

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ САПРОПЕЛЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

^{1,2} В. А. Соколов, доктор биологических наук

³ А. А. Чепуров, кандидат геолого-минералогических наук

¹ Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН,
Новосибирск, Россия

² Всероссийский институт растениеводства РАН,
Санкт-Петербург, Россия

³ Институт геологии и минералогии СО РАН им. В. С. Соболева, Новосибирск, Россия

E-mail: sokolov@mcb.nsc.ru

Ключевые слова: сапропель, удобрения, урожайность, почвенная кислотность

Реферат. Интенсивное использование земель с внесением минеральных удобрений приводит к обеднению их органическими компонентами, снижает численность микрофлоры и в итоге падает плодородие. В этой связи использование естественного органического удобрения – сапропеля может представлять наиболее оптимальное решение существующей проблемы. В последние годы исследование этого практически неограниченного ресурса находит все большее использование в агрономической практике и исследовательской работе. В большом числе опубликованных работ показано, что внесение сапропелей приводит к увеличению продуктивности растений и на значительное время улучшает плодородие почв. В данной работе было изучено влияние сапропеля из озера Малое Минзелинское Колыванского района Новосибирской области на продуктивные качества яровой пшеницы, высеянной на экспериментальном участке ИЦиГ СО РАН. Почва поля, на котором проводился эксперимент, является серой лесной, обедненной органическими компонентами. При внесении сапропеля в двух дозах показан его значительный статистически достоверный эффект на продуктивность образца яровой пшеницы и ее компоненты.

INFLUENCE OF DECAY OOZE ON SPRING WHEAT PRODUCTIVITY

^{1,2} Sokolov V.A., Dr. of Biological Sc.

³ Chepurov A.A., Candidate of Geology and Mineralogy

¹ Institute of Molecular and Cell Biology SD RAS, Novosibirsk, Russia

² Russian Institute of Plant Production RAS, St. Petersburg, Russia

³ Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SD RAS, Novosibirsk, Russia

Key words: decay ooze, fertilizers, crop yield, soil acidity.

Abstract. Intensive farming and application of mineral fertilizers result in loss of organic components, reduces the number of microflora and worsens soil fertility. Due to this fact, application of natural organic fertilizer – decay ooze – can serve as the most appropriate and effective solution. In recent years, investigation of this almost unlimited resource is increasingly significant and relevant in agronomic practices and research. The great number of publications highlight that application of decay ooze leads to increasing of plants productivity and for improving soil fertility for longer period of time. The authors explore the impact of decay ooze from the lake Maloe Minzelinskoe in Kolyvan district of Novosibirsk region on productive features of spring wheat sown at the experimental plot of Research Institute of Cytology and Genetics. The soil where the experiment was conducted, is grey and forest, poor in organic components. When applying decay ooze in 2 doses, the authors show its significant and statistically proved effect on productivity of spring wheat samples and its components.

Сапропель (от греческих слов «гнилой» и «грязь») – многовековые донные отложения пресноводных водоемов, образованные из отмершей водной растительности, планктона и смываемых частиц почвенного перегноя. В настоящее время этот естественный ресурс находит все более ши-

рокое использование в растениеводстве и животноводстве.

Различают несколько видов сапропеля в зависимости от процентного содержания в нём минеральных веществ. Показано, что для растениеводства наибольший эффект достигается при вне-

сении органического и органоминерального сапропелей. Их легко установить по очень темному, практически черному цвету. Ценность сапропеля определяется компонентами, содержащимися в нем: гуминовые кислоты, макроэлементы (азот, фосфор, калий, железо, кальций, магний и т.д.), микроэлементы, витамины, аминокислоты, природные стимуляторы роста, а также полезная микрофлора. При этом необходимо подчеркнуть, что сапропель – единственное почвообразующее удобрение, восстанавливающее плодородие почв.

Наиболее важные эффекты сапропеля, показанные на растениях: 1) гарантированно увеличивает урожайность (до 100%); 2) повышает качество конечного продукта; 3) способствует продолжительному цветению декоративных культур; 4) ускоряет рост растений и их развитие; 5) стимулирует развитие крепкой корневой системы; 6) улучшает приживаемость саженцев; 7) активно питает растения на протяжении всего роста и развития [1–5]. Особенно эффективно применение сапропеля на кислых и лёгких песчаных и супесчаных почвах, а также для увеличения содержания гумуса (доза под зерновые культуры 30–40 т/га).

