

Диагностика питания овощных культур

Nutrition diagnostics of vegetable crops

Белова С.В.

Аннотация

Один из путей оценки обеспеченности почвы питательными элементами – методы растительной и почвенной диагностики питания растений. В статье представлен краткий обзор трудностей и наиболее значимых аспектов методов растительной и почвенной диагностики питания растений: тканевая диагностика, листовая, анализ пасоки, экспресс-метод. Основная цель почвенной и растительной диагностики достигается за счет прогнозирования отклика и в большей степени следственного отражения действия удобрений на овощные культуры в зависимости от зональности почв. При изучении динамики морфологических, биометрических и химических показателей растений в течение вегетации, формируется более полное понимание об их потребности в питательных веществах. Такая информация может послужить основой для разработки мер по направленному воздействию питанием на формирование урожая. Обоснована необходимость комплексного применения методов растительной и почвенной диагностики, т.к. в этом случае они дают более углубленное понимание обеспеченности растений питательными веществами. Анализы почвы на содержание в них подвижных форм элементов говорят об их запасах, а анализируя растительные пробы, мы можем судить о скорости поступления в растения питательных элементов, о их потребности в определенных фазы развития культур. Учитывая, что биологические особенности растений накладывают свой отпечаток на способность корней использовать те или иные элементы, должна разрабатываться система почвенно-растительной диагностики питания для овощных культур. Таким образом, благодаря диагностическим методам возникает возможность сделать прогноз действия питания на овощные культуры и смоделировать рост отечественной продовольственной базы.

Ключевые слова: элементы питания, растительная диагностика, тканевая диагностика, почвенная диагностика.

Для цитирования: Белова С.В. Диагностика питания овощных культур // Картофель и овощи. 2022. №12. С. 13-16. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.14.25.002>

Развитие овощеводства в России приобретает все большее значение в связи со сложившейся международной обстановкой: многочисленные санкции, пандемические ограничения и необоснованный рост цен на мировом рынке сельхозпродукции актуализировали необходимость создания собственной продовольственной базы.

Производство овощной продукции в России только на 70–76% обеспечивает потребность населения по рекомендованным нормам Минздрава РФ, поэтому требуется существенное увеличение валовых сборов овощей. Успешное решение этих задач возможно только при совершенствовании технологий про-

изводства, в том числе научно обоснованное применение минеральных и органических удобрений, внесение микроэлементов, регуляторов роста и других приемов, повышающих урожайность и качество продукции.

Одна из центральных проблем применения удобрений – диагностика и установление уровней обеспеченности элементами питания с.-х. культур и на основе этого определение потребности растений в удобрениях и прогноз качества растениеводческой продукции в ранние и наиболее сжатые сроки [1]. С одной стороны, для получения высоких урожаев необходимо внесение значительных доз удобрений, с другой – необоснованное завышение доз может при-

вести к затягиванию фаз развития и сильному дисбалансу почвенных экосистем. Применение минеральных удобрений должно быть строго дозированным и адекватным потребностям растений. Злоупотребление удобрениями, особенно азотными, которые ранее часто вносили эмпирически, привело к массовому недопустимому отрицательному влиянию на окружающую среду [2].

В агрохимии для контроля за обеспеченностью растений питательными веществами в течение вегетации применяют методики почвенной или растительной диагностики. Они включают химический и морфобиометрические анализы растений по этапам формирования урожая

Belova S.V.

Abstract

One of the ways to assess the availability of soil nutrients is the methods of plant and soil diagnostics of plant nutrition. The article presents a brief review of the works and the most significant aspects of the methods of plant and soil diagnostics of plant nutrition: tissue diagnostics, leaf analysis, apiary analysis, express method. The main goal of soil and plant diagnostics is achieved by predicting the response and, to a greater extent, the consequential reflection of the effect of fertilizers on vegetable crops, depending on the zonality of soils. When studying the dynamics of morphological, biometric and chemical parameters of plants during the growing season, a more complete understanding of their need for nutrients is formed. Such information can serve as a basis for the development of measures for the directed impact of nutrition on crop formation. The necessity of using these methods in combination is substantiated, because in such a case these methods provide a more in-depth understanding of plant nutrient availability. Soil analyzes for the content of mobile forms of elements in them indicate their reserves, and by analyzing plant samples, we can judge the rate of entry of nutrients into plants, their need in certain phases of crop development. Given that the biological characteristics of plants leave their mark on the ability of the roots to use certain elements, a system of soil and plant nutrition diagnostics for vegetable crops should be developed. Thus, thanks to diagnostic methods, it becomes possible to predict the effect of nutrition on vegetable crops and to model the growth of the domestic food base.

