



ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ЧЕСНОКА ОЗИМОГО ПО УРОВНЮ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ФОНЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Пивоваров В.Ф. – директор ГНУ ВНИИССОК, академик РАН

Середин Т.М. – младший научный сотрудник, аспирант

Кривенков Л.В. – кандидат с.-х. наук, зав. сектором экологической селекции

Герасимова Л.И. – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник

ГНУ Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур

143080, Московская область, Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14,

e-mail: vniissok@mail.ru

*Приведены результаты оценки двух сортов и шести коллекционных образцов чеснока озимого (*Allium sativum* L.) по устойчивости к накоплению свинца, кадмия, меди и ртути в условиях Московской области. Также дана характеристика биохимического состава чеснока озимого.*

Ключевые слова: чеснок озимый, кадмий, луковица, биохимический состав, свинец, тяжёлые металлы

Введение

В последние годы всё большее внимание во всём мире уделяется проблеме качественного питания. Значительный вклад в решение этой проблемы приходится на долю растениеводства, в частности, овощеводства.

Биологическая ценность овощей состоит, главным образом, в том, что они служат богатым источником минеральных веществ (Доценко, 1988). При выращивании овощных культур закономерно возникает вопрос о варьировании их химического состава на фоне естественного изменения экологической обстановки в регионах возделывания. Существенны видовые

и сортовые различия в накоплении тяжёлых металлов, микроэлементов. Так, овощи одновременно могут быть резервуаром поллютантов или ценных минеральных веществ (Добруцкая и др., 2006).

Один из видов антропогенного воздействия на агроценозы – поступление в почву и накопление в растениях тяжёлых металлов (ТМ).

Огромное внимание в мире уделяется защите среды обитания и внутренней среды человека от возрастающего действия химических веществ антропогенного и природного характера, в частности тяжёлых металлов и растворимых форм их токсических соединений.

Контроль и оценка возможного влияния ТМ на организм необходимы, а актуальность этой проблемы в настоящее время очевидна, так как для них в принципе не существует механизмов природного самоочищения: в ходе миграции они меняют лишь уровень содержания или формы нахождения. Включаясь во все типы миграций и биологический круговорот, они неизбежно приводят к загрязнению важнейших жизнеобеспечивающих природных сред (питьевой воды, воздуха и пищевых продуктов).

Среди тяжёлых металлов наиболее опасными загрязнителями считаются ртуть, свинец, кадмий и цинк, главным

образом, потому, что их техногенное накопление в окружающей среде идёт высокими темпами (Матвеев, Прохорова, 2001).

Поступление промышленных выбросов в почвы сельскохозяйственных угодий усиливает и без того значительный приток в них ТМ с органическими и минеральными удобрениями, ядохимикатами и т.д., которые широко используются при интенсивных методах ведения сельскохозяйственного производства.

Создание сортов сельскохозяйственных культур с минимальной аккумуляцией токсикантов – наиболее дешёвый и эффективный способ получения экологически безопасной продукции растениеводства.

В связи с этим одной из первоочередных задач селекции является выявление внутривидовой и сортовой изменчивости генотипов по накоплению экотоксикантов, выделение доноров, обладающих способностью накапливать минимальное количество загрязнителей в товарной части урожая (Пивоваров, Добруцкая, 2003).

Цель, материал и методы исследований

Целью наших исследований является оценка перспективных образцов чеснока озимого по способности аккумуляции тяжёлых металлов (Cd, Pb, Hg и Cu).

В лаборатории экологических методов селекции ВНИИССОК в 2012, 2013 годах проведена работа по изучению уровня накопления химических элементов двумя сортами Юбилейный Грибовский и Дубковский и шестью перспективными коллекционными образцами чеснока озимого из коллекции лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ВНИИССОК.

Полевой эксперимент по изучению межсортовой специфики накопления кадмия, свинца, меди и ртути чесноком озимым проводили на опытном поле ВНИИССОК. Для изучения накопления тяжёлых металлов опыт был заложен в коллекционном питомнике в соответствии с ОСТ 4671-78 этап I по общепринятой для чеснока озимого агротехнике. Математическая обработка данных выполнена по Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета прикладных программ MS EXCEL.