Цель исследования – оценка эффекта внесения сапропеля на кислых, бедных органикой серых лесных почвах на продуктивность яровой пшеницы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определение pH почвы проводили в водной суспензии [6]. Содержание $C_{орг}$ и $C_{неорг}$ определяли методом ступенчатого прокаливания [7]

путем оценки потери массы аликвоты (2–4 г) образца почвы или сапропеля: по потерям массы при прокаливании в течение 12 ч при 500 °С оценивали содержание $C_{орг}$, умножая на 0,4, а по потерям массы при последующем прокаливании в течение 12 ч при 800 °С оценивали содержание $C_{неорг}$. Содержание общего азота определяли по Кьельдалю [8]. Все анализы выполняли в трехкратной повторности.

Тяжелые металлы определяли по ГОСТу [9], повторность двукратная. Эта процедура была предпринята по причине того, что в ранее проведенной нами работе было показано значительное загрязнение некоторых регионов Западной Сибири тяжелыми металлами, которые со сточными водами могли попадать в водоемы и накапливаться в сапропеле [10].

Эффекты влияния двух доз сапропеля на растения перспективного образца яровой пшеницы, проходящего испытания в ИЦиГ СО РАН, изучали на бедных органикой и элементами минерального питания серых лесных почвах экспериментального участка этого института. Сухой сапропель взятый из оз. Малое Минзелинское (Колыванский район Новосибирской области), вносили в дозах 4 и 8 кг на 1 м² в борозды пахоты и заделывали ручным боронованием. Характеристика химических параметров использованного образца сапропеля представлена в табл. 1.

Посев пшеницы проводили 11 мая 2017 г. ручным способом на делянках по 1 м² в четырех повторностях с нормой высева 100 растений на 1 м². Никаких дополнительных обработок не проводили. Уборка была осуществлена 14 августа.

Таблица 1

Химический состав использованного образца сапропеля
Chemical concentration of decay ooze sample

Параметр	Значение	Параметр	Значение	Параметр	Значение
pH водной суспензии (1:10)	7,6±0,3	Валовое содержание, мг/кг		Подвижные формы**, мг/кг	
pH солевой суспензии	7,6±0,3	Fe	18848±3770	Fe	21,4±4,3
Массовая доля, %		Mn	619±155	Mn	44,7±13,4
влаги	43,5±0,8	Zn	19,7±4,1	Zn	<1,00
зола	46,6±0,8	Cu	3,86±1,24	Cu	<0,10
органического вещества	26,7±1,2	Cd	<0,100	Cd	<0,100
общего азота	2,34±0,2	Pb	2,67±0,93	Pb	1,20±0,42
общего фосфора	0,09±0,05	Cr	28,2±16,4	Cr	0,50±0,18
общего калия	0,11±0,03	Co	2,29±0,96	Co	<0,50
подвижного фосфора, мг/кг	166±20*	Ni	5,75±2,01	Ni	0,12±0,04
		K	2850±741	K	65±25
		Na	5000±1900	Na	184±81
		Ca	168000±30240	Ca	97250±17505
		Mg	8625±1725	Mg	3250±650
		Sr	1627±163	Sr	1339±134
		Li	1,90	Li	0,54

* Экстрагент – 0,5 N уксусная кислота; ** В ацетатно-аммонийном буферном растворе с pH 4,8.

Растения, не менее чем по 50 штук, брали с каждой делянки по диагоналям. Колосья каждого образца связывали и сушили под навесом. Следует отметить, что в силу очень влажного и прохладного лета растения были в сильной степени поражены ржавчиной. Далее, после высыхания растений, провели измерения высоты стеблей, размеров колосьев и подсчет числа семян.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время имеется достаточно обширная литература, где представлены результаты, четко показывающие, что внесение сапропеля под

зерновые культуры способствует возрастанию продуктивности посевов и повышению качества урожая, положительно влияет на агрохимические и водно-физические свойства почв, снижает кислотность [1–5]. Достаточно большое число публикаций подтверждает целесообразность использования сапропеля для улучшения плодородия почв в самых разных агроклиматических зонах [11–15]. Внесение сапропеля в почву приводит к изменению содержания в ней макро- и микроэлементов, а также физико-химических свойств. Величины изменения некоторых параметров почвы при внесении разных доз сапропеля представлены в табл. 2. Из нее видно, что рН почвы при дозе 8 кг/м² становится ближе к нейтрально-

Таблица 2

Изменение кислотности, содержания углерода и азота после внесения сапропеля в почву
Changes in acidity, carbon and nitrogen concentration after applying decay ooze in the soil

Образец	Доза сапропеля, кг/м ²	рН	Органический углерод, %	Неорганический углерод, %	Общий азот, %
1	0	5,10	1,06	0,19	0,140
2	4	5,07	1,22	0,44	0,266
3	8	5,37	2,06	0,19	0,406

му и существенно возрастает доля органического углерода и содержание общего азота, что должно способствовать увеличению плодородия.