Keywords: nutrition elements, plant diagnostics, tissue diagnostics, soil diagnostics.

For citing: Belova S.V. Nutrition diagnostics of vegetable crops. Potato and vegetables. 2022. No12. Pp. 13-16. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.14.25.002> (In Russ.).

и его структурный анализ, а также учет изменений в режимах и свойствах почв с использованием общепринятых методов анализов: агрохимических, физических, физико-химических, биохимических и др.

В ряде случаев результаты метода растительной диагностики не согласовываются с данными почвенных анализов по содержанию подвижных форм питательных элементов. Эта несогласованность указывает на необходимость оптимизации применения удобрений и более тщательной разработки лимита обеспеченности растений отдельными элементами питания как по методу растительной, так и почвенной диагностики с учетом большого количества элементов и различных иных факторов: климатических, почвенных и т.д. Также возникла необходимость разработки приемов, позволяющих снижать количество нитратов прямо в поле, особенно это касается ранней продукции.

Почвенная и растительная диагностики питания растений позволяют установить способность культур усваивать питательные вещества из почвы и по итогам корректировать дозы минеральных удобрений с помощью подкормок. Исходя из этого достигается эффективное и экологически безопасное использование минеральных удобрений, так как не вносятся большие дозы основного удобрения, которые растения не всегда полностью используют в период вегетации.

Растительная диагностика.

Визуальную диагностику проводят по внешним признакам голодания растений. Как правило, они проявляются поздно, когда уже невозможно возместить недостаток элементов питания без потери урожая. В связи с этим были разработаны методы химической диагностики. Наиболее распространенные из них: тканевая диагностика, листовая, анализ пасоки, экспресс-метод.

Использование данных химического анализа растений для определения потребности в удобрениях в нашей стране впервые было предложено Сабининым Д.А., который считал, что для этих целей лучше всего пригоден анализ пасоки (сок, выделяющийся из стеблей и стволов растений при его повреждении). Позднее Г.С. Давтяном, К.П. Магницким и В.В. Церлинг были разработаны экспресс-методы анализа свежих тканей (срезов различных частей растений) или выжатого из них сока [3].

Основоположники метода листовой диагностики Lagatu H., Maume L., сравнивая по анализам почв и растений потребность последних в удобрениях, пришли к выводу, что растительный анализ более пригоден [4]. В методе листовой диагностики потребность растений в элементах питания определяют по валовому содержанию питательных веществ в листьях, уже закончивших рост, но активно функционирующих. Важно учитывать генотипические особенности растений, которые определяют различие в их требованиях к минеральному питанию. Цикл онтогенеза накладывает отпечаток на перераспределение питательных веществ и на потребность в сочетании элементов в питательной среде в определенный этап развития. Важно изучать распределение элементов по органам растений и искать наиболее отзывчивый на изменения в среде орган. Он будет индикатором этих изменений и, следовательно, позволит более своевременно установить нарушение питания [5].

Тканевая диагностика – более перспективный метод. Анализ проводят в черешках или срединных жилках листьев. В свежих образцах неорганические формы питательных веществ извлекаются в 2%-ой уксуснокислой вытяжке или ацетатно-буферном растворе. По сравнению с листовой тканевая диагностика в несколько раз сокращает время на подготовку и анализ образцов [6, 7].

Метод тканевой диагностики очень популярен в США (*nutrition diagnostics*) [8].

Hochmuth G. применял результаты тканевой диагностики для определения нормы удобрений, которая может быть увеличена или уменьшена в зависимости от результатов испытанной ткани. Учитывая определенные условия, результаты анализа растений могут быть использованы для управления сроками подкормки [9].

Почвенная диагностика. Метод химического почвенного анализа опирается на предположение, что растения своими корнями извлекают элементы питания из почвы примерно таким же образом, как слабые кислоты или буферные смеси, и что имеется простая зависимость между концентрацией ионов в почве и поглощением их растениями. Однако, по мнению Ермохина Ю.И. почвенный анализ не может предусмотреть влияния на поглощение растением питательных веществ и его рост та-

