

УДК 581.5

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ КРУПЯНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

*Ахматов Д.А., кандидат биологических наук,
Троц В.Б., доктор с.-х. наук, профессор
АО «ВолгоНИИгипрозем», г. Самара, Россия*

Ключевые слова: *тяжелые металлы; гречиха; просо; чернозем; фитомасса.*

*В статье приводятся данные об особенностях накопления и характере локализации Cd, Pb, Zn, Cu, Co и Mn в растениях гречихи (*Polygonum esculentum Moench*) и просо (*Panicum miliaceum*) в различных почвенно-климатических условиях Самарского Заволжья.*

Введение. Для производства круп в агроландшафтах Самарского Заволжья культивируют гречиху обыкновенную и просо обыкновенное. Причем в северной лесостепной зоне предпочтение отдают гречихе, а в центральной и южной степной – просо. Учитывая, что крупа этих культур используется в детском и диетическом питании изучение особенностей экологически безопасного производства зерна этих растений имеет важное здоровье сберегающее значение [1]. По имеющимся литературным сведениям в условиях техногенного загрязнения территории крупяные культуры могут накапливать, в отличие от других растений, значительное количество тяжелых металлов (ТМ) и аккумулировать их в зерновой части урожая [2,3,4].

Цель исследований. Изучение особенностей накопления и характера локализации Cd, Pb, Zn, Cu, Co и Mn в растениях гречихи (*Polygonum esculentum Moench*) и просо (*Panicum miliaceum*) в различных почвенно-климатических условиях Самарского Заволжья.

Материалы и методика. Исследования проводились в 2009-2010 годах. Пробы растений отбирались в соответствии с общепринятыми рекомендациями [5] в северной лесостепной, центральной переходной и южной степной зонах, на стационарных опытных посевах. Почвы участков: чернозем выщелоченный – на севере; чернозем типичный – в центре и чернозем южный – на юге. Определение ТМ в фитомассе проводили пламенным и электротермическим вариантами атомно-абсорбционной спектроскопии с предварительной подготовкой проб методом

«сухой» минерализации в лаборатории агрохимической станции «Самарская».

Результаты исследований и их обсуждения. Экспериментами установлено, что гречиха в условиях центральной зоны на типичном черноземе может суммарно накапливать около 49,47 мг/кг изучаемых металлов. По уровню концентрации в фитомассе, они образуют следующий убывающий ряд: $Mn > Zn > Cu > Pb > Co > Cd$. При этом на долю Mn приходится 63,1% общего объема элементов, Zn – 30,4%, Cu – 5,1%, Pb – 0,8%, Co – 0,5% и Cd – 0,1%. Однако, не смотря на повышенную аккумуляцию Mn и Zn их концентрация не превышала ПДК и находилась в пределах 15,5% и 30,0% от контрольных индексов. Аналогичные закономерности прослеживались и по другим металлам, содержание Pb и Cu варьировало около 7,6% и 8,4%, а Cd и Co – 17,0 и 29,0% от ПДК. Концентрация Cd, Pb, Cu, Co и Mn не превышала и регионального фонового показателя. Но уровень накопления Zn оказался на 22,5% выше естественного значения.

Просо в отличие от гречихи имея мощную корневую систему с высоким градиентом сосущей силы аккумулировало в 1,8 раза больше – Cd, 2,0 – Pb, 1,8 – Zn, 3,7 – Cu, 2,2 – Co и в 1,1 раза Mn, при общем объеме накопления элементов – 73,28 мг/кг. Аналогично гречихе наибольшее количество просо абсорбирует Mn – 48,7% от общей массы, далее следует Zn – 36,3%, Cu – 12,9%, Pb – 1,0%, Co – 0,9 и Cd – 0,1%. В соответствии с этим металлы образуют следующий убывающий ряд: $Mn > Zn > Cu > Pb > Co > Cd$. Сравнение полученных результатов с индексами ПДК не выявило их превышения. Среднее количество Cd в фитомассе было не более 31,3% от ПДК, Pb – 15,8%, Zn – 53,2%, Cu – 31,6%, Co – 63,0%, а Mn – 17,8%. Уровень аккумуляции металлов за исключением Zn был ниже и фоновых значений. Просо, как и гречиха активно поглощало ионы Zn, накапливая их в 1,5 раза больше среднего фонового значения. С продвижением в степную зону на чернозем южный, объемы аккумуляции микроэлементов в фитомассе просо снижались в среднем на 21,0% - до 60,60 мг/кг. При этом концентрация Zn уменьшалась на 20,9%, Cu – на 35,3%, Co – 34,1%, Mn – 19,0%. По Cd и Pb наоборот, аналогично другим культурам отмечалась повышенная абсорбция этих элементов, соответственно на 15,0% и 12,6% до 0,108 и 0,97 мг/кг.

Однако и в этом случае объемы их аккумуляции как и других металлов не превышали индексов ПДК и находились по Cd, Zn, Cu и Co в пределах 23,3-47,0%, а по Pb и Mn не более 15,0-19,4% от ПДК. Выше фоновых

значений аккумулировался только Pb и Zn, соответственно на 22,8% и 27,0%. Содержание других элементов находилось в пределах нормы.