Почва опытного участка ВНИИССОК дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая. Содержание гумуса составляет 2,5-3,2% по Тюрину. Объёмная масса почвы в слое 0-20 см составляет 1,05 г/м³, полная влагоемкость – 119 мм. В 2013 году общее содержание на опытном участке ВНИИССОК: Cd – 0,11 мг/кг (ПДК_{почва} = 5 мг/кг), Pb – 8,1 мг/кг (ПДК_{почва} = 30 мг/кг).

Биохимические анализы товарной части урожая (луковицы) проводили в фазу технической спелости в лаборатории применения агрохимических средств в семеноводстве овощных культур ВНИИССОК. Сухое вещество определяли методом высушивания зубков в термостате с доступом воздуха до воздушно-сухого состояния. Аскорбиновую кислоту – методом йодометрического титрования водной вытяжки из свежих зубков. Содержание тяжёлых металлов в луковицах чеснока озимого определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП), атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) по ГОСТ 30178-96 – сырьё и продукты пищевые. В процессе вегетации проводили фенологические наблюдения, описание количественных и учёт качественных признаков растений, по мере достижения растениями технической спелости – учёт урожая, биохимические анализы.

Результаты исследований

На основании проведенных нами исследований по четырем элементам в экосистемах с обычным антропогенным воздействием установлено, что химические элементы могут накапливаться в вегетативных органах чеснока озимого в различных концентрациях (табл. 1).

1. Содержание тяжёлых металлов в луковицах чеснока озимого, мг/кг сухого вещества, 2012-2013 годы

| Элемент | Сортообразцы | | | | | | | | ПДК* |
|-------------|-------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|------|
| | Юбилейный Грибовский St | Дубковский | 768 | 768 | 775 | 780 | 772 | 761 | |
| Cu (медь) | 1,2±0,15 | 0,95±0,02 | 1,8±0,21 | 1,3±0,15 | 1,65±0,22 | 1,99±0,18 | 1,97±0,2 | 2,07±0,55 | 10 |
| Cd (кадмий) | 0,022±0,009 | 0,046±0,005 | 0,028±0,007 | 0,024±0,009 | 0,016±0,005 | 0,02±0,008 | 0,019±0,007 | 0,018±0,008 | 0,03 |
| Pb (свинец) | 0,014±0,003 | 0,015±0,006 | 0,089±0,0026 | 0,02±0,004 | 0,012±0,005 | 0,016±0,006 | 0,008±0,0006 | 0,022±0,008 | 0,5 |
| Hg (ртуть) | 0,007±0,0004 | 0,001±0,0003 | 0,0036±0,0007 | 0,001±0,0006 | 0,0012±0,0008 | 0,008±0,0004 | 0,0015±0,0006 | 0,001±0,0004 | 0,02 |

* - Допустимые уровни содержания токсичных элементов в овощных культурах, мг/кг (Медики - биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного питания и пищевых продуктов. № 5061-89 МЗ СССР, 1990г.)



Рис. 1 Сортообразец 780

Исследуемые элементы по степени концентрации в луковицах чеснока озимого размещаются, в среднем, в следующий ряд в порядке убывания: $Cu > Pb > Cd > Hg$.

Анализ полученных результатов показывает, что наиболее высоким содержанием тяжёлых металлов обладали сортообразцы 765 и 780.

В зависимости от сортообразца содержание кадмия в ряде случаев превышало содержание свинца и находилось на уровнях близких к ПДК или даже превышало в случае с сортом Дубковский. Это объясняется сортовыми особенностями чеснока и высокой подвижностью кадмия (по сравнению со свинцом).

Сорт Дубковский является лидером по накоплению в продукции Cd ,

содержание меди в продукции минимально (табл.2). Коллекционный образец 765 занимает первый ранг по уровню содержания свинца и также является накопителем ртути и меди – 3-ий и 4-ый ранги соответственно.

Выявлено, что все сортообразцы отличаются друг от друга уровнем накопления по всем изученным элементам.

Выяснено, что наибольшей независимостью от сортообразца обладают элементы, занимающие первые ранги по уровню содержания их в овощной продукции: меди в чесноке всегда больше, чем свинца, а свинца больше, чем высокотоксичного кадмия.

Следует учитывать, что медь, которая по некоторым источникам представляет опасность при избытке в

почве для растений (Кабата-Пендиас, 1986), занимает в элементном ряду первое место (из четырёх изученных элементов). Высокая межсортовая изменчивость по накоплению данного элемента чесноком озимым указывает на необходимость знаний сортовых особенностей накопления меди в случаях выращивания на техногенно загрязнённых территориях.

