



УДК 631.416

О.А. Симонова, Е.В. Товстик
O.A. Simonova, Ye.V. Tovstik

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВЕ СТАЦИОНАРНОГО ОПЫТА

CONTENT DYNAMICS OF MOBILE IRON COMPOUNDS IN THE SOIL OF PERMANENT EXPERIMENTAL PLOT

Ключевые слова: почва, железо, подвижные соединения, удобрения, динамика, пахотный слой, кислотность, элементы, тяжелые металлы, вегетационный период.

Изложены результаты исследования влияния разных доз минеральных удобрений (NPK) на содержание подвижных соединений железа в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы на территории Кировской области. Выбор данного элемента в качестве объекта исследования связан с тем, что он относится к группе тяжелых металлов и в повышенных концентрациях оказывает негативное влияние на живые организмы. На количество подвижных соединений железа в почве могут оказывать как непосредственное, так и косвенное влияние минеральные удобрения. Приведены данные по динамике содержания подвижных соединений железа в почве в течение вегетационного периода. Пробы почв для исследования отбирали по вариантам внесения удобрений (NPK): 30, 60, 90, 120 и 150 кг/га действующего вещества. За контроль принимали почву без внесения удобрений. В результате проведенных исследований установлено, что содержание подвижных соединений железа в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы, образцы которой были отобраны в 2016 г., варьировало от 12,18 до 121,33 мг/кг; а в 2017 г. – от 16,45 до 54,53 мг/кг. В результате проведенного статистического анализа полученных данных за 2016 г. было выявлено, что внесение удобрений не оказывает значимого влияния на содержание подвижных соединений железа в почве. Тогда как в 2017 г. во все даты отбора в варианте опыта NPK 30 фиксировали повышение их количества относительно контрольного варианта. В целом в течение вегетационного периода фиксировали изменение содержания соединений железа в почвах. При этом динамика содержания отличается в зависимости от года пробоотбора проб почвы, что, по нашему мнению, связано с гидротермиче-

скими условиями. В 2016 г. доля влияния срока отбора составила 94,41%, в 2017 г. – 30,08%.

Keywords: soil, iron, mobile compounds, fertilizers, dynamics, arable layer, acidity, elements, heavy metals, growing season.

This paper discusses the research findings on the influence of different rates of mineral fertilizers (NPK) on the content of mobile iron compounds in the arable horizon of sod-podzolic soil located in the Kirov Region. This element has been chosen as a research target because it belongs to the group of heavy metals and in elevated concentrations it exerts a negative effect on living organisms. Mineral fertilizers may affect the amount of mobile compounds of the element under study in the soil directly or indirectly. The paper presents the data on the content dynamics of mobile iron compounds in the soil during the growing season. Soil samples for the study were selected according to fertilizer application (NPK): 30, 60, 90, 120 and 150 kg (active ingredient) per ha. The soil without fertilizer was taken for the control. It was found that the content of mobile iron compounds in the arable horizon of sod-podzolic soil, the samples of which were taken in 2016, ranged from 12.18 to 121.33 mg kg; and in 2017 – from 16.45 to 54.53 mg kg. The statistical analysis of the data obtained for 2016 revealed that fertilizer application did not have a significant effect on the content of mobile iron compounds in the soil. Whereas in 2017 on all the dates of sampling, increased amount of mobile iron compounds as compared to the control variant in the variant of the experiment NPK 30 was found. In general, the changes in the content of iron compounds in soils were recorded during the growing season. The dynamics differed depending on the year of soil sampling, which, in our opinion, was associated with the hydrothermal conditions. In 2016, the percentage of the influence of the sampling period made 94.41%, and in 2017 – 30.08%.

Симонова Ольга Александровна, к.с.-х.н., н.с., ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого»; магистрант, Вятский государственный университет, г. Киров. Тел.: (8332) 67-43-34. E-mail: edaphic@mail.ru.

Товстик Евгения Владимировна, к.б.н., с.н.с., доцент, Вятский государственный университет, г. Киров. Тел.: (8332) 208-519. E-mail: tovstik2006@inbox.ru.