Уровень накопления (ТМ) в фитомассе гречихи северной зоны равнялся 68,73 мг/кг. Это в среднем на 39,0% больше, чем в растениях центральной зоны. Причем увеличение концентрации отмечалось по всем элементам и достигало у Cd – 33,4%, Pb – 34,3%, Zn – 45,0%, Cu – 60,3%, Co – 41,4% а Mn – 32,5%. По нашему мнению, повышенное поступление металлов в растения возделываемых на черноземе выщелоченном наряду с кислой реакцией почвы обусловлено еще и физиологическими особенностями гречихи, способной в отличие от других зерновых культур, с помощью корневых выделений переводить трудно растворимые минеральные соединения в подвижные.

Исследованиями установлено, что не смотря на увеличение уровня накопления (ТМ) в фитомассе, они не превышают контрольных значений и находятся ниже ПДК, Pb, Cu, Mn и Cd, соответственно на 89,8%, 86,4%, 79,4% и 77,4%, а Zn и Co на 56,4% и 59,0%. Не выявлено отклонений и от фоновых индексов. Поглощение всех металлов, за исключением Zn находилось в пределах характерных для агроцинозов гречихи северной зоны. Превышение фонового параметра по Zn достигало 77,6% - 21,80 мг/кг против 12,28 мг/кг по норме.

По объему аккумуляции в растениях металлы образуют убывающий ряд аналогичный гречихи центральной зоны: $Mn > Zn > Cu > Pb > Co > Cd$. При этом на долю Mn приходится 60,0% суммарной массы элементов, Zn – 31,7%, Cu – 5,9%, Pb – 0,7%, Co – 0,4% и Cd – 0,1%.

Характерным для просо и гречихи являлось то, что основная часть поступающих в растения элементов откладывалась в подземных тканях растений. Вторымместищем Cd, Pb, Co и Mn являлось надземная вегетативная масса. Репродуктивные органы аккумулировали в 1,9-9,6 раз меньше этих металлов, чем корни и в 1,3-3,5 раза, чем стебли и листья. Механизм накопления Zn и Cu отличался тем, что наряду с корневой системой значительная часть этих металлов в 1,1-1,6 раза больше, чем в стебли и листья, растения транспортировали в зону метелки и соцветий.

Присутствие Cu в генеративных частях растений объясняется ее биологическим участием в ассимиляционных процессах и синтезе высокомолекулярных соединений в период налива зерна. Повышенная концентрация Zn в крупяных культурах наряду с многими факторами очевидно обусловлено еще и особенностью минерального питания этих растений, наличием пленочных оболочек вокруг зерна, возмож-

ным участием в синтезе запасяющих веществ, а также его синергизмом с другими поступающими металлами.

Выводы. По результатам исследований можно сделать заключение, что в равных почвенно-климатических и экологических условиях просо аккумулирует в среднем на 84,0% больше (ТМ), чем гречиха. С продвижением просо в южную зону поступление Zn, Cu, Co и Mn в биомассу снижается в среднем на 21,0%, а Cd и Pb возрастает на 15,0% и 12,6%. Гречиха северной зоны поглощает на 39,0% больше металлотаксикантов, чем в центральной. Основная масса тяжелых элементов локализуется в корневой зоне растений и лишь наибольшее количество Cd, Pb, Co и Mn транспортируется в генеративные органы. Zn и Cu могут в значительных объемах присутствовать в зоне формирования зерна. Уровень накопления изучаемых металлов в крупных культурах Самарского Заволжья не превышает ПДК, а по Cd, Cu, Co, Mn и Pb в северной и центральной зонах и фоновых значений.

Библиографический список:

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях // Ю.В. Алексеев. – Л: Агропромиздат, - 1987.- 142 с.
2. Ахматов Д.А., Троц В.Б. Особенности накопления тяжёлых металлов зерновыми бобовыми культурами в агроландшафтах Самарского Заволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2016. - № 6. - С. 202-204.
3. Троц В.Б., Ахматов Д.А., Троц Н.М. Влияние минеральных удобрений на аккумуляцию тяжелых металлов в почве и фитомассе зерновых культур // Зерновое хозяйство России. - 2015.- №1 (37). -С. 45-49
4. Баранников В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции // В.Д. Баранников, Н.К. Кирилов. – М.: Колосс, 2008. – 352 с.
5. Методические указания по атомно-абсорбционным методам определения токсичных элементов в пищевых продуктах и пищевом сырье. Государственный комитет санэпиднадзора РФ. М., 1992. – 35 с.

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN CEREAL CROPS

Akhmatov D. A., Trots V. B.

Key words: *heavy metals; buckwheat; millet; black earth; phytomass.*

The article presents data on peculiarities of accumulation and the nature of the localization of CD, Pb, Zn, Cu, Co and Mn in plants of buckwheat (PoliYGONIUM Moeneh esculentum) and millet (Panicum miliaceum) in different soil and climatic conditions of the Samara TRANS-Volga region.