

В.И. САВИЧ<sup>1</sup>, А.Е. СОРОКИН<sup>2</sup>, К.С. БОРОДИНА<sup>1</sup>, Т.А. САКАЛО<sup>1</sup>,  
А.С. СОКОЛОВА<sup>1</sup>, С.В. БЕЛОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва, Российская Федерация

## ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЭКЗОМЕТАБОЛИТОВ РАСТЕНИЙ И ИХ ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА БИОТЕСТЫ

*В работе показано, что воздушные экзометаболиты естественных и порезанных листьев и цветов растений достоверно влияют на биотесты – прорастание семян. Степень и характер этого влияния отличается для разных растений – доноров и акцепторов. Биологическое действие продуктов транспирации растений сохраняется при его аккумуляции в активированном угле и в замерзшей воде. Показано, что взаимовлияние растений обусловлено взаимодействием как надземных органов, так и корневых систем. Так, при проращивании семян свеклы размер корней проростков в контрольном варианте составлял  $5,5 \pm 0,9$  см, стеблей –  $4,6 \pm 0,6$  см. При проращивании совместно семян щавеля и свеклы размер корней свеклы составил  $3,1 \pm 1,0$  см, стеблей –  $3,1 \pm 1,0$  см. Считается целесообразным учитывать это влияние при совместных посадках нескольких культур.*

*Взаимовлияние растений, почвоутомление, продукты транспирации.*

**Введение.** Растения влияют друг на друга в связи с конкуренцией за факторы жизни: воду, воздух, свет, биофильные элементы, пространство. В растительных ассоциациях отмечается как положительное влияние одних растений на другие, так и негативное. При этом взаимовлияние обусловлено корневыми выделениями, выделениями надземных органов и информационно-энергетическими полями растений, выделяемых в реакциях процессов метаболизма. Эти влияния определяют совместимость отдельных культур в смешанных посевах и почвоутомление. Однако данные вопросы исследованы недостаточно, что определило цели и задачи исследования.

**Объекты исследования.** Объектами исследования стали проростки семян овощных культур. В качестве доноров продуктов транспирации из листьев и цветов взяты листья и цветы различных растений.

**Методика исследования.** Для изучения влияния воздушных экзометаболитов растений на прорастание семян было поставлено 9 опытов.

В опыте № 1 испытывалось влияние на прорастание семян запаха (воздушных экзометаболитов) порезанных растений. Растительная масса разрезалась и помещалась в закрытый сосуд. В этот же сосуд помещались проращиваемые семена растений. Через 2 и 4 дня оценивалась длина корней и стеблей проростков.

В опыте № 2 изучалось влияние на биотесты (прорастание семян)

продуктов испарений из листьев яблонь ( $t = 8$  дней).

В опыте № 3 растительная масса разрезалась и помещалась в закрытый сосуд, туда же помещались 2 таблетки активированного угля для поглощения воздушных экзометаболитов сроком на один день. По истечении заданного времени таблетки активированного угля переносились в другие герметично закрытые сосуды вместе с проращиваемыми семенами, помещенными на влажные слои фильтровальной бумаги. Через заданное время оценивалась длина корней и стеблей проростков.

В опыте № 4 растительная масса заливалась замороженной дистиллированной водой со льдом на 12 ч для экстракции экзометаболитов. По истечении указанного времени изучалось влияние 1 мл водного экстракта на прорастание 10 семян кресс-салата.

В опыте № 5 порезанные растения помещались в закрытую емкость, на дно которой наливалось 20 мл воды из растопленного льда. Сверху на растение накладывалось 3 слоя мокрой хроматографической бумаги и помещались семена, прикрытые еще одним слоем мокрой хроматографической бумаги. Через 4 дня оценивалась длина корней и стеблей проростков.

Оценивалось влияние воздушных экзометаболитов растений (порезанных надземных органов) на прорастание семян редиса (красного с белыми кончиками), пшеницы сорта Безостая 18, фасоли.

В опыте № 6 исследовалось влияние продуктов транспирации из листьев

декоративных растений и информационно-энергетических полей листьев.

