

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ РАСТЕНИЙ, КАК ФАКТОР КОРРЕКТИРОВКИ МОДЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

**В.И. Савич¹, Р.Ф. Байбеков², Д.Н. Никиточкин¹, Г.В. Богомедова¹,
¹РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, ²ВНИИА**

Показано, что разные виды и сорта сельскохозяйственных культур, плодовых и древесных насаждений обладают неодинаковой поглотительной способностью корневых систем и селективностью корневых систем к ионам. Это определяет особенности моделей плодородия почв под отдельные группы культур и специфику используемых при их выращивании систем удобрения.

Ключевые слова: плодородие, поглотительная способность корней, константы равновесия в системе корни - раствор.

Модели плодородия почв в значительной степени различаются для отдельных сельскохозяйственных культур, древесных пород и плодово-ягодных культур [2, 4, 8, 9]. Отдельные виды и сорта растений обладают неодинаковой поглотительной способностью корневых систем по отношению к катионам и анионам [3, 5, 7, 9].

Селективность корневых систем растений к поглощению отдельных катионов определяется емкостью поглощения ими катионов и анионов, плотностью заряда на корнях, скоростью оттока ионов из корней в надземную часть. Так, по данным Drake (ссылка по Журбицкому) [3], емкость поглощения катионов корнями колебалась от 9 до 94,0 мг-экв/100 г сухих корней. По результатам З.И. Журбицкого [3], у отдельных культур изменяется емкость поглощения корневой системой анионов и катионов. Так, поглощение анионов (в мг-экв/100 г катионов) составляло для пшеницы яровой – 530, кукурузы – 220, клевера – 130, моркови кормовой – 59. С нашей точки зрения, эти показатели зависят от свойств почвы, гидротермических факторов, условий питания, сортовых особенностей.

Накопление элементов в растениях определяется константами обмена ионов в системе почва – корень (K_1); корень – раствор (K_2), корень – стебель (K_3), стебель – листья (K_4), листья – плоды (K_5). При выведении сортов добиваются оптимального значения этих констант равновесия для исключения попадания, например, нитратов и тяжелых металлов в плоды или надземную часть растений [6]. Так, по данным В.Г. Минеева [4], сортовые различия в значительной степени определяют наличие в растениеводческой продукции нитратов. В зависимости от сорта овощной культуры, при одинаковом азотном фоне различия могут достигать 500%. Сортовые и межвидовые различия поглотительной способности корней определяют: накопление в продукции тяжелых металлов и радионуклидов, устойчивость растений к загрязнению ими, возможность использования предрасположенности отдельных культур к фиторемедиации почв [1].

Цель исследований – оценить поглотительную способность корневых систем сельскохозяйственных растений, плодовых культур и древесных пород.

Объекты исследования – саженцы древесных пород, проростки отдельных видов и сортов сельскохозяйственных растений, сорняков, двух сортов яблонь.

Методика. Состояла в оценке поглощения катионов из разбавленного питательного раствора, суспензий почв и ионитовых мембран. Поглощение корневой системой растений катионов из раствора сорбата оценивали по разности концентраций в исходном и равновесном растворах,

по соотношению катионов в исходном и равновесном растворах, по поглощению (в мг и мг-экв/100 г корней).

В таблице 1 приведено соотношение катионов в равновесных питательных растворах с ионитовыми мембранами (МК-40 и МА-40) после выращивания в растворах проростков разных растений.

1. Соотношение катионов в равновесных питательных растворах с ионообменными смолами при выращивании на них проростков

Культура, сорт	Ca:Fe		Ca:Mg		Fe:Mn	
	МК-40	МА-40	МК-40	МА-40	МК-40	МА-40
Огурец: Майский	16	67	4	8	14	33
Зозуля	12	51	4	6	42	67
Капуста:						
широколистная	6	79	5	11	44	110
пекинская	10	91	6	11	130	77
Горчица	15	2	6	0,2	25	32
Кресс-салат	7	125	4	9	20	220
Томат Малышок	10	59	3	8	28	55

Из представленных данных видно, что сорта сельскохозяйственных культур различаются по селективности их корневых систем к кальцию, магнию, железу и марганцу.

В таблице 2 приведены соотношения катионов в равновесном питательном растворе после выращивания на них проростков капусты.