Результаты влияния сапропеля на параметры продуктивности яровой пшеницы в зависимости от внесенной дозы представлены в табл. 3. Как показывают полученные данные, в варианте, где сапропель был внесен в дозе 8 кг/м², все изученные параметры имеют достоверно более высокие

показатели, кроме величины колоса второго стебля. Это исключение, возможно, связано с очень сильным поражением растений ржавчиной в конце вегетации и невозможностью мобилизации пластических веществ из листьев для роста дополнительных колосьев. Необходимо подчеркнуть тот факт, что с увеличением дозы внесенного сапропеля все параметры продуктивности возрастают. При дозе 4 кг/м² повышается большинство пока-

Таблица 3

Влияние различных доз сапропеля на количественные признаки яровой пшеницы
Impact of different decay ooze doses on quantitative parameters of spring wheat

Исследованные параметры	Контроль	Доза сапропеля	
		4 кг/м ²	8 кг/м ²
Количество стеблей	4,14 ± 0,24	4,92 ± 0,26*	5,28 ± 0,27**
Количество колосьев	4,08 ± 0,24	4,80 ± 0,27*	5,12 ± 0,26**
Общее число зерен с растения	26,76 ± 0,71	89,27 ± 6,34***	125,48 ± 6,36***
Общая масса зерен с растения, г	1,66 ± 0,10	2,02 ± 0,12*	2,16 ± 0,12**
Высота главного стебля (с колосом), см	73,0 ± 1,20	73,35 ± 1,23	78,82 ± 1,21***
Длина колоса главного стебля, см	7,28 ± 0,10	7,72 ± 0,11**	7,82 ± 0,10***
Длина колоса второго стебля, см	7,53 ± 0,18	8,02 ± 0,12	7,96 ± 0,14
Количество зерен в колосе главного стебля	26,76 ± 0,71	28,63 ± 0,84*	30,84 ± 0,81***
Количество зерен в колосе второго стебля	26,82 ± 0,96	28,50 ± 0,93	29,84 ± 0,99**
Число изученных растений	50	60	50

* P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001.

зателей продуктивности, но не все и в меньшей степени, чем при внесении большей дозы.

ВЫВОДЫ

1. Сапрпель при предпосевном внесении в почву способствует более высокому развитию факторов продуктивности яровой пшеницы.

2. Величина возрастания параметров урожайности зависит от дозы сапрпеля, внесенного на единицу площади.

3. Определение оптимального количества сапрпеля для получения более высоких урожаев требует постановки специального полевого эксперимента.

Выражаем благодарность сотрудникам Института почвоведения Н.Б. Наумовой и С.А. Худяеву за многочисленные консультации и анализ химического состава сапрпеля и почвы, а также Б.Ф. Немцеву (СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН) за предоставленный образец пшеницы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Васильев А.А. Влияние сапрпелей на урожайность картофеля и плодородие выщелоченных черноземов // Перм. аграрн. вестн. – 2014. – № 1 (5). – С. 3–9.
2. Плотников А.М., Созинов А.В. Влияние сапрпелей на урожайность зерновых культур и кислотность выщелоченного чернозема // Междунар. н.-и. журн. – 2016. – № 4 (46), ч. 6. – С. 61–65.
3. Плотников А.М. Урожайность и качество зерна пшеницы при использовании сапрпеля в центральной части Курганской области // Вестн. Курган. ГСХА. – 2014. – № 4 (12). – С. 27–29.
4. Лана В.В., Босак В.Н. Применение удобрений и качество урожая: монография. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2006. – 120 с.
5. Органические удобрения и практика их применения в Челябинской области / А.В. Вражнов, Ю.Д. Кушниренко, В.Н. Брагин, Х.С. Юмашев // Аграр. вестн. Урала. – 2008. – № 9 (51). – С. 50–54.
6. Hendershot W.H., Lalonde H., Duquette M. Soil Reaction and Exchangeable Acidity // Soil Sampling and methods of Analysis. 2nd edition. – Boca Raton: CRC Press, 2008. – 836 p.
7. Wang Q., Li Y., Wang Y. Optimizing the weight loss-on-ignition methodology to quantify organic and carbonate carbon of sediments from diverse sources // Environ Monit Assess. – 2011. – Vol.174, 1–4. – P. 241–257.
8. Total Nitrogen. P.M. Rutherford, W.B.McGill, J.M. Arocena, C.T. Figueiredo // Soil Sampling and methods of Analysis. 2nd edition. – Boca Raton: CRC Press. – 2008. – 836 p.
9. ГОСТ Р 53218–2008. Удобрения органические. Атомно-абсорбционный метод определения содержания тяжелых металлов. – М., 2008.
10. Ecological and Biogeochemical Evaluation of Elements Content in Soils and Fodder Grasses of the Agricultural Lands of Siberia. / A.I. Syso, V.A. Sokolov, V.L. Petukhov [et al.] // J. Pharm. Sci. & Res. – 2017. – Vol. 9 (4). – P. 368–374.
11. Гамзиков Г.П. Возможности использования нетрадиционных удобрений в сибирском земледелии // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 9–12.
12. Серая Т.М., Богатырева Е.Н., Бирюкова О.М. Влияние сапрпелей на продуктивность звена севооборота и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 1 (54). – С. 160–171.
13. Перспективы использования в условиях Северного Казахстана удобрений на основе местного сырья / П.С. Дмитриев, И.А. Фомин, Е.Р. Айтжанов [и др.] // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – № 4. – С. 123–128.
14. Лиштвак И.И., Лопотко М.З. Использование сапрпелей в народном хозяйстве // Проблемы использования сапрпелей в народном хозяйстве. – Минск: Наука и техника, 1976. – С. 5–13.
15. Мукина Л.Р. Эффективность применения сапрпелей и органо-минеральных удобрений на основе сапрпеля на пойменных орошаемых почвах Красноярского края // Сапрпель и продукты его переработки: материалы междунар. науч.-произв. конф. – Омск, 2008. – С. 17–20.