Таблица 1

**Влияние воздушных экзометаболитов растений на прорастание семян, см (t = 2 дня)**

Вариант	Растения	Огурец		Кресс-салат		к/с
		корни	стебли	корни	стебли	
Экзометаболиты порезанных растений (запах)	Томат	0,7±0,2	0,0	1,0±0,0	0,7±0,0	1,4
	Картофель	0,2±0,2	0,0	1,7±0,1	1,3±0,1	1,3
	Копытень	1,0±0,1	0,0	2,2±0,1	1,6±0,1	1,4
	Ель	0,7±0,2	0,0	1,3±0,1	1,2±0,1	1,1
	Полынь	0,9±0,1	0,0	0	0	0
	Пион	1,2±0,0	0,0	1,8±0,2	1,2±0,2	1,5

Таблица 2

**Влияние воздушных экзометаболитов растений (порезанные надземные органы) на прорастание семян огурца сорта «Засолочный», см (t = 4 дня)**

Растения	Корни, см
Томат	2,3±0,5
Картофель	1,0±0,7
Копытень	4,2±0,1
Ель	2,9±0,4
Полынь	3,2±0,1
Пион	3,7±0,1

Как следует из представленных данных (табл. 1), положительно повлияли на прорастание семян огурца воздушные экзометаболиты порезанных листьев пиона, в большей степени отрицательно – воздушные выделения листьев картофеля. В то же время влияние испарений из порезанных листьев на кресс-салат было в большей степени положительно под влиянием испарений из пиона и копытня.

С увеличением продолжительности прорастания семян до 4-х дней в большей степени положительно на развитие корней огурца подействовали испарения из листьев пиона и копытня.

В поставленном опыте № 2 изучалось влияние продуктов транспирации яблонь на прорастание биотеста на окультуренной дерново-подзолистой почве. Полученные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Влияние продуктов транспирации из листьев яблонь на развитие проростков биотестов, см (t = 8 дней)**

Биотест	H <sub>2</sub> O		Продукты транспирации яблонь	
	корни	стебли	корни	стебли
Редька китайская «Зеленая богиня»	0,4±0,4	0,4±0,4	1,0±0,7	1,2±0,8
Кабачок «Садко»	6,7±0,4	0	4,2±1,9	1,2±1,2
Свекла «Аэлита»	5,5±0,6	4,7±0,1	3,7±1,0	3,4±0,4

Как следует из представленных данных, продукты транспирации из листьев яблонь подействовали на прорастание семян разных биотестов неодинаково: увеличили размер корней у редьки и размер стеблей у редьки. В большей степени положительно на развитие проростков семян огурца повлияли воздушные выделения, сорбированные активированным

углем из продуктов транспирации порезанных кабачков, повлияв отрицательно на развитие проростков свеклы. Полученные данные опыта № 3 приведены в таблице 4.

Негативное влияние на развитие проростков оказали продукты транспирации из листьев картофеля. Данные опыта № 4 приведены в таблице 5.

Таблица 4

**Влияние воздушных экзометаболитов растений, поглощенных углем,  
на прорастание семян огурца, см**

Вариант	2 дня	4 дня
	корни	корни
Томат	1,1±0,1	2,8±0,6
Картофель	0,4±0,2	2,3±1,1
Копытень	0,8±0,5	2,2±0,3
Ель	0,7±0,0	2,6±0,2
Полынь	0,9±0,1	3,3±0,4
Пион	1,2±0,2	3,5±0,5

Таблица 5

**Влияние воздушных экзометаболитов растений  
на прорастание семян кресс-салата, см (t = 2 дня)**

Вариант	Растения-доноры	Размер проростков биотеста		к/с
		корни	стебли	
Экзометаболиты, растворенные в воде	Томат	2,2±0,2	1,4±0,06	1,6
	Картофель	1,6±0,2	1,1±0,2	1,4
	Копытень	2,6±0,2	1,4±0,1	1,9
	Ель	0,8±0,2	0,7±0,1	1,1
	Полынь	1,5±0,3	0,8±0,1	1,8
	Пион	2,2±0,3	1,0±0,2	2,2

Как видим из представленных данных, влияние экзометаболитов из порезанных листьев, поглощаемых водой, на биотест отличается от непосредственного влияния экзометаболитов на прорастание семян. Более благоприятное влияние на развитие проростков кресс-салата оказали продукты транспирации из листьев копытня; отрицательное действие оказали воздушные экзометаболиты на листья ели и полыни. Данные опыта № 5 приведены в таблице 6.