2. Соотношение катионов в питательном растворе Кюппа (1:10) при выращивании на нем проростков

Капуста	Mg/Ca*	Ca/Mn**	Ca/Zn**
Цветная	17,4±7,0	300,0±5,9	17,2±11,9
Ранняя белокочанная	6,6±1,3	53,9±14,5	8,7±6,5
Поздняя белокочанная	7,4±1,3	75,0±15,5	8,6±6,4

* 10^{-2} . ** 10^2 .

Данные таблицы свидетельствуют о разной селективности сортов капусты к изучаемым катионам. Чем больше концентрация катиона в равновесном растворе, тем менее селективна к нему корневая система выращиваемого растения. Как видно из представленных данных, цветная капуста значительно отличается от белокочанной по селективности к кальцию.

О наличии сортовых особенностей сорбционных свойств корневых систем арахиса свидетельствуют данные таблицы 3.

3. Поглощение калия из питательного раствора корневыми системами различных сортов арахиса

Сорт	Поглощение К на 1 г	
	корней	стеблей
28-206	1,8	0,6
GH 119	1,1	0,5
47-10	0,5	0,1

Как видно из представленных данных, сорт 47-10 значительно менее требователен к калию, чем другие сравниваемые сорта.

Культурные растения по поглотительной способности корней отличаются от сорняков. Это подтверждают материалы таблицы 4.

Как видно из представленных данных, в равновесных растворах после выращивания риса осталось меньше кальция, чем после сорняков, развивающихся в посевах риса, т.е. рис более требователен к наличию в почве кальция и хуже поглощает железо. Это обуславливает и меньшую устойчивость его, по сравнению с сорняками, к условиям анаэробозиса.

4. Соотношение катионов Са:Fe в равновесном растворе сорбата после выращивания растений

Вариант опыта	Рис		Сорняки	
	Лиман	Спальчик	просянка	клубнекамыш
Питательный раствор	72,6	165,0	222,0	720,0
+ мембрана МК-40	7,3	62,0	63,0	220,0
+ мембрана МА-40	38,5	41,0	62,0	126,2

Корни отдельных древесных культур также обладают неодинаковой селективностью к поглощению определенных ионов (табл. 5).

5. Сорбционные свойства корневых систем саженцев древесных пород

Древесная порода	Поглощение, мг/л					
	Pb	Cu	Zn	Fe	Cu/Pb	Cu/Zn
Липа	0,04	0,10	0,03	0,05	2,5	3,3
Рябина	0,04	0,05	0,01	0,02	1,2	5,0
Осина	0,02	0,05	0,01	0,03	2,5	5,0

Как видно из представленных данных, отдельные древесные породы поглощают различное количество изучаемых катионов. Однако, поглощение ионов из раствора зависит от площади корневых систем. Для получения сравнимых данных необходимо или выражать величину поглощения мг-экв/100 г корней (внешней, внутренней поверхности корней) или оценивать соотношение поглощенных катионов (в данной таблице Cu/Pb, Cu/Zn).

Поглощение катионов корневыми системами древесных культур зависит от возраста растений, фаз развития, свойств почвы, гидротермических условий. Это иллюстрируют данные следующей таблицы.

6. Поглощение катионов корневыми системами проростков в древесных породах из суспензий разных почв

Древесная порода	Поглощение мг/л			
	из торфяно-перегнойной почвы		из дерново-подзолистой почвы	
	Pb	Cu	Pb	Cu
Дуб	0,09	0,09	0,05	0,10
Клен	0,05	0,11	0,01	0,07

Как видно из представленных данных, поглощение свинца и меди было в основном больше из торфяно-перегнойной почвы, обладающей меньшей селективностью к свинцу и меди, чем дерново-подзолистая почва.

Поглощение из дерново-подзолистой почвы свинца составляло для липы 0,04 мг/л, рябины – 0,04, осины – 0,02, меди, соответственно, 0,10; 0,05; 0,05 мг/л.

В то же время, при достаточном содержании биофильных элементов в корневой системе и меньшем их содержании в питательном растворе растения выделяют катионы в питательный раствор [5]. При этом в равновесный раствор выделяются и органические соединения, что приводит к окрашиванию его в светло-желтый, бурый или коричневый цвета. В проведенных исследованиях такое явление отмечалось при помещении в питательный раствор корневых систем саженцев яблонь, выращиваемых на богатом торфо-минеральном субстрате. Полученные данные приведены в таблице 7.

