

References

1. Vasilev, S.M. Regulirovanie upravlencheskikh protsessov v strukturirovannykh problemnykh situatsiyakh APK / S.M. Vasilev, Yu.E. Domashenko // Vestnik Rossiyskoy selskokhozyaystvennoy nauki. – 2018. – No. 4. – S. 12-13.
2. Olgarenko, V.I. Kompleksnaya otsenka tekhnicheskogo urovnya gidromeliorativnykh sistem / V.I. Olgarenko, G.V. Olgarenko, I.V. Olgarenko // Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. – 2013. – No. 6. – S. 8-11.
3. Olgarenko, I.V. Metodologiya funktsionirovaniya ekologicheskoi sbalansirovannykh orositelnykh sistem // Trudy KubGAU. – 2010. – No. 6 (27). – S. 181-186.
4. Olgarenko, G.V. Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie programmy razvitiya melioratsii zemel // Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. – 2013. – No. 6. – S. 2-4.
5. Borodychev, V.V. Algoritm resheniya zadach upravleniya vodnym rezhimom pochvy pri oroshenii selskokhozyaystvennykh kultur / V.V. Borodychev, M.N. Lytov // Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. – 2015. – No. 1. – S. 8-11.
6. Olgarenko, G.V. Problemy i perspektivy tekhnicheskogo obespecheniya orosheniya // Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. – 2010. – No. 2. – S. 8-10.
7. Olgarenko, V.Ig. Normirovanie rezhimov orosheniya kartofelya v usloviyakh poymy Nizhnego Dona // Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: problemy i puti resheniya. – 2016. – S. 362-366.
8. Pavelic, P. Controlling floods and droughts through underground storage: from concept to pilot implementation in the Ganges River Basin [Elektronnyy resurs] / P. Pavelic, et al. – 2015. 38 s. – Rezhim dostupa: www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/pub165/rr165.pdf.
9. Venot, J.-P.; Suhardiman, Diana. (2014). Governing the ungovernable: practices and circumstances of governance in the irrigation sector. *International Journal of Water Governance*, 2: 41-60.
10. Vasilev, S.M. Povyshenie ekologicheskoy bezopasnosti sposobov orosheniya dlya formirovaniya ustoychivyykh agrolandshaftov v aridnoy zone: avtoref. ... dis. d-ra tekhn. nauk: 06.01.02 / Vasilev Sergey Mikhaylovich. – Volgograd, 2006. – 35 s.



УДК 631.842.4:631.544.722(571.150)

О.И. Антонова, Н.А. Бондаренко
O.I. Antonova, N.A. Bondarenko

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ФОРМ АЗОТА В ПОЧВЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ РАЗНЫХ ДОЗ СОЛОМЫ И ЕЁ ОБРАБОТКЕ БИОПРЕПАРАТАМИ И КАС-32

THE CHANGES OF NITROGEN MINERAL FORM CONTENT IN THE SOIL BY THE APPLICATION OF VARIOUS STRAW AMOUNTS AND ITS TREATMENT WITH BIOLOGICAL PRODUCTS AND CARBAMIDE-AMMONIA MIXTURE KAS-32

Ключевые слова: минеральные формы азота, яровая пшеница, солома, азотные удобрения, биодеструкторы, корневые гнили.

В условиях ресурсосберегающих технологий, в том числе и технологии no-till, солома является главным органическим удобрением, регулирующим баланс органического вещества, а также многих элементов питания и в том числе кальция, магния, калия, фосфора и микроэлементов. При её разложении образуется и минеральный азот. В модельном опыте с внесением разных доз соломы, а также их обработки биопрепаратами «Биокомпозит коррект» в дозах 1 и 2 т/га, «Эффект Био» – 1,5 и 2,5 т/га и КАС-32 – 30 т/га изучено содержание N-NO₃ и NH₄ через месяц после заделки соломы, в сентябре (уборка яровой пшеницы) 2018 и 2019 гг. – в мае – период посева яровой пшеницы и конец августа – уборка. Внесенная в

почву солома существенно влияет на улучшение азотного режима почв. Углеводороды, входящие в состав соломы, используются в метаболизме бактерий, способных фиксировать атмосферный азот. В результате приведенных исследований установлено, что наибольшее повышение обеспеченности растений минеральными формами азота в первый год при внесении 2 т/га соломы обеспечивается использованием КАС-32, а на фоне 4 т/га её обработкой биопрепаратами. На 2-й год действия соломы, обработанной КАС-32 и особенно биопрепаратами, на всех дозах её внесения обеспечивается большее накопление минеральных форм азота, особенно N-NO₃. Более высокий уровень содержания изучаемых форм азота сохраняется до конца 2-го года действия всех доз соломы. Её обработка биопрепаратами может исключать применение азотных удобрений.

