

**СВОБОДНЫЕ И СВЯЗАННЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ В ПОЧВАХ
ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ И ИХ РОЛЬ****Муртазина С.Г., Гаффарова Л.Г., Муртазин М.Г., Ахрарова А.С.**

Реферат. В статье приводятся результаты изучения аминокислотного состава в преобладающих почвах региона (РТ): дерново-подзолистая, серая лесная, коричнево-серая, чернозем выщелоченный. Идентифицированы свободные и связанные аминокислоты, приведены количественные их показатели. Изучение качественного состава свободных аминокислот в почвах региона показало, что по качественному составу аминокислот они близки, но отличаются между собой количественным их содержанием. Суммарное содержание свободных аминокислот составляет 4-20 мг/кг и возрастает в ряду почв: дерново-среднеподзолистая, коричнево-серая, серая лесная и чернозем выщелоченный. При этом имеются существенные различия в содержании отдельных групп свободных аминокислот: во всех почвах большая часть свободных аминокислот представлена нейтральными и основными аминокислотами (65-80%), значительно меньшая – дикарбоновыми (11-29%) и циклическими (5-11%). Легко- и трудногидролизуемые фракции органического азота являются ближайшими резервами доступного для растений азота. Идентификация аминокислотного состава этих фракций азота показала, что качественный состав связанных аминокислот почти такой же как и свободных. В изученных почвах 19-31% азота легкогидролизуемой и 33-60% азота трудногидролизуемой фракций представлены аминокислотным азотом. При этом 40-54% от суммы азота аминокислот приходится на долю нейтральных, а 14-28% – на долю основных аминокислот. Их содержание закономерно увеличивается от дерново-подзолистой к серой почве и к чернозему как в составе легкогидролизуемой, так и трудногидролизуемой фракций, что свидетельствует об улучшении качества азота в этом направлении.

Ключевые слова: свободные аминокислоты, связанные аминокислоты, аминокислотный состав почв, легкогидролизуемый азот, трудногидролизуемый азот, микроэлементы, хелатные микроудобрения, яровая пшеница.

Введение. Среднее Поволжье (Республика Татарстан) является крупным земледельческим регионом России. В настоящее время наблюдается ухудшение гумусного состояния агрогенных почв региона, снижение их энергетического потенциала [1,2], что отражается также и на их азотном фонде [16]. В этих условиях оптимизация азотного режима растений в агроценозах связано с детальной характеристикой азотного фонда каждого типа почв, качественной, количественной идентификацией и оценкой в них доступных для растений форм азота и их резервов, с одной стороны, с разработкой и применением новых удобрений, отвечающих экологическим требованиям [16,4,5,6,7,8].

Аминокислоты играют большую роль в азотном обмене почвы и растений. Несмотря на очень незначительное содержание в почвах, свободные аминокислоты все больше стали привлекать внимание исследователей [7,8,9,10]. Повышенный интерес к качественному и количественному составу аминокислот объясняется тем, что они, будучи биологически активными веществами, играют существенную роль в круговороте азота в системе почва-растение. В процессах превращения азота свободные аминокислоты, являясь промежуточным продуктом, могут непосредственно усваиваться живым населением почвы, минерализоваться или связаться с гумусовыми веществами почвы, тем самым обогащая

ее органическим азотом, а также образовать в почве с металлами органические лиганды [9,1,8,7,11,13,12].

Условия, материалы и методы исследования. С целью детальной идентификации компонентного состава азотсодержащих соединений и количественной их оценки в почвах Республики Татарстан нами изучены состав и содержание свободных и связанных аминокислот на автоматическом аминокислотном анализаторе. Ввиду того, что почвенный покров республики довольно пестрый и представлен различными типами почв [1], то исследования проводились на преобладающих почвах: дерново-среднеподзолистой, коричнево-серой, серой лесной и черноземе выщелоченном.