REFERENCES

1. Vasil'ev A.A. *Perm. agrarn. vestn.*, 2014, No. 1 (5), pp. 3–9. (In Russ.)

2. Plotnikov A. M., Sozinov A. V. *Mezhdnar. n. – i. zhurn.*, 2016, No. 4 (46), Ch. 6, pp. 61–65. (In Russ.)
3. Plotnikov A. M. *Vestn. Kurgan. GSHA*, 2014, No. 4 (12), pp. 27–29. (In Russ.)
4. Lapa V. V., Bosak V. N. *Primenenie udobrenij i kachestvo urozhaja* (Application of fertilizers and crop quality), Minsk, In. pochvovedenija i agrohimii NAN Belarusi, 2006, 120 p.
5. Vrazhnov A. V., Kushnirenko Ju. D., Bragin V. N., Jumashev H. S. *Agrar. vestn. Urala*, 2008, No. 9 (51), pp. 50–54. (In Russ.)
6. Hendershot W. H., Lalonde H., Duquette M. *Reaktsiya pochvy i smennaya kislotnost»* (Soil Reaction and Exchangeable Acidity), Boca Raton, CRC Press, 2008, 836 p.
7. Wang Q., Li Y., Wang Y. *Environ Monit Assess*, 2011, No. 1–4 (174), pp. 241–257.
8. Rutherford P. M., McGill W. B., Arocena J. M., Figueiredo C. T. *Obshchiy azot* (Total Nitrogen), Boca Raton, CRC Press, 2008, 836 p.
9. GOST R 53218–2008, *Udobrenija organicheskie. Atomno-absorbcionnyj metod opredelenija sodержanija tjazhelyh metallov* (Organic fertilizers. Atomic absorption method for determination of heavy metals content), Moscow, 2008.
10. Syso A. I., Sokolov V. A., Petukhov V. L. *J. Pharm. Sci. & Res.*, 2017, No. 4 (9), pp. 368–374.
11. Gamzikov G. P. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2012, No. 3, pp. 9–12. (In Russ.)
12. Seraja. T. M., Bogatyreva E. N., Birjukova O. M. *Pochvovedenie i agrohimija*, 2015, No. 1 (54), pp. 160–171. (In Russ.)
13. Dmitriev P. S., Fomin I. A., Ajtzhанov E. R. *Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk*, 2014, No. 4, pp. 123–128. (In Russ.)
14. Lishtvan I. I., Lopotko M. Z. *Problemy ispol'zovanija sapropelej v narodnom hozjajstve* (Problemy ispol'zovanija sapropelej v narodnom hozjajstve), Minsk, Nauka i tehnika, 1976, pp. 5–13. (In Russ.)
15. Mukina L. R. *Sapropel» i produkty ego pererabotki* (Sapropel» i produkty ego pererabotki) Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, Omsk, 2008, pp. 17–20. (In Russ.)