Keywords: *nitrogen mineral forms, spring wheat, straw, nitrogen fertilizers, bio-decomposers, root rot.*

Under the conditions of resource-saving technologies, including No-Till technology, straw is the main organic fertilizer that regulates the balance of organic matter as well as many nutrients, including calcium, magnesium, potassium, phosphorus and trace elements. During its decomposition, mineral nitrogen is also formed. The content of N-NO₃ and NH₄ was studied in a dummy experiment with the application of different straw amounts which were treated with biological products: Biokomposit-Korrekt in doses of 1 and 2 L ha; EffectBio – in doses of 1.5 and 2.5 L ha and carbamide-ammonia mixture KAS-32 – 30 L ha in a month after straw application, in September (spring wheat harvesting) in 2018, and in May 2019 – the period of sowing spring wheat and the end of August – harvesting. Straw applied into the soil affects

the improvement of the nitrogen status of soils significantly. The hydrocarbons that are in straw are used in the bacteria metabolism that can fix atmospheric nitrogen. It was found that the greatest increase of the supply of plants with nitrogen mineral forms on the first year at the application of 2 t of straw per ha is ensured by the use of carbamide-ammonia mixture KAS-32, and at the application of 4 t of straw per ha – straw treatment with biological products. On the second year of the action of straw treated with carbamide-ammonia mixture KAS-32 and especially biological products at all doses of its application, greater accumulation of nitrogen mineral forms, especially N-NO₃, is achieved. Higher content levels of the studied nitrogen forms remains until the end of second year of the action of all straw amounts. Its treatment with biological products may exclude the use of nitrogen fertilizers.

Антонова Ольга Ивановна, д.с.-х.н., проф. каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 203-118. E-mail: niihim1@mail.ru.

Бондаренко Наталья Александровна, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: natalisa.155@mail.ru.

Antonova Olga Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 203-118. E-mail: niihim1@mail.ru.

Bondarenko Natalya Aleksandrovna, post-graduate student, Altai State Agricultural University. E-mail: natalisa.155@mail.ru.

Введение

В условиях ресурсосберегающих технологий, в том числе и технологии no-till, солома является главным органическим удобрением, регулирующим баланс органического вещества, а также многих элементов питания и в том числе кальция, магния, калия, фосфора и микроэлементов. При её разложении образуется и минеральный азот [1].

Согласно справочным данным, в зависимости от вида культуры с 1 т соломы зерновых в почву возвращаются до 800 кг органического вещества, 3,5-5,5 кг азота, 1-1,75 кг фосфора, 5,5-13,8 калия, 2,25-9,25 кг кальция, 0,7-1,6 кг магния, 1,75-2 кг серы, до 6 г бора, 3 г меди, 29 марганца, 0,4 г цинка и около 0,1 г кобальта [2].

При разложении соломы, внесенной в почву, преобладают 2 основных процесса трансформации органического вещества: 1) до конечных продуктов – углекислоты и минеральных элементов – минерализация; 2) до образования стабильных гумусовых веществ – гумификация. Эти два процесса тесно связаны друг с другом и могут чередоваться в зависимости от изменения внешних условий: аэрации, увлажнения, температуры, биологической активности почвы и т.д. [3, 4].

Минерализация способствует переходу в доступное состояние закрепленных в органическом

веществе элементов питания – в первую очередь азота, фосфора, серы.

За счет пожнивно-корневых остатков и соломы в почву поступает 4-4,5 т/га органического вещества, компенсирующего годовую потерю гумуса при внедрении интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур [5].

Внесенная в почву солома существенно влияет на улучшение азотного режима почв. Углеродороды, входящие в состав соломы, используются в метаболизме бактерий, способных фиксировать атмосферный азот [6].

При этом установлено, что в первый год внесения солома не всегда обеспечивает повышение плодородия, а иногда даже приводит к снижению урожайности, когда не компенсируется внесение азотных удобрений [7, 8].

Целью работы явилось изучение динамики накопления минеральных форм азота в почве при внесении возрастающих доз соломы – 2, 3 и 4 т/га в чистом виде и обработанной биопрепаратами «Биокomпозит коррект» в дозах 1 и 2 л/га, «Эффект Био» – 1,5 и 2,5 л/га и KAC-32.