Содержание свободных аминокислот изучали по методу Гильберта и Альтмана в модификации И.А. Асеевой, М.М. Умарова [10]. Для определения аминокислот брали 100 г воздушно-сухой почвы, очищенной от растительных остатков. В качестве экстрагента использовали 20%-ный раствор этанола. В полученных вытяжках определяли количественный и качественный состав аминокислот.

Идентификация связанных аминокислот проводилась в кислотных гидролизатах, полученных по Э.И. Шконде и И.Е. Королевой [4]. Эффективность аминокислоты глицина и микроудобрений (хелатов меди и цинка – в каче-

стве лиганды выступает аминокислота глицин) изучали в модельном опыте на яровой пшенице. Агрохимическая характеристика агросерой почвы, где проводились опыты, следующая: содержание гумуса составляет 3,5%, подвижных форм фосфора и калия соответственно 115 и 125 мг/кг, микроэлементов: меди – 3,8-4,2, молибдена – 0,20-0,22, цинка – 4,0-4,5; бора – 0,30-0,45 мг/кг почвы, то есть почва характеризуется средним содержанием подвижных форм макро- и микроэлементов. Реакция среды слабокислая.

Анализ и обсуждение результатов. Изучение содержания свободных аминокислот показало, что аминокислотный состав изученных почв однообразен (табл.1). Всего обнаружено и идентифицировано 15 свободных аминокислот, лишь в дерново-среднеподзолистой их 14 – отсутствует пролин. Как видно из приведенных данных, почвы региона отличаются между собой количественным содержанием свободных аминокислот. Суммарное содержание аминокислот возрастает в ряду почв: дерново-среднеподзолистая (4,21 мг/кг), коричнево-серая (10,11 мг/кг) и серая лесная (11,46 мг/кг), чернозем выщелоченный (19,96 мг/кг).

Типы почв отличаются друг от друга определенным соотношением названных групп свободных аминокислот. Так, в дерново-среднеподзолистой почве нейтральных аминокислот содержится 73%, дикарбоновых и циклических – по 11%, диаминокарбоновых – 5%. В отличие от нее серая лесная и коричнево-серая почвы характеризуются значительным содержанием дикарбоновых аминокислот, соответственно 23% и 29%, уменьшением доли нейтральных (65% и 64%) и циклических (5% и 6%). Имеет место резкое снижение со-

держания диаминокарбоновых кислот в коричнево-серой почве (1%). Чернозем выщелоченный отличается высоким суммарным содержанием свободных аминокислот, что превышает таковое в дерново-подзолистой почве более 4-х раз и в серой лесной почве почти в 2 раза. В черноземе выщелоченном нейтральные и основные аминокислоты являются также преобладающими.

Аминокислотный состав легко- и трудногидролизуемого органического азота, которые являются ближайшими резервами минерального, выделенных по Э.И. Шконде и И.Е. Королевой, в почвах региона не изучен. Результаты идентификации их аминокислотного состава показывают, что качественный состав связанных аминокислот почти такой же как и свободных, т.е. присутствуют те же самые аминокислоты (табл.2).

Примечательно, что в них 19-31% азота легкогидролизуемой и 33-60% азота трудногидролизуемой фракций представлены аминокислотным азотом. При этом 40-54% от суммы азота аминокислот приходится на долю нейтральных, а 14-28% – на долю основных аминокислот.

Нейтральные и основные аминокислоты являются наиболее доступными для микроорганизмов и растений [10,3], их содержание закономерно увеличивается от дерново-подзолистой к серой почве и к чернозему как в составе легкогидролизуемой, так и трудногидролизуемой фракций. С глубиной, как правило, количество нейтральных и основных аминокислот уменьшается, поскольку гумус становится более кислым.