Как следует из данных, представленных в таблице 6, влияние воздушных

экзометаболитов разных растений на прорастание семян отличается как для разных растений-акцепторов, так и для прорастания разных семян растений-доноров. На прорастание семян фасоли благоприятно повлияли экзометаболиты пиона, тыквы, ели; негативно повлияли продукты транспирации листьев папоротника, мяты.

На прорастание семян пшеницы благоприятно повлияли продукты транспирации из листьев мяты и ели, отрицательно – продукты транспирации из листьев полыни, папоротника, сфагнома, пиона.

Таблица 6

**Влияние запаха растений на развитие проростков пшеницы, редиса, фасоли;  
X ± m (t = 4 дня)**

Растение, выделяющее воздушные экзометаболиты	Фасоль, см	Пшеница, см		Редис, см	
	корни	корни	стебли	корни	стебли
Пион	1,8±0,1	0,0	0,0	1,4±0,3	1,2±0,2
Контроль	1,0±0,6	0,8±0,3	0,1±0,1	0,7±0,2	0,7±0,2
Мята	0,7±0,7	3,2±0,7	1,2±0,6	1,6±0,8	1,2±0,6
Сфагнум	0,7±0,3	0,0	0,0	0,2±0,2	0,2±0,2
Тыква	2,2±0,4	1,2±0,7	0,4±0,3	1,1±0,3	0,9±0,4
Полынь	1,4±0,2	0,0	0,0	1,0±0,5	0,9±0,5
Укроп	1,5±0,5	0,5±0,5	0,2±0,2	1,3±0,4	0,9±0,5
Папоротник	0,0	0,0	0,0	2,0±1,2	1,0±1,0
Таволга	0,9±0,6	1,0±1,0	0,3±0,3	0,2±0,2	0,3±0,3
Ель	1,8±0,3	1,7±0,9	0,7±0,5	1,2±0,2	0,7±0,2

На прорастание семян редиса благоприятно повлияли продукты транспирации

листьев папоротника и мяты, отрицательно – продукты транспирации таволги, сфагнома.

*Влияние на биотесты экзометаболитов листьев доноров*

В опыте № 6 изучено влияние на прорастание семян воздушных

экзометаболитов листьев декоративных растений: дифенбахии, пахистахиса, эхи- нантуса. Полученные данные приведены в таблицах 7, 8.

Таблица 7

**Длина корней и стеблей проростков фасоли через 7 дней после облучения, см**

№	Донор	Корни	Стебли
		max, см	
1	Дифенбахия	9	2,5
2	Пахистахис	0,5	5
3	Эхиантус	0	1,5
4	Контроль	max кол-во – 10	

Как следует из полученных данных, в недельный период развития большее влияние на образование корней фасоли оказали экзометаболиты дифенбахии, на развитие стеблей – экзометаболиты пахистахиса. При развитии еще через

две недели влияние на биотест-проростки фасоли экзометаболитов доноров изменилось: лучшее стимулирующее влияние оказали экзометаболиты дифенбахии, но хуже – экзометаболиты не пахистасиса, а эхиантуса.

Таблица 8

**Влияние воздушных экзометаболитов растений на развитие фасоли, см**

№	Растение-донор	Масса, г		Длина, см		Число побегов
		Корни	Стебли	Стебли, min	Стебли, max	
1	Дифенбахия	1,69	4,54	19,5	59,5	3
2	Пахистахис	0,71	1,73	-	14	1
3	Эхиантус	0,83	1,49	15	16	2
4	Контроль	2,21	6,62	22	55,5	3

Под влиянием экзометаболитов дифенбахии длина самого длинного побега донора составила 59,5 см, длина самого короткого – 19,5 см. Под влиянием экзометаболитов пахистахиса длина самого длинного побега составила 14 см. Под влиянием экзометаболитов эхиантуса длина самого длинного побега составила 16 см, длина короткого – 15 см. В контрольном варианте длина самого длинного побега составила 55,5 см, длина короткого – 22 см.

Таким образом, экзометаболиты разных растений неодинаково действуют на биотесты.