Объекты и методы исследования

Модельный опыт был заложен в условиях умеренно-засушливой и колочной степи Алтайского края на черноземе выщелоченном среднесуглинистом, среднегумусном, среднесуглинистом с со-

держанием гумуса, нейтральной реакцией среды $pH_c - 5,8$, низкой обеспеченностью нитратным азотом – 4,6 мг/кг, высокой подвижным фосфором – 321 мг/кг и обменным калием – 172 мг/кг.

Площадь опытной делянки 1 м². Солома вносились на данную площадь, а затем заделывалась лопатой в чистом виде или после обработки биопрепаратами «Биокомпозит коррект» в дозах 1 и 2 л/га, «Эффект Био» – 1,5 и 2,5 л/га, КАС-32 – 30 л/га.

Исследования проводили в течение 2 лет. В оба года высевался сорт яровой пшеницы Алтайская 75 нормой посева 200 кг/га, лабораторная всхожесть 92,5%.

Содержание минеральных форм азота N-NO₃ определяли методом Грандваль-Ляжу и N-NH₄ по Коневу. Первый срок наблюдения через 1,5 месяца после заделки соломы, второй после уборки урожая – сентябрь 2018 г., в 2019 г. – перед посевом яровой пшеницы – в мае и в августе после уборки урожая.

Обсуждение результатов

Годы исследований характеризовались разным количеством осадков и среднесуточными температурами. В 2018 г. более увлажненной и

прохладной была первая половина вегетации, в 2019 г. вегетационный период характеризовался более высокими температурами и несколько меньшим количеством осадков почти по всей вегетации. Более благоприятными были гидротермические условия в 2018 г.

В таблице представлено количество минеральных форм азота по срокам наблюдений по вариантам внесения одной соломы в разных дозах и обработанной КАС-32 и биопрепаратами.

Общее содержание подвижных форм азота на варианте с 2 т/га соломы варьировало в пределах 16,4-48,7 мг/кг и наибольшим оно было весной 2019 г. – 48,7 мг/кг. На вариантах с 3 и 4 т/га соломы – в пределах 15,3-37,7 и 11,5-42,1 мг/кг соответственно. Наибольшее содержание отмечалось в июле 2018 г. – 37,7 на 3 т/га, 42,1 мг/кг – на варианте с 4 т/га соломы.

Общее количество азота и в 2018 и 2019 гг. закономерно снижалось от посева до уборки, что связано с потреблением растениями.

Через 1,5 месяца после внесения соломы (июль 2018 г.) содержание нитратного азота изменялось от 7,3 до 12,1 мг/кг при наибольшем количестве по фону 3 т/га соломы. К уборке в основном происходило его снижение.

Таблица

Содержание N-NO₃ и N-NH₄ в почве по вариантам внесения одной соломы в разных дозах и обработанной КАС-32 и биопрепаратами, мг/кг

Варианты	2 т/га			3 т/га			4 т/га		
	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃ + N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃ + N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃ + N-NH ₄
Июль 2018									
Солома	7,3	19,9	27,2	12,1	25,6	37,7	9,2	22,9	42,1
Солома + КАС-32	8,9	35,9	44,8	4,0	10,0	14,0	3,1	18,4	21,5
Солома + биопрепараты	6,6	29,0	35,6	8,0	27,2	35,2	11,6	34,8	46,4
Сентябрь 2018									
Солома	9,2	13,9	23,1	8,7	16,6	15,3	7,4	9,7	17,4
Солома + КАС32	16,5	11,2	27,7	7,7	9,8	17,5	7,0	9,4	16,4
Солома + биопрепараты	9,2	9,9	19,1	10,0	9,4	19,4	9,9	8,5	18,4
Май 2019									
Солома	25,7	23,0	48,7	11,2	19,0	30,2	19,6	15,0	34,6
Солома + КАС-32	12,8	27,0	39,8	40,4	16,0	56,4	25,7	22,0	47,7
Солома + биопрепараты	28,3	23,8	52,3	30,2	22,7	52,9	34,0	23,5	57,5
Август 2019									
Солома	8,3	8,1	16,4	7,9	12,5	20,4	2,8	8,7	11,5
Солома + КАС-32	6,0	14,6	20,6	7,7	11,9	19,6	7,7	8,9	16,6
Солома + биопрепараты	9,9	9,5	19,3	5,5	12,3	17,8	2,8	11,0	13,7

Аммонийный азот почти в 2 раза превышал содержание нитратного азота и варьировал в пределах 19,9-25,6 мг/кг, с наибольшим количеством также по фону 3 т/га соломы.