Как видно из представленных данных, корневые системы сорта Мечта значительно больше выделили в питательный раствор калия, чем сорт Народное, и меньше цинка, т.е. корневые системы отдельных сортов яблонь также обладают разной селективностью к катионам.

По полученным данным, с практической точки зрения перспективны два метода определения поглотительной способности корневых систем растений. В *первом методе* определяют поглощение элементов проростками растений из разбавленного питательного раствора. Оценивают соотношение поглощения отдельных катионов и анионов, что позволяет судить о селективности к ним отдельных видов и сортов растений.

Вычисление констант ионного обмена в системе корень – раствор [6] сложно и трудоемко. Вычисление количества поглощенных ионов на 1 м² общей и рабочей поверхности корней, на массу корней или надземную массу растений также трудоемко и зависит от ряда дополнительных факторов. Вычисление поглощения ионов на плотность заряда сорбционных мест корня еще сложнее.

7. Соотношение ионов, выделенных корневыми системами яблонь в питательный раствор

Соотношение	Сорт	
	Мечта*	Народное
K/Ca	0,65	0,27
Ca/Mg	1,51	1,56
K/Zn	360,0	55,8
Ca/Zn	460,0	207,8

*Испытывался на плодовой станции РГАУ-МСХА.

Во *втором методе* проростки растений выращивают 2-5 дней на суспензии исследуемой почвы, затем корни обмывают водой и помещают в разбавленный питательный раствор, т.е. элементы, которые из почвы не могли поглотиться, в большей степени поглощаются из питательного раствора. Лучшие результаты дает сочетание этих двух методов.

С нашей точки зрения, знание поглотительной способности корневых систем растений позволяет: уточнить систему удобрения под изучаемые культуры, модели плодородия почв для них, оптимально подобрать культуры для выращивания на разных почвах, найти более оптимальные варианты регулирования плодородия почв и уменьшения поступления в растения токсикантов. Определение рассматриваемого показателя является необходимым дополнением к комплексной оценке состояния ионов в почве по факторам емкости, интенсивности, кинетики, мобильности, буферным свойствам [6].

Литература

1. *Агроэкология*/ Под ред. Черникова В.А., Чекереса А.И.- М.: Колос, 2000.- 526 с.
2. *Байбеков Р.Ф.* Влияние длительного применения удобрений на агроэкологическое состояние подзолистых и черноземных почв европейской части России// Автореф. докт. дисс.- М., 2003.- 33 с.
3. *Журбицкий З.И.* Физиологические и агрохимические основы применения удобрений.- М.: АН СССР, 1963.- 293 с.
4. *Минеев В.Г.* Химизация земледелия и плодородие почв.- М.: Агропромиздат, 1990.- 287 с.
5. *Савич В.И., Аттикаинг Д.* Корректировка оптимальных параметров почвенного плодородия с учетом сорбционных свойств корневых систем растений// Докл. ВАСХНИЛ.- 1991.- №11.- С. 11-14.
6. *Савич В.И., Сычев В.Г., Замаев А.Г.* Энергетическая оценка плодородия почв.- М.: ВНИИА, 2007.- 500 с.
7. *Савич В.И., Сычев В.Г., Шишов Л.Л.* Экспрессные методы оценки обеспеченности почв элементами питания и уровня загрязнения токсикантами.- М.: ЦИНАО, 2004.- 162 с.
8. *Савич В.И., Булгаков Д.С., Вуколов Н.Г.* Интегральная оценка плодородия почв.- М.: РГАУ-МСХА, 2010.- 347 с.

ABSORBING CAPACITY OF PLANT ROOTS AS A CORRECTION FACTORS OF SOIL FERTILITY MODELS

V.I. Savich¹, R.F. Baibekov², D.N. Nikitochkin¹, G.V. Bogomedova¹

¹Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy, Russian Academy of Sciences, ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia

²Pryanishnikov Research Institute of Agricultural Chemistry, Russian Academy of Agricultural Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

It has been shown that different species and cultivars of agricultural crops, fruiters, and woody plants differ in the absorbing capacity of roots and their selectivity for ions. This determines the features of soil fertility models for separate groups of crops and the specificity of used fertilizing systems.

Keywords: fertility, absorption capacity of roots, equilibrium constants in the root–solution system.