Экзометаболиты одного растения неодинаково действуют на разные биотесты: проявляется эффект синергизма и антагонизма донора и акцептора.

Эффект действия экзометаболитов одного растения на другие будет отличаться от сочетания факторов внешней среды.

Эффект действия одного растения на другое отличается в разные фазы развития растения-донора и проявляется по-разному при последовательном развитии донора.

В опыте № 7 изучалось влияние на прорастание семян тыквы крупнолистной «Россиянка» конденсатов запаха цветов актинидии (1), желтых цветов (2), роджерии (листья – 3), актинидии (листья – 4).

По полученным данным, испарение из цветов и листьев оказывает разное влияние на развитие биотеста (семена тыквы), максимальный вес составил 143 шт., минимальный вес – 30 шт.

С нашей точки зрения, влиять друг на друга будут и прорастающие семена. По полученным нами данным (опыт № 8), при прорастании семян свеклы размер проростков составлял  $5,5 \pm 0,9$  см, размер стеблей –  $4,6 \pm 0,6$  см. При проращивании совместно щавеля и свеклы размер корней свеклы составлял  $3,1 \pm 1,1$  см, размер стеблей –  $3,1 \pm 1,1$  см, что подтверждает их антагонизм ( $t = 1$  неделя). Очевидно, друг на друга могут влиять как надземные, так и корневые части растений, если исходить из опыта № 9. Данные оценки этого влияния приведены в таблице 9.

## Изменение развития биотестов и свойств почв за счет взаимовлияния растений

Вариант	Размер проростков, см (n = 4-10)	pH	Eh, мВ по ХСЭ
Контроль			
Резьба	4,1	5,9	284,5
Горчица	1,3	6,1	313,5
Укроп	2,9	5,6	298,5
Морковь	3,5	6,0	272,7
Перегородка в воздухе (горчица-резьба)			
Резьба	3,9	6,5	231,7
Горчица	0,5	6,5	
Перегородка в воздухе (морковь-укроп)			
Морковь	4,1	6,2	239,1
Укроп	2,9	6,2	
Перегородка в почве (горчица-резьба)			
Резьба	3,7	5,2	283,9
Горчица	1,0	5,3	261,7
Перегородка в почве (морковь-укроп)			
Морковь	20,5	5,9	220,1
Укроп	1,7	5,9	291,8

Как видим из представленных данных, разделение «хороших» соседей (горчицы и репы) привело к ухудшению их развития как при перегородке в воздухе, так и при перегородке в почве. При этом величина pH при перегородке в воздухе, при перегородке в почве у репы уменьшилась. Величина Eh при перегородке в воздухе уменьшилась, что соответствует теоретическим закономерностям снижения Eh с ростом pH.

Таким образом, положительное влияние друг на друга репы и горчицы ингибируется при разделении как их надземных органов, так и их корневых систем. В несколько большей степени это разделение повлияло на горчицу, причем под горчицей произошло подщелачивание среды и понижение Eh.

При оценке влияния друг на друга «плохих» соседей (моркови и укропа) в опыте № 9 при их разделении произошло резкое увеличение развития моркови при некотором ухудшении развития укропа. При разделении влияния друг на друга биотестов величина pH несколько возросла. Величина Eh при разделении их надземных органов снизилась, при разделении корневых систем – возросла.

Растения выделяют с транспирацией биофильные элементы, содержание которых может являться фактором их взаимовлияния [10].

### Выводы

1. Воздушные экзометаболиты порезанных листьев растений достоверно

влияют на биотесты прорастания семян огурца, кресс-салата. Большое стимулирующее влияние оказали продукты транспирации из листьев копытня, большее ингибирующее влияние – продукты транспирации из хвои ели, листьев полыни и картофеля.

2. Влияние воздушных экзометаболитов разных непорезанных листьев растений на биотесты – прорастание семян – существенно отличается по действию как на одни биотесты, так и на разные биотесты. Большое негативное влияние на прорастание семян фасоли, пшеницы, редиса оказали продукты транспирации из сфагнома, полыни, папоротника. Влияние на прорастание семян биотестов продуктов транспирации листьев яблони также отличается при действии на разные биотесты.

3. Продукты транспирации из листьев доноров, поглощенные активированным углем и замерзшей водой, также действуют на прорастание семян биотестов.