Кислые аминокислоты (аспарагиновая, глутаминовая кислоты) составляют 18-31% от

Таблица 1 – Содержание свободных аминокислот в почвах, мг/кг

Аминокислоты	Почвы			
	Дерново-среднеподзолистая	Серая лесная	Коричнево-серая	Чернозем выщелоченный
Лизин	0,21	0,88	0,10	0,30
Гистидин	следы	следы	следы	следы
Аргинин	следы	следы	следы	следы
Аспарагиновая кислота	0,20	0,62	0,83	1,80
Треонин	0,32	0,57	0,89	1,45
Серин	0,21	0,68	0,45	1,92
Глутаминовая кислота	0,27	2,40	2,10	3,30
Пролин	не обн.	0,39	0,23	0,40
Глицин	0,57	0,62	0,59	1,10
Аланин	0,13	0,21	0,18	1,87
Валин	0,70	1,80	1,70	2,20
Изолейцин	0,26	0,88	0,95	1,20
Лейцин	0,92	1,70	1,60	3,50
Тирозин	0,24	0,27	0,19	0,32
Фенилаланин	0,22	0,44	0,30	0,50
Сумма	4,21	11,46	10,11	19,96

Таблица 2 – Содержание аминокислот гидролизуемых органических соединений в почвах, мг азота на кг почвы.

Аминокислоты	Легкогидролизуемые органические соединения			Трудногидролизуемые органические соединения		
	Почва			Почва		
	Дерново-подзолистая	Серая лесная	Чернозем выщелоченный	Дерново-подзолистая	Серая лесная	Чернозем выщелоченный
Нейтральные						
Аланин	3,4	7,2	6,4	20,2	15,8	25,0
Глицин	2,8	3,3	4,4	19,4	6,6	15,9
Серин	1,0	1,1	3,0	4,6	4,5	5,2
Треонин	2,2	2,7	3,1	14,8	6,8	6,4
Лейцин	2,9	2,8	1,5	3,5	14,0	21,2
Изолейцин	0,7	1,0	2,0	4,0	2,0	21,2
Цистеин	1,0	0,8	1,4	4,0	2,0	12,0
Основные						
Валин	2,6	3,8	4,5	10,0	6,9	17,5
Гистидин	1,0	2,0	1,3	4,3	4,5	4,6
Аргинин	1,0	1,2	2,8	5,8	4,6	6,9
Лизин	0,4	1,5	1,2	4,3	5,8	16,9
Кислые						
Аспарагиновая кислота	6,6	2,4	2,0	12,0	6,5	4,5
Глутаминовая кислота	4,2	7,5	6,8	12,2	6,8	4,8
Циклические						
Фенилаланин	2,5	1,4	2,6	9,1	2,6	13,1
Гирозин	2,3	2,0	1,1	4,6	1,5	12,3
Пролин	0,2	0,9	1,0	5,2	5,7	2,8
Сумма всех аминокислот	34,6	41,6	43,1	138,0	96,6	182,4

суммы азота аминокислот легкогидролизуемой и 11-18% – трудногидролизуемой фракции. Кислых аминокислот больше всего содержится в дерново-подзолистой почве. По профилю дерново-подзолистой и серой лесной почв также наблюдается увеличение их содержания.

Следовательно, гидролизуемые органические азотсодержащие соединения в большей мере представлены алифатическими аминокислотами, чем ароматическими и гетероциклическими. Количество азота циклических аминокислот составляет в них 7-14%, причем наибольшее содержание их как в относительных, так и абсолютных величинах приходится на дерново-подзолистую почву.

Определенный интерес представляет отношение содержания алифатических аминокислот к циклическим (ароматические+ гетероциклические). Оно также характеризует качественный состав азота аминокислот более доступных микроорганизмам [10,3]. В изученных почвах этот показатель колеблется от 6,3 до 13,3, наблюдается закономерное увеличение его в ряду почв: дерново-подзолистая, серая лесная, коричнево-серая, чернозем выщелоченный.