В 2019 г. в период посева самое высокое содержание N-NO₃ и N-NH₄ было характерно для фона 2 т/га соломы, где оно составляло 25,7 и 23,0 мг/кг соответственно, снижаясь к уборке.

Одна солома в дозах 3 и 4 т/га соломы существенно повышала уровень азота уже через 1,5 месяца после заделки. К уборке 2018 и 2019 гг. по фону 2 т/га соломы их было больше, чем по дозам 3 и 4 т/га.

При обработке соломы перед заделкой удобрением КАС-32 в дозе 30 л/га характер изменения количества минерального азота в почве был аналогичен вариантам внесения одной соломы. В большинстве случаев обменный аммоний преобладал над нитратным, так же как и при внесении одной соломы (табл.).

По фону соломы 2 т/га сумма минеральных форм азота, кроме мая 2019 г. была выше, чем по фонам 3 и 4 т/га. При внесении 3 и 4 т/га соломы в этот срок (май 2019 г.) данный показатель превосходит его значение по фону 2 т/га, а содержание нитратного азота преобладало над аммонийным.

В оба года исследований к периоду уборки яровой пшеницы по всем фонам соломы уменьшились обе формы азота с превышением N-NH₄ над N-NO₃, что обусловлено, прежде всего, большим потреблением нитратного азота растениями. Более значительное снижение по фонам 3 и 4 т/га соломы связано также с формированием большей урожайности.

О действии соломы, как удобрения, можно судить по данным содержания изучаемых форм азота весной 2019 г., в период посева яровой пшеницы. Так, при внесении 2 т/га соломы сумма минерального азота составляла 48,7 мг/кг, по 3 т/га – 30,2 и по 4 т/га – 34,6 мг/кг, а при обработке соломы КАС-32 – соответственно, 39,8; 56,4 и 47,7 мг/кг (табл.). Доля нитратного азота по одной соломе была равна 25,7; 11,2 и 19,6 мг/кг, а при использовании КАС-32 – 12,8; 40,4 и 25,7 мг/кг или отмечается его положительное влияние на процесс нитрификации по фонам 3 и 4 т/га соломы и улучшение азотного питания для яровой пшеницы. Уровень содержания N-NO₃ оценивался как высокий.

Так как солома является источником болезней, при ее оставлении на поле, почва заражается

возбудителями болезней, прежде всего, зерновых культур [2].

Производству предлагаются препараты биологического происхождения, содержащие ассоциации микроорганизмов, вызывающих гибель возбудителей болезней, таких, как корневые и септориозные гнили [9].

В опыте использовали для обработки соломы биопрепараты «Биокомпозит коррект» в дозах 1 и 2 л/га, «Эффект Био» – 1,5 и 2,5 л/га.

Отмечалось значительное варьирование как по содержанию подвижного азота по препаратам, так и по периодам наблюдений. Наибольшее колебание обеих форм азота характерно в оба года исследований для лета 2018 г. и для 2-го года действия – перед посевом. К уборке это варьирование было менее значительным, что обусловлено, прежде всего, потреблением азота растениями. В таблице приведено среднее содержание нитратного и аммонийного азота и их сумма по вариантам соломы, обработанной биопрепаратами, и срокам исследований.

Сравнивая средние значения количества N-NO₃ и N-NH₄, а также их сумму, можно отметить, что по фону 2 т/га в 1-й год действия соломы под влиянием биопрепаратов отмечается более низкое количество обеих форм азота с их суммы по сравнению с действием соломы, обработанной КАС-32, а на второй год происходит заметное повышение нитратного азота и снижение аммонийной формы. При этом сумма минерального азота по вариантам с биопрепаратами значительно повышается к периоду посева, оставаясь практически на одном уровне с осенью 2018 г.: 19,3 против 20,6 мг/кг.

По дозам соломы 3 и 4 т/га изменения были несколько иного плана. В первый год действия соломы, обработанной биопрепаратами, повышалось содержание обеих форм азота по сравнению с использованием КАС-32. Особенно это было заметно через 1,5 месяца после заделки соломы, когда количество N-NO₃ и N-NH₄ увеличилось в 2 раза и более.