4. На прорастание семян биотестов действуют как продукты транспирации из листьев и цветов, так и информационно-энергетические поля растений, обусловленные протекающими в них процессами метаболизма.

5. Влияние растений друг на друга обуславливалось как взаимодействием продуктов транспирации из них, так и взаимодействием корневых систем (возможно, конкуренцией за биофильные элементы и взаимовлиянием корневых выделений).

6. Взаимовлияние отдельных культур необходимо учитывать в смешанных

посевах, но оно может отличаться на разных почвах и в зависимости от систем обработки и применения удобрений.

#### Библиографический список

1. Интегральная оценка газового режима в системе почва-растение / И.М. Габбасова, И.И. Васенев, В.И. Савич // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3(43). – С. 7-11.

2. Гродзинский А.М. Химическое взаимодействие растений. – Киев: Наук. Думка, 1981. – 200 с.

3. Гуляев П.И., Заботин В.И. Электрические поля биообъектов // В кн. Электромагнитные поля в биосфере. – Т. 1. – М.: Наука, 1984. – С. 118-125.

4. Гуревич А.А. Энергетические основы митогенетического излучения и его регистрация на фотоумножителях. – М.: Медицина, 1979. – 150 с.

5. Жирмунская Н.М. Хорошие и плохие соседи на огородной грядке. – М.: Маркетинг, 1996. – 50 с.

6. Немерюк Г.Е., Гехаев Т.Я. Вынос ионов растениями с транспирацией парами изпочвы в атмосферу при вегетации овощных и кормовых культур // Труды Кубанского СХИ. Вып. 132(160). – Краснодар: КубСХИ, 1976. – С. 55-57.

7. Савич В.И., Седых В.А., Багомедова Г.Б. Влияние физических информационно-энергетических полей почв и растений на развитие проростков / Сб. Человек и животные. – Астрахань: АГУ, 2012. – С. 148-153.

8. Савич В.И., Гукалов В.Н., Белопухов С.Л. Морфогенетические поля как фактор почвообразования и плодородия почв // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 22. – С. 194-197.

9. Савич В.И., Белопухов С.Л., Гукалов В.В. Агроэкологические аспекты при выделении гуматов избиомассы растений и органических удобрений. Агрономическая оценка продуктов испарений из почв

и транспирации растений // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. № 23. – С. 139-142.

10. Савич В.И., Сычев В.Г., Балабко П.Н. Баланс биофильных элементов в системе почва-растение // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1(37). – С. 14-20.

11. Шлиппенбах И.Я. Аэральные поля растений // Вестник ЛГУ. Серия «Биология». – 1980. – Т. 2. № 9. – С. 79-84.

Материал поступил в редакцию 30.07.2020 г.

#### Сведения об авторах

**Савич Виталий Игоревич**, доктор с.-х. наук, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Тимирязевская, 49; e-mail: savich.mail@gmail.com

**Сорокин Андрей Евгеньевич**, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО МАИ; 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, 4; e-mail: kax614@mail.ru

**Бородина Кира Сергеевна**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Тимирязевская, 49; e-mail: kira.boroda@yandex.ru

**Сакало Татьяна Александровна**, лаборант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Тимирязевская, 49; e-mail: sackalo.tatjana@yandex.ru

**Соколова Анна Сергеевна**, лаборант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, Тимирязевская, 49; e-mail: annochka\_sokolova@mail.ru

**Белова Софья Викторовна**, магистрант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, Тимирязевская, 49; e-mail: zonechka-belka@mail.ru

V.I. SAVICH<sup>1</sup>, A.E. SOROKIN<sup>2</sup>, L.P. SAKALO<sup>1</sup>, A.S. SOKOLOVA<sup>1</sup>, S.V. BELOVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Moscow aviation institute (national research university), Moscow, Russian Federation

## EFFECT OF PLANT AIR EXOMETABOLITES AND THEIR INFORMATION-ENERGY FIELDS ON BIOLOGICAL TESTS

*The paper demonstrates that air exometabolites of plant natural and cut leaves and flowers are proved to effect the bio tests – seed germination. The degree and character of this influence quantity and character differ for various donor and acceptor plants.*