ких факторов, как климатические условия, агротехника и состояние посевов, реакция почвы и физические свойства ее, содержание в ней органического вещества, засоленность, микробиологические процессы и т.д. Отмечая достоинства почвенной диагностики в плане прогноза действия удобрений и возможности установления доз удобрений для основного внесения, нельзя не признать, что химический анализ почвы коррелирует с ростом и урожайностью растений, только если остальные факторы, определяющие рост растений, находятся в норме. Поэтому необходим контроль и регулирование обеспеченности растений питательными веществами в течение вегетации методом растительной диагностики. Фактический уровень содержания элементов в органе-индикаторе в тот или иной период роста характеризует содержание физиологически доступных питательных веществ в почве. Оптимальный уровень и уравновешенный баланс в органе-индикаторе в период вегетации указывают на высокую обеспеченность его минеральным питанием и при наличии других благоприятных факторов, позволяют сформировать высокий урожай хорошего качества [2]. Также Ермохиным Ю.И. ранее было доказано, что содержание минеральных форм элементов питания в листьях хорошо отражает содержание подвижных форм этих элементов в почве [1].

Были исследователи, которые в некоторых случаях отмечали преимущества растительной диагностики по сравнению с почвенной: так, с помощью растительных анализов удалось более правильно установить дозы удобрений и качество пастбищной травы [10].

Интерпретация данных. Немало внимания уделяется интерпретации полученных диагностических данных. Причем основоположники этих методов неоднократно подчеркивали, что диагностика говорит лишь о степени обеспеченности растений минеральным питанием, но не о потребности в дозах удобрений.

Интерпретация данных химического состава растений должна быть такой, чтобы результаты диагноза в меньшей мере зависели от времени и способа взятия образца, фазы развития растений, анализируемого органа, чтобы имелась возможность автоматизации диагноза. Большую помощь в решении этой сложной проблемы могли бы оказать иссле-

Уровни-параметры содержания макроэлементов в овощных культурах [3]

Элемент	Фаза, период	Индикаторный орган	Оптимальное содержание, мг/кг	
Морковь столовая				
N – NO ₃	3 – 4-ый лист	Черешки листьев	>1000	
		Пластинки зачаточных листьев	100 – 170	
		Черешки зачаточных листьев	710	
	7 – 10-ый лист	Черешки листьев	700 – 1000	
		Корнеплод	710 – 1000	
	Пучковая продукция	Черешки зачаточных листьев	70 – 100	
		Черешки закончивших рост листьев	710 – 1000	
	Уборка урожая	Черешки листьев	710	
Корнеплод		710		
P – PO ₄	3 – 4-ый лист	Черешки закончивших рост листьев	180 – 300	
	7 – 10-ый лист		180	
	Пучковая продукция	Корнеплод	300	
		Черешки закончивших рост листьев	180 – 250	
	Уборка урожая	Листья	70	
		Корнеплод	180	
Калий свободный	3 – 4-ый лист	Черешки развитых листьев	4500	
	6 – 10-ый лист		4000 – 4500	
	Пучковая продукция	Корнеплод	4500	
		Черешки развитых листьев	4500	
	Рост корнеплода		3100 - 4500	
Свекла				
N – NO ₃	4 – 5-ый лист	Черешки средних листьев	1500 – 3500	
	9 – 10-ый лист		500 – 700	
	Рост корнеплода		710	
	Уборка урожая		220	
P – PO ₄	9 – 10-ый лист	Черешки закончивших рост листьев	280 – 300	
			180 – 200	
	Уборка урожая	Корнеплод	Следы – 70	
Калий свободный	4 – 8 – 10-ый лист	Листья	5250 – 5700	
		Рост корнеплода	Черешки нижних листьев	4500
			Черешки средних листьев	4500
			Центральная часть корнеплода	3100
	Уборка урожая	Средняя часть корнеплода	3100	
		Черешки листьев	2900	
	Корнеплод	2000		

дования по статистическому моделированию взаимосвязей макро- и микроэлементов в различных органах растений. Программы исследований по разработке критических уровней содержания микроэлементов должны предусматривать исследование их взаимосвязей с макроэлементами. Обязательный этап в разработке оптимальных уровней содержания любых элементов в органах растений – проверка их адекватности [11].

При интерпретации результатов диагноза питания уделяют большое внимание таким макроэлементам, как азот, фосфор и калий.

Критерий обеспеченности урожая питательными элементами – соотношение этих элементов в растении, так как они используются во внутриклеточном обмене только при их оптимальном, т.е. уравновешенном соотношении. Такое соотношение вычисляется по оптимальному содер-

жанию каждого элемента. Способов вычисления таких соотношений несколько. П. Прево и М. Олланде предложили вычислять процентную долю в сумме элементов, приняв их сумму равной 100% [12]. Американский ученый А. Кенурти рекомендует учитывать коэффициенты вариации в составе листьев отдельных проб при вычислении показателя обеспеченности растений питательными веществами. Для расчета он предлагает две формулы: первую, когда в образце содержится элемента меньше стандарта (оптимума), и вторую, когда образец богаче стандарта этим элементом [13].