Результаты исследований показали, что в модельном опыте при внесении в почву неор-

ганических солей прибавка к фону (макроудобрения) составила 10,6%, а при применении хелатного микроудобрения – 25,5%, при этом применение состава для обработки семян оказалось и агрономически, и экономически наиболее эффективным, поскольку для обработки семян расходуется значительно меньшее количество хелатного удобрения.

Выводы. 1. Качественный состав свободных аминокислот в изученных почвах региона близок, они отличаются между собой количественным их содержанием.

2. В изученных почвах имеются существенные различия в содержании отдельных групп аминокислот: во всех почвах большая часть свободных аминокислот представлена нейтральными и основными аминокислотами (65-80%), значительно меньшая – дикарбоновыми (11-29%) и циклическими (5-11%), что свидетельствует о благоприятном их соотношении.

3. Результаты идентификации аминокислотного состава легко- и трудногидролизуемой фракций органического азота показывают, что качественный состав связанных аминокислот почти такой же как и свободных, т.е. присутствуют те же самые аминокислоты. В изученных почвах 19-31% азота легкогидролизуемой и 33-60% азота трудногидролизуе-

мой фракций представлены аминокислотным азотом. При этом 40-54% от суммы азота аминокислот приходится на долю нейтральных, а 14-28% – на долю основных аминокислот.

4. Нейтральные и основные аминокислоты являются наиболее доступными для микроор-

ганизмов и растений, их содержание закономерно увеличивается от дерново-подзолистой к серой почве и к чернозему как в составе легкогидролизуемой, так и трудногидролизуемой фракций.

Литература

1. Давлятшин И.Д. Справочник агрохимика /И.Д. Давлятшин, М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, Р.М. Миннулин, М.И. Маметов, А.В. Мустафин, Р.Р. Гайров, Р.Т. Хакимзянов // Казань: ООО «МедДок», 2013.- 300с.
2. Murtazina S.G. Assessment of environmental stability of agroserous soil according to indicator of energy potential of organic substances Murtazina S.G., Gaffarova L.G., Murtazin M.G./IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 3, Ecological Challenges of the 21st Century. Сер. "3rd International Conference Environment and Sustainable Development of Territories: Ecological Challenges of the 21st Century" 2018. С. 012120.
3. Шконде Э. И. О природе и подвижности почвенного азота / Э. И Шконде, И. Е. Королева / Агрохимия. – 1964. – № 10. – С. 17-35
4. Щербаков А. П. Азотсодержащие компоненты черноземов и серых лесных почв, их трансформация и роль в современном почвообразовании: Автореферат на соис.уч. ст. докт. наук: – М., 1978. – 40 с.
5. Bremner J. M. The amino-acid composition of the protein material in soil. // Biochem. J. – 1950. – № 47. – P. 538-542
6. Bremner J. M. Organic Forms of nitrogen.// In: Methods of soil analysis. Part 2. Am.Soc.Agron.Madison, Wis, 1965, p. 1324-1345
7. Зырин Н. Г. Аминокислотный состав гуминовых кислот и фульвокислот некоторых типов почв / Н. Г. Зырин, Д. С. Орлов, М. Ф. Овчинникова.// Агрохимия. – 1964. – № 4. – С. 108-120
8. Асеева И. В. Свободные аминокислоты в почве. / И. В. Асеева, М. М. Умаров // В кн.: Микроорганизмы в сельском хозяйстве. – М.: Изд-во МГУ, 1970. –С. 36-41.
9. Муртазина С. Г. Аминокислотный состав почв Республики Татарстан. // Агрохимический вестник. – 2007. – № 3. – С. 12-14
10. Умаров М. М. Свободные аминокислоты некоторых почв СССР / М. М. Умаров, И. В. Асеева // Почвоведение. – 1971. – № 10. – С. 108-112.
11. Sowden F. T. Note on the occurrence of amino-groups in soil organic matter. -Canad. J.Soil. Sci., 1957, vol. 2, p. 121-129.
12. Stevenson F.I. Distribution of the forms nitrogen in some soil profiles. - Soil Sci Soc. Amer. Proc., 1957, vol.21, №3. p. 283-287.
13. Stewart I., Leonard CD. Chelates as sources of iron for plant growing in the field.// Science.- 1952, V.I 16.- №8.-p. 117-120.
14. Гайсин И. А. Эффективность некорневой подкормки хелатным микроудобрением в сочетании с азотом в технологии возделывания яровой пшеницы на серых лесных почвах Республики Татарстан / И. А. Гайсин, С. Г. Муртазина, М. Г. Муртазин // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 2 – С. 5-8.

