-подзолистых почв различного гранулометрического состава и уровня окультуренности под действием зональной (ЗСУ) и точных (ТСУ) органоминеральных систем удобрения. Почвы опыта характеризовались гранулометриче-