Simonova Olga Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Staff Scientist, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitskiy; master's degree student, Vyatka State University, Kirov. Ph.: (8332) 67-43-34. E-mail: edaphic@mail.ru.

Tovstik Yevgeniya Vladimirovna, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Assoc. Prof., Vyatka State University, Kirov. Ph.: (8332) 208-519. E-mail: tovstik2006@inbox.ru.

Введение

Известно, что тяжелые металлы способны оказывать токсическое влияние на живые организмы в случае их избытка [1]. В то же время в небольших концентрациях многие из них (Zn, Cu, Mn, Fe и Co) являются жизненно необходимыми [2, 3]. Так, роль железа в живых организмах сводится к его участию в окислительно-восстановительных процессах, происходящих в клетках, поэтому его избыток в почве может оказывать отрицательное действие на рост и развитие растений [1, 4]. При этом наибольшее токсическое действие данного элемента отмечают в кислых почвах. На содержание и поведение железа в почве могут влиять минеральные удобрения. Воздействуя на химический состав почв, они способны как повышать, так и понижать содержание подвижных форм тяжелых металлов, в том числе железа [5].

Целью работы является оценка влияния разных доз минеральных удобрений на содержание подвижных соединений железа в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы в течение вегетационного периода.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в 2016 и 2017 гг. в ФАНЦ Северо-Востока г. Кирова в условиях стационарного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, сформированной на элювии пермских глин. Отбор почвенных проб осуществлялся из пахотного слоя (0-20 см) в течение вегетационного периода. Доза вносимых минеральных удобрений (NPK) составила 30, 60, 90, 120 и 150 кг/га действующего вещества соответственно. В контрольном варианте удобрения не вносились. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, суперфосфат двойной гранулированный и хлористый калий.

Содержание подвижных соединений железа определяли в ацетатно-аммонийном буферном растворе с pH 4,8 методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Статистическая обработка полученных результатов проводилась

методом дисперсионного анализа с использованием пакета программ *Microsoft Excel 2003* и *AGROS 2.07*. Достоверность различий содержания железа между вариантами опыта оценивалась с использованием критерия Дункана.

Результаты и обсуждение

По результатам наших исследований содержание подвижных соединений железа в исследуемых пробах почвы, отобранных в 2016 г., варьировало от 12,18 до 121,33 мг/кг (табл. 1).

Максимум содержания подвижных форм железа в почве отмечали в конце апреля и в конце июня. Увеличение содержания подвижных соединений железа в этот период могло быть связано с ускорением трансформации органического вещества почвы, в связи с увеличением температуры в конце весны – начале лета при достаточной увлажненности почвы после весеннего снеготаяния [6]. Кроме того, в весенний период в почве начинают преобладать восстановительные процессы в результате таяния снега и увеличения ее влажности.

В отличие от 2016 г., в 2017 г. содержание подвижных соединений железа в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы варьировало в более узких пределах (от 16,45 до 54,53 мг/кг) (табл. 2).

В 2017 г. количество подвижных соединений исследуемого элемента увеличилось по сравнению с контролем только в варианте NPK 30 (табл. 2). Элементы, в том числе входящие в состав удобрений оказывают влияние на содержание и подвижность других элементов. Известно, что токсичность железа в почве может проявляться при слабой обеспеченности фосфором [7]. Максимум содержания подвижных соединений элемента по срокам пробоотбора отмечали в начале июля. Исключение составили контроль и вариант опыта с дозой вносимого минерального удобрения 60 мг/кг. Для данных проб фиксировали максимальные значения содержания исследуемых соединений металла в почвах в начале августа.