Сведения об авторах:

Муртазина Суфия Гадиятулловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail:gaffarovalylya@mail.ru

Гаффарова Лилия Габдулбаровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail:gaffarovalylya@mail.ru.

Муртазин Малик Газимзанович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail:gaffarovalylya@mail.ru

Ахрарова Анастасия Сергеевна – магистр кафедры агрохимии и почвоведения, akhrarova.anastasiya@mail.ru
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

FREE AND RELATED AMINO ACIDS IN THE SOILS OF FOREST-STEPPE OF VOLGA REGION AND ITS ROLE

Murtazin S.G., Gaffarova L.G., Murtazin M.G., Akhrarova A.S.

Abstract. The article presents the results of studying the amino acid composition in the prevailing soils of the region (RT): sod-podzolic, gray forest, brown-gray, leached chernozem. Free and related amino acids are identified, their quantitative indicators are given. A study of the qualitative composition of free amino acids in the soils of the region showed that they are close in the qualitative composition of amino acids, but differ in their quantitative content. The total content of free amino acids is 4-20 mg/kg and increases in the series of soils: sod-medium podzolic, brown-gray, gray forest and leached chernozem. Moreover, there are significant differences in the content of individual groups of free amino acids: in all soils, most of the free amino acids are represented by neutral and basic amino acids (65-80%), much smaller by dicarboxylic (11-29%) and cyclic (5-11%). Easily and hardly hydrolyzable fractions of organic nitrogen are the closest reserves of nitrogen available to plants. Identification of the amino acid composition of these nitrogen fractions showed that the qualitative composition of bound amino acids is almost the same as free. In the studied soils, 19-31% of nitrogen of easily hydrolyzable and 33-60% of nitrogen of hard hydrolyzable fractions are represented by amino acid nitrogen. At the same

time, 40-54% of the total amount of nitrogen of amino acids falls on the share of neutral, and 14-28% - on the share of basic amino acids. Their content naturally increases from sod-podzolic to gray soil and to chernozem, both in the composition of easily hydrolyzed and difficultly hydrolyzed fractions, which indicates an improvement in the quality of nitrogen in this direction.

Key words: free amino acids, bound amino acids, amino acid composition of soils, easily hydrolyzable nitrogen, hard-hydrolyzable nitrogen, microelements, chelated micronutrient fertilizers, spring wheat.