Достоверно установлено, что сорта и сортообразцы накопили меди в пределах от 0,95 до 2,07 мг/кг. За стандарт был взят сорт чеснока озимого селекции ВНИИССОК Юбилейный Грибовский.

В сравнении со стандартом достоверно низким содержанием кадмия характеризуется сортообразец 775 (0,016 мг/кг).

Основная часть сортообразцов содержала близкие к стандарту концентрации кадмия (от 0,018 до 0,024 мг/кг). И только сорт Дубковский накопил кадмия почти в два раза больше по сравнению со St .

Сорта и сортообразцы содержали свинца меньше по сравнению со стандартом, за исключением сортообразца 765, который накопил его больше чем в шесть раз по сравнению со St и в 3,7 раза больше среднего по сортам и сортообразцам.

Наименьшее накопление у чеснока озимого было отмечено по ртути. Наименее высокое накопление было установлено у St – 0,007 и сортообразца 780 – 0,008 мг/кг. Остальные сортообразцы имели этот показатель в пределах от 0,001-0,0036 мг/кг.

2. Распределение сортообразцов по рангам содержания тяжёлых металлов, 2012-2013 годы

| Сортообразец | Ранги по элементам | | | |
|---------------------------|--------------------|----|----|----|
| | Cu | Cd | Pb | Hg |
| Дубковский | 8 | 1 | 5 | 6 |
| Юбилейный Грибовский St | 7 | 4 | 6 | 2 |
| 765 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| 768 | 6 | 3 | 3 | 7 |
| 775 | 5 | 8 | 7 | 5 |
| 780 | 2 | 5 | 4 | 1 |
| 772 | 3 | 6 | 8 | 4 |
| 761 | 1 | 7 | 2 | 8 |



Рис. 2. Сортообразец 761



Рис. 3. Сорт Юбилейный Грибовский

3. Биохимический состав сортообразцов чеснока озимого

| Сортообразец | Сухое вещество, % | Аскорбиновая кислота, мг% | Сумма сахаров, % |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Юбилейный Грибовский St | 37,6 | 17,85 | 23,36 |
| Дубковский | 35,51 | 12,32 | 14,86 |
| 761 | 37,59 | 15,84 | 22,35 |
| 765 | 40,49 | 14,08 | 24,48 |
| 780 | 41,63 | 16,85 | 25,7 |
| 772 | 39,63 | 13,4 | 19,77 |
| 768 | 40,12 | - | 19,04 |

Аскорбиновая кислота является важнейшим водорастворимым витамином. В природных условиях встречается в трёх формах: аскорбиновая кислота, дегидроаскорбиновая кислота и аскорбиген. Каждая из этих форм обладает витаминной активностью (Скальный, 2004). Лидером по содержанию аскорбиновой кислоты среди изученных нами сортообразцов чеснока озимого является сорт Юбилейный Грибовский. В его луковицах содержится до 17,85 мг% аскорбиновой кислоты, что превышает показатели содержания этого вещества у большинства сортообразцов. Надо

сказать, что сорт Юбилейный Грибовский является активным накопителем высокотоксичной ртути и кадмия. Но он накапливает небольшое количество меди и свинца. Минимальное содержание аскорбиновой кислоты наблюдается у сорта Дубковский. Однако он является активным накопителем кадмия и превышает ПДК. Но содержит в своём составе минимальное количество меди, ртути и свинца.

Выводы

1. Сорт Юбилейный Грибовский, взятый за стандарт, выделяется по минимальному накоплению меди и

свинца и содержит наибольшее количество аскорбиновой кислоты – 17,85 мг%.

2. Сортообразец 780 выделяется по минимальному накоплению кадмия и свинца и содержит наибольшее количество сухого вещества – 41,63% и суммы сахаров – 25,7%.

3. В качестве исходного материала при селекции на стабильно низкий уровень накопления кадмия и свинца может быть использован сортообразец 775; свинца – сортообразец 772; ртути – 761-ой, 768-ой сортообразцы и сорт Дубковский.

Литература

- Добруцкая Е.Г., Пивоваров В.Ф. Экологическая роль сорта в XXI веке // Межд. Научно-практическая конференция: Селекция и семеноводства овощных культур в XXI веке, 2006.-Т.1.-С.28-30.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-ое изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985.- 351 с.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир.- 1986.- 290 с.
- Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека.-М.: Оникс 21 век.- 2004.- С.210.