Таблица 1

Содержание подвижных соединений железа в почве в 2016 г., мг/кг

Вариант	Дата отбора				
	30 апреля	01 июня	24 июня	20 июля	18 августа
Контроль	72,35± 5,33	13,20± 1,12	65,47± 5,43	13,11± 1,19	14,12± 0,70
NPK 30 кг/га	99,92± 6,70	16,92± 1,23	88,58± 5,01	14,00± 1,62	18,94± 1,08
NPK 60 кг/га	121,33± 4,89	14,98± 0,89	88,04± 8,32	12,18± 0,69	19,03± 0,98
NPK 90 кг/га	106,63± 3,23	16,44± 0,84	91,93± 4,32	14,16± 0,84	18,58± 0,63
NPK 120 кг/га	87,82± 2,95	14,14± 0,92	88,60± 5,28	17,14± 1,69	20,87± 2,39
NPK 150 кг/га	85,75± 5,16	17,55± 1,76	96,53± 1,32	17,01± 1,11	21,37± 1,75

Таблица 2

Содержание подвижных соединений железа в почве в 2017 г., мг/кг

Вариант	Дата отбора					
	30 мая	16 июня	04 июля	19 июля	08 августа	31 августа
Контроль	6,45±2,00	20,02±2,94	21,77±3,67	22,42±1,48	23,01±0,38	22,73±0,23
NPK 30	27,44±2,31	26,45±2,13	52,98±6,03	32,02±1,55	33,62±1,06	35,59±1,95
NPK 60	20,80±2,07	23,87±2,04	27,36±1,46	29,99±0,74	31,86±1,97	28,88±1,04
NPK 90	22,34±1,40	27,08±2,10	36,10±3,32	33,30±1,63	32,91±2,13	26,48±1,17
NPK 120	22,46±2,65	24,02±2,71	54,53±10,79	24,99±0,97	29,77±2,19	26,68±1,11
NPK 150	26,69±4,59	27,59±2,10	35,86±4,45	30,66±0,90	31,55±2,56	32,81±0,83

Железо как элемент с переменной валентностью способно переходить из одной формы в другую при смене окислительно-восстановительных условий, которые зависят от влажности почвы. В 2017 г. она была высокой во все периоды (с мая по август).

Оптимальные значения содержания легкоподвижных соединений железа в дерново-подзолистых почвах составляют 1,3-7,0 мг/кг для разных культур [7]. Таким образом, по результатам наших исследований, установленное содержание железа в почве следует считать выше оптимального значения и может быть токсичным для растений.

В результате проведенного статистического анализа было выявлено, что в 2016 г. на содержание подвижных соединений железа в почве внесение минеральных удобрений, в т.ч. в максимальной исследуемой в опыте дозе (150 кг/га), не оказывает значимого воздействия. Доля влияния срока отбора составила 94,41%. В 2017 г. отмечали влияние обоих факторов: дозы минеральных удобрений и срока отбора. Их доля составила 5,77 и 30,08% соответственно.

Заключение

Таким образом, в результате исследования влияния минеральных удобрений на содержание подвижных соединений железа в почве установ-

лено, что в 2016 г. оно варьировало в более широких пределах, чем в 2017 г., изменяясь от 12,18 до 121,33 мг/кг. Выявлена динамика исследуемых соединений железа в почве, характер которой отличается в зависимости от года исследований. Соотнесение полученных данных с данными по содержанию подвижных форм железа в почве позволило заключить, что установленное нами содержание железа в почве выше оптимального значения. Кроме того, в 2016 г. влияние оказал только один фактор – срок отбора, доля которого составила 94,41%, а в 2017 г. – срок отбора и доза вносимых минеральных удобрений, доля которых составила 30,08 и 5,77% и соответственно.

Библиографический список

- Villiers F., Ducruix C., Hugouvieux V., et al. (2011). Investigating the plant response to cadmium exposure by proteomic and metabolomic approaches. *Proteomics*. Vol. 11 (9): 1650-1663.
- Nagajyoti P.C., Lee K.D., Sreekanth T.V.M. (2010). Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. *Environ. Chem. Lett.* Vol. 8 (3): 199-216.
- Motuzova G.V., Minkina T.M., Karpova E.A., Barsova N.U., Mandzhieva S.S. (2014). Soil contamination with heavy metals as a potential and real risk to the environment. *Journal of Geochemical Exploration*. Vol. 144: 241-246.