References

1. Davlyatshin I.D. *Spravochnik agrokhemika*. [Handbook of agrochemist]. / I.D. Davlyatshin, M.Yu. Gilyazov, A.A. Lukmanov, S.Sh. Nuriev, R.M. Minnullin, M.I. Mametov, A.V. Mustafin, R.R. Gayrov, R.T. Khakimzyanov // Kazan: OOO "MeDDok", 2013. – P. 300.
2. Murtazina S.G. Assessment of environmental stability of agroserous soil according to indicator of energy potential of organic substances Murtazina S.G., Gaffarova L.G., Murtazin M.G. В сборнике: IOF Conference Series: Earth and Environmental Science 3, Ecological Challenges of the 21st Century. Сер. "3rd International Conference Environment and Sustainable Development of Territories: Ecological Challenges of the 21st Century" 2018. С. 012120.
3. Shkonde E. I. About the nature and mobility of soil nitrogen. [O prirode i podvizhnosti pochvennogo azota]. / E.I. Shkonde, I. E. Koroleva / *Agrokhemiya. – Agrochemistry*. – 1964. – № 10. – P. 17-35
4. Scherbakov A.P. *Azotsoderzhaschie komponenty chernozemov i serykh lesnykh pochv, ikh transformatsiya i rol v sovremennom pochvoobrazovanii. Avtoreferat dokt. dissertatsii*. (Nitrogen-containing components of chernozems and gray forest soils, its transformation and role in modern soil formation. Abstract of the doctoral dissertations). // – М., 1978. – P. 40.
5. Bremner J. M. The amino-acid composition of the protein material in soil. // *Biochem. J.* – 1950. – № 47. – P. 538-542
6. Bremner J. M. Organic Forms of nitrogen.// In: *Methods of soil analysis. Part 2. Am.Soc.Agron.Madison, Wis, 1965, P. 1324-1345*
7. Zyryin N. G. Amino acid composition of humic acids and fulvic acids of certain soil types. [Aminokislotty sostav guminovykh kislot i fulvokislot nekotorykh tipov pochv]. / N.G. Zyryin, D.S. Orlov, M.F. Ovchinnikova // *Agrokhemiya. – Agricultural chemistry*. – 1964. – № 4. – P. 108-120
8. Aseeva I.V. *Svobodnye aminokisloty v pochve*. / I.V. Aseeva, M.M. Umarov // В кн.: *Микроорганизмы в сельском хозяйстве*. [Free amino acids in the soil. // In the book: Microorganisms in agriculture]. / I.V. Aseeva, M.M. Umarov. – М.: Izd-vo MGU, 1970. – P. 36-41.
9. Murtazina S.G. Amino acid composition of soils of the Republic of Tatarstan. [Aminokislotty sostav pochv Respubliki Tatarstan]. // *Agrokhimicheskiy vestnik. – Agrochemical Herald*. – 2007. – № 3. – P. 12-14
10. Umarov M.M. Free amino acids of some soils of the USSR. [Svobodnye aminokisloty nekotorykh pochv SSSR]. / M. M. Umarov, I. V. Aseeva // *Pochvovedenie. – Soil science*. – 1971. – № 10. – P. 108-112.
11. Sowden F. T. Note on the occurrence of amino-groups in soil organic matter. -*Canad. J. Soil. Sci.*, 1957, vol. 2, P. 121-129
12. Stevenson F.I. Distribution of the forms nitrogen in some soil profiles. - *Soil Sci Soc. Amer. Proc.*, 1957, vol.21, №3. P. 283-287
13. Stewart I., Leonard CD. Chelates as sources of iron for plant growing in the field.// *Science*.- 1952, V.I 16.-№8.-P. 117-120.
14. Gaysin I. A. The effectiveness of foliar feeding with chelated micronutrient in combination with nitrogen in the technology of cultivating spring wheat on the gray forest soils of the Republic of Tatarstan. [Effektivnost nekornevoy podkormki khelatnym mikroudobreniem v sochetanii s azotom v tekhnologii vozdelvaniya yarovoy pshenitsy na serykh lesnykh pochvakh Respubliki Tatarstan]. / I. A. Gaysin, S. G. Murtazina, M. G. Murtazin // *Zernovoe khozyaystvo Rossii. – Russian Grain Farm*. – 2014. – № 2 – P. 5-8.

Authors:

Murtazina Sufia Gadiyatullova – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: gaffarovalylya@mail.ru
Gaffarova Liliya Gabdulbarovna - Ph.D. of Biological Sciences, Associate Professor of Agrochemistry and Soil Science Department, e-mail: gaffarovalylya@mail.ru.

Murtazin Malik Gazimzanovich - Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: gaffarovalylya@mail.ru
Akhrarova Anastasia Sergeevna - Master of Agrochemistry and Soil Science Department, akhrarova.anastasiya@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.