Оптимальные уровни содержания макроэлементов в с.- х. продукции были предложены В.В. Церлинг [3]. В определенной фазе развития растения, а также в зависимости от его индикаторного органа, оптимальные уровни различаются. В **таблице** приведены показатели для некоторых овощных культур.

З.И. Журбицкий предлагает одно-временное определение в листе всего количества растворимого элемента и его минеральной части. Общее содержание растворимых форм элемента показывает возможности усвоения его растением в данных условиях, а содержание элемента в ионной форме – это резерв, который может быть использован для процессов обмена при благоприятных обстоятельствах. Повышенное содержание элемента в ионной форме может быть обусловлено совершенно различными причинами. Это может быть вызвано как усиленным поглощением его растением, так и затруднением в использовании этого элемента растением для синтетических процессов [14].

Выводы

Основная проблема методов диагностики питания растений заключается в том, что анализ индикаторного органа растения показывает лишь степень обеспеченности растений минеральным питанием, но не потребность в определенном количестве удобрения. Необходимо определение оптимальных уровней содержания элементов питания в листьях или во всей надземной массе для овощных культур в соответствии с зональностью, так как эти показатели сильно изменяются в зависимости от внешних факторов.

Также поглощение различных элементов питания не всегда является следствием их необходимости растениями, что тоже ограничивает

возможность применения химических методов диагностики по общему химическому составу и содержанию неорганических форм различных элементов. Недостаток или избыток одних элементов может нарушить усвоение растениями других элементов питания.

Растительная и почвенная диагностика питания растений в совокупности дает более глубокое пони-

мание обеспеченности растений питательными веществами. Анализы почвы на содержание в них подвижных форм элементов говорят об их запасах, однако взаимные концентрации элементов и ряд иных свойств могут повлиять на их доступность растению. Кроме того, биологические особенности растений накладывают свой отпечаток на способность корней использовать те или иные

элементы. Поэтому анализ растений поможет выяснить эту сторону общего вопроса – обеспеченность растений минеральным питанием из почвы. Сейчас при растительной диагностике общепризнано иметь наиболее подробные сведения о почве (влажность, температура, аэрация, pH и др.).

Библиографический список

References

- 1.Ермохин Ю.И., Бобренко И.А. Комплексная диагностика минерального питания растений сорговых культур // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2017. №3(10). [Электронный ресурс]. URL: <http://ejournal.omgau.ru/images/issues/2017/3/00366.pdf>. Дата обращения: 11.11.22.
- 2.Ермохин Ю.И., Бобренко И.А., Бобренко Е.Г. Исторические аспекты развития метода комплексной диагностики питания сельскохозяйственных культур // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2017. №2(9). [Электронный ресурс]. URL: <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2017/2/00340.pdf>. Дата обращения: 11.11.22.
- 3.Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник. М.: Агропромиздат, 1990. 235 с.
- 4.Lagatu H., Maume L. Diagnostic de l'alimentation d'un vegetal par l'évolution chimique d'une feuille convenablement choisi. Cr. Academ. Sei. Paris. 1926. 653 p.
- 5.Церлинг В.В., Панков Ю.И., Ермохин Г.Г., Вендило Г.Г., Борисов В.А. Методические указания по растительной диагностике минерального питания овощных культур открытого грунта. М.: МСХ СССР, 1983. 58 с.
- 6.Борисов В.А., Система удобрения овощных культур. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 392 с.
- 7.Борисов В.А., Васючков И.Ю., Коломиец А.А., Успенская О.Н., Белова С.В. Эффективность применения подкормок овощных культур по данным почвенной и растительной диагностики // Агрохимия. 2022. №2. С. 31–36.
- 8.Altland J. Plant Nutrition Diagnosis [Электронный ресурс] URL: <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/pathogen-articles/nonpathogenic-phenomena/plant-nutrition-diagnosis>. Дата обращения: 19.08.22.
- 9.Hochmuth G., Maynard D., Vavrina C., Hanlon E., and Simonne E. Plant tissue analysis and interpretation for vegetable crops in Florida. Nutrient Management of Vegetable and Row Crops Handbook. 2012. Pp. 45–92.
- 10.Mitchell K., Duccer W. and Couch M. Increased Translocation of Plant-Growth-Modifying Substances Due to Application of Boron. // Science. 1953. V.118. №3065. Pp. 142–151.
- 11.Бирюкова О.А., Ельников И.И., Крыщенко В.С. Оперативная диагностика питания растений. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2010. 168 с.
- 12.Прево П., Олландье М. Закон минимума и сбалансированное минеральное питание // Анализ растений и проблемы удобрения. М.: Колос, 1964. С. 247–270.
- 13.Кенурти А. Истолкование состава листьев плодовых деревьев // Анализ растений и проблема удобрения. М., 1964. С. 53–69.
- 14.Журбицкий З.И. О перспективах применения листовой диагностики // Сб. Диагностика потребности растений в удобрениях (Анализ растений и проблемы удобрений). М.: Колос, 1970. С. 31–35.