4. Prasad M.N.V. Plant-mineral nutrition: macro- and micro nutrients, uptake, functions, deficiency and toxicity symptoms. Department of Plant Sciences, School of Life Sciences, University of Hyderabad. 2011. – 31 p.

5. Максимова Ю.Г. Кислотно-основная буферность подзолистых почв и ее изменение под влиянием обработок реактивами Мера-Джексона и Тамма // Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования: матер. докл. VI съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. – Кн. 2. – С. 108-109.

6. Кречетов П.П., Черницова О.В. Эколого-географический анализ температурного режима почв Восточно-Европейской равнины и Предкавказья. – М.: Пеликан, 2007. – 80 с.

7. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Известкование почв (результаты 50-летних полевых опытов). – СПб.: ГНУ ЛНИИСХ Россельхозакадемии, 2010. – 254 с.

References

1. Villiers F., Ducruix C., Hugouvieux V., et al. (2011). Investigating the plant response to cadmium exposure by proteomic and metabolomic approaches. *Proteomics*. Vol. 11 (9): 1650-1663.

2. Nagajyoti P.C., Lee K.D., Sreekanth T.V.M. (2010). Heavy metals, occurrence and toxicity for

plants: a review. *Environ. Chem. Lett.* Vol. 8 (3): 199-216.

3. Motuzova G.V., Minkina T.M., Karpova E.A., Barsova N.U., Mandzhieva S.S. (2014). Soil contamination with heavy metals as a potential and real risk to the environment. *Journal of Geochemical Exploration*. Vol. 144: 241-246.

4. Prasad M.N.V. Plant-mineral nutrition: macro- and micro nutrients, uptake, functions, deficiency and toxicity symptoms. Department of Plant Sciences, School of Life Sciences, University of Hyderabad. 2011. – 31 p.

5. Maksimova Yu.G. Kislотно-osnovnaya bufernost podzolistykh pochv i ee izmenenie pod vliyaniem obrabotok reaktivami Mera-Dzheksona i Tamma // Pochvy Rossii: sovremennoe sostoyanie, perspektivy izucheniya i ispolzovaniya. Mater. dokl. VI sezda obshchestva pochvovedov im. V.V. Dokuchaeva. – Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2012. – Кн. 2. – S. 108-109.

6. Krechetov P.P., Chernitsova O.V. Ekologo-geograficheskiy analiz temperaturnogo rezhima pochv Vostochno-Yevropeyskoy ravniny i Predkavkazya. – М.: Pelikan, 2007. – 80 s.

7. Nebolsin A.N., Nebolsina Z.P. Izvestkovanie pochv (rezultaty 50-letnikh polevykh opytov). – SPb.: GNU LNIISKh Rosselkhozakademii, 2010. – 254 s.



УДК 634.12:631-53

Л.А. Байрамов
L.A. Bayramov

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАННЕСПЕЛЫЕ СОРТА ГРУШИ НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ

PROMISING EARLY RIPENING VARIETIES OF PEAR GROWN IN THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

Ключевые слова: сорт, форма, агробиологические особенности, интродукция, зоны распространения, экспедиция, коллекция.

Представлены зоны распространения перспективных раннеспелых сортов и форм груши, возделываемых на территории Нахчыванской Автономной Республики, их названия, синонимы и помологические особенности. Приведены сведения о весе, форме и окраске плодов каждого сорта, урожайности с каждого дерева и 1 га. Отдельно указаны химический состав и оценки дегустации

плодов каждого сорта. Также отмечены сроки созревания и хранения плодов перспективных сортов и форм груши. Цена дегустации сортов Гырмызы шекери составляет 4,7 балла, срок хранения 20-25 дней. Дегустационная оценка плодов сорта Мелейи составляет 4,8 балла и 30-35 дней. Плоды этого сорта с привлекательным ароматом, хотя срок их хранения меньше. Вышеуказанные сорта рекомендуются фермерам и индивидуальным фермерским хозяйствам для возделывания на больших участках.