*The biological action of products of plants transpiration remains under its accumulation in the activated carbon and frozen water. It is shown that the interaction of some plants on the others is caused by the interrelation of both aboveground organs and root systems. So, under beetroot seed generation the size of the seedlings roots in the controlled variant was  $5.5 \pm 0.9$  cm, the stem size was  $4.6 \pm 0.6$  cm. When growing sorrel and beetroot seeds together, the beetroot size of the roots was  $3.1 \pm 1.0$  cm; the stem size was  $3.1 \pm 1.0$  cm. It seems feasible to take into consideration this influence under combined planting of several crops.*

*Plants interaction, soil fatigue, products of transpiration, interaction, soil fatigue, products of transpiration.*

### References

1. **Gabbasova I.M.** Integralnaya otsenka gazovogo rezhima v sisteme pochva-rastenie / I.M. Gabbasova, I.I. Vasenev, V.I. Savich // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 3(43). – S. 7-11.

2. **Grodzinsky A.M.** Himicheskoe vzaimodejstvie rastenij. – K.: Nauk. Dumka, 1981. – 200 s.

3. **Gulyaev P.I., Zabotin V.I.** Elektricheskie polya bioobjektov / V kn. Elektromagnitnye polya v biosfere. T. 1. – M.: 1984. – S. 118-125.

4. **Gurevich A.A.** Energeticheskie osnovy mitogeneticheskogo izlucheniya ego registratsiya na fotoumnozhitelyah. – M.: Meditsina, 1979. – 150 s.

5. **Zhirmunskaya N.M.** Horoshie i plohie sosedi na ogorodnoj gryadke. – M.: Marketing, 1996. – 50 s.

6. **Nemeryuk G.E., Gehaev T.Ya.** Vynos ionov rasteniyami s transpiratsiej parami iz pochvy v atmosferu pri vegetatsii ovoshchnyh i kormovyh kultur. / Trudy Kubanskogo SHI. – vyp. 132(160). – Krasnodar: KubSHI, 1976. – S. 55-57.

7. **Savich V.I., Sedyh V.A., Bagomedova G.B.** Vliyanie fizicheskikh informatsionno-energeticheskikh polej i rastenij na razvitie / Sb: «Chelovek i zhivotnyye». – Astrahan: AGU, 2012. – S. 148-153.

8. **Savich V.I., Gukalov V.N., Belopukhov S.L.** Morfogeneticheskie polya, kak factor pochvoobrazovaniya i plodorodiya pochv // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2014. – t. 17. № 22. – S. 194-197.

9. **Savich V.I., Belopukhov S.L.** Gukalov, V.N. Agroekologicheskie aspekty pri vydelenii gumatov iz biomassy rastenij i organicheskikh udobrenij. Agronomicheskaya otsenka produktov isparenij iz pochv i transpiratsii rastenij // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2015. – t. 18. № 23. – S. 139-142.

10. **Savich V.I., Cychev V.G., Balabko P.N.** Balans biofilnyh elementov v sisteme pochva-rastenie // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 1(37). – S. 14-20.

11. **Shlippenbah I.Ya.** Aeralnye polya rastenij // Vestnik LGU. ser. «Biologiya». – 1980. – t. 2. № 9. – S. 79-84.

The material was received at the editorial office  
30.07.2020

### Information about the authors

**Savich Vitalij Igorevich**, doctor of agricultural sciences, professor of the department of soil science, geology and landscape science RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya, 49; e-mail: savich.mail@gmail.com

**Sorokin Andrej Evgenjevich**, candidate of economic sciences, head of the department of ecology and life safety FSBEI HE MAI; 125993, Moscow, Volokolamskoe shosse, 4, e-mail: kax614@mail.ru

**Borodina Kira Sergeevna**, assistant of the department of soil science, geology and landscape science RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya, 49, e-mail: kira.boroda@yandex.ru

**Sakalo Tatjana Aleksandrovna**, laborant of the department of soil science, geology and landscape science RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya, 49, e-mail: sackalo.tatjana@yandex.ru

**Sokolova Anna Sergeevna**, laborant of the department of soil science, geology and landscape science RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya, 49, e-mail: annochka\_sokolova@mail.ru

**Belova Sofya Victorovna**, master student of the department of soil science, geology and landscape science RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya, 49, e-mail: zonechka-belka@mail.ru