- 1.Ermokhin Yu.I., Bobrenko I.A. Complex diagnostics of mineral nutrition of sorghum plants. Electronic scientific and methodological journal of the Omsk State Agrarian University. 2017. No3(10). [Web resource]. URL: <http://ejournal.omgau.ru/images/issues/2017/3/00366.pdf>. Access date: 11.11.22. (In Russ.).
- 2.Ermokhin Yu.I., Bobrenko I.A., Bobrenko E.G. Historical aspects of the development of the method of complex diagnostics of nutrition of agricultural crops. Electronic scientific and methodological journal of the Omsk State Agrarian University. 2017. No2(9). [Web resource]. URL: <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2017/2/00340.pdf>. Access date: 11.11.22. (In Russ.).
- 3.Zerling V.V. Diagnostics of nutrition of agricultural crops: a Handbook. Moscow. Agropromizdat. 1990. 235 p. (In Russ.).
- 4.Lagatu H., Maume L. Diagnostic de l'alimentation d'un vegetal par l'évolution chimique d'une feuille convenablement choisi. Cr. Academ. Sei. Paris. 1926. 653 p.(In French.).
- 5.Zerling V.V., Pankov Yu.I., Ermokhin G.G., Vendilo G.G., Borisov V.A. Guidelines for plant diagnostics of mineral nutrition of vegetable crops in open ground. Moscow. Ministry of Agriculture of the USSR. 1983. 58 p. (in Russ.).
- 6.Borisov V.A., Fertilizer system for vegetable crops. Moscow. FGBNU «Rosinformagrotech». 2016. 392 p. (In Russ.).
- 7.Borisov V.A., Vasyuchkov I.Yu., Kolomiets A.A., Uspenskaya O.N., Belova S.V. The effectiveness of the use of dressings of vegetable crops according to soil and plant diagnostics. Agrochemistry. 2022. No2. Pp. 31–36 (In Russ.).
- 8.Altland J. Plant Nutrition Diagnosis [Web resource] URL: <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/pathogen-articles/nonpathogenic-phenomena/plant-nutrition-diagnosis>. Access date: 19.08.22
- 9.Hochmuth G., Maynard D., Vavrina C., Hanlon E., and Simonne E. Plant tissue analysis and interpretation for vegetable crops in Florida. Nutrient Management of Vegetable and Row Crops Handbook. 2012. P. 45–92.
- 10.Mitchell K., Duccer W. and Couch M. Increased Translocation of Plant-Growth-Modifying Substances Due to Application of Boron. Science. 1953. V.118. No3065. Pp. 142–151.
- 11.Biryukova O. A., Elnikov I. I., Kryshchenko V. S. Operational diagnostics of plant nutrition. Rostov-on-Don. Publishing house of the Southern Federal University. 2010. 168 p. (In Russ.).
- 12.Prevo P., Ollanier M. Law of the minimum and balanced mineral nutrition. Analysis of plants and fertilizer problems. Moscow. Kolos. 1964. Pp. 247–270 (In Russ).
- 13.Kenworthy A. Interpretation of the composition of the leaves of fruit trees. Analysis of plants and the problem of fertilizer. Moscow. 1964. Pp. 53–69 (In Russ.).
- 14.Zhurbitsky Z.I. On the prospects for the use of sheet diagnostics. Diagnosis of plant needs for fertilizers (Plant analysis and fertilizer problems). Moscow. Kolos. 1970. Pp. 31–35 (In Russ.).

Об авторе

Author details

Белова Софья Викторовна, аспирант, ФГБНУ ФНЦО, м.н.с., ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: zonechka-belka@mail.ru

Belova S.V., graduate student of FSBSI FSVC, junior research fellow of ARRIVG – branch of FSBSI FSVC. E-mail: zonechka-belka@mail.ru