На 2-й год действия соломы по фону 3 т/га в оба срока уменьшилось содержание N-NO₃ и суммы минеральных форм, а по фону 4 т/га перед посевом в почве был самый высокий уровень обеспеченности всеми формами азота по сравнению не только с вариантами обработки соломы КАС-32, но и с фонами 2 и 3 т/га соломы. К уборке урожая в 2019 г. содержание нитратного азота и суммы N-NO₃ и N-NH₄ с увеличением дозы со-

ломы снижалось. В то время как по вариантам внесения соломы с КАС-32 уменьшалось количество N-NH₄ и суммы, а нитратного азота – повышалось.

Заключение

В результате приведенных исследований установлено, что наибольшее повышение обеспеченности растений минеральными формами азота в первый год при внесении 2 т/га соломы обеспечивается использованием КАС-32, а на фоне 4 т/га – ее обработкой биопрепаратами. На 2-й год действия соломы, обработанной КАС-32 и особенно биопрепаратами, на всех дозах ее внесения обеспечивается большее накопление минеральных форм азота, особенно N-NO₃. Более высокий уровень содержания изучаемых форм азота сохраняется до конца 2-го года действия всех доз соломы. Ее обработка биопрепаратами может исключать применение азотных удобрений.

Библиографический список

1. Прянишников Д.Н. Популярная агрохимия / предисл. д-ра с.-х. наук А.В. Петербургского; Академия наук СССР. – М.: Наука, 1965. – 397 с.
2. Шкарда М. Производство и применение органических удобрений. – М.: Агропромиздат, 1985. – 363 с.
3. Наими О.И. Влияние гуминовых препаратов на процессы гумусообразования при разложении соломы в почве // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 8. – С. 58-60.
4. Abro S., Tian X., You D., Ba Y., Li M., Wu F. (2001). Influence of microbial inoculants on soil response to properties with and without straw under different temperature regimes. *African Journal of Microbiology Research*. Vol. 4 (19): 3054-3061.
5. Новиков А.А., Кисаров О.П. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 78(04).
6. Мишустин Е.Н. Использование соломы в качестве органического удобрения // Агрохимия. – 1971. – № 8. – С. 49-54.
7. Антонова О.И., Бондаренко Н.А. Влияние КАС-32 на разложение различных доз соломы и на повреждение яровой пшеницы корневыми гнилями // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. матер. XIV Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 кн. (7-8 февраля 2019 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – Кн. 1. – С. 153-155.

8. Бондаренко Н.А. Действие биопрепаратов на разложение соломы и содержание питательных веществ в почве // От биопродуктов к биоэкономике: матер. II межрегион. науч.-практ. конф. (с междунар. участием / под ред. А.Н. Лукьянова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. – С. 15-18.

9. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

References

1. Pryanishnikov D.N. *Populyarnaya agrokhimiya* / D.N. Pryanishnikov; predisl. d-ra s.-kh. nauk A.V. Peterburgskogo; Akademiya nauk SSSR. – M.: Nauka, 1965. – 397 s.
2. Shkarda M. *Proizvodstvo i primeneniye organicheskikh udobreniy*. – M.: Agropromizdat, 1985. – 363 s.
3. Naimi O.I. Vliyanie guminovykh preparatov na protsessy gumusobrazovaniya pri razlozhenii solomy v pochve // *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. – 2018. – No. 8. – S. 58-60.
4. Abro S., Tian X., You D., Ba Y., Li M., Wu F. (2001). Influence of microbial inoculants on soil response to properties with and without straw under different temperature regimes. *African Journal of Microbiology Research*. Vol. 4 (19): 3054-3061.
5. Novikov A.A., Kisarov O.P. Obosnovanie roli kornevykh i pozhnivnykh ostatkov v agrotsenozakh // *Nauchnyy zhurnal KubGAU*. – 2012. – No. 78 (04).
6. Mishustin E.N. Ispolzovanie solomy v kachestve organicheskogo udobreniya // *Agrokhimiya*. – 1971. – No. 8. – S. 49-54
7. Antonova O.I., Bondarenko N.A. Vliyanie KAS-32 na razlozhenie razlichnykh doz solomy i na povrezhdeniye yarovoy pshenitsy kornevymi gnilyami // *Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XIV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (7-8 fevralya 2019 g.)*. – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2019. – Kn. 1. – S. 153-155.
8. Bondarenko N.A. Deystvie biopreparatov na razlozheniye solomy i sodержание pitatelnykh veshchestv v pochve // *Ot bioproduktov k bioekonomike: materialy II mezhregionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem / pod red. A.N. Lukyanova*. – Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2018. – S. 15-18.
9. Zavalin A.A. *Biopreparaty, udobreniya i urozhay*. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.

