

# ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ОВОЩНЫХ СЕЛЬДЕРЕЙНЫХ КУЛЬТУР



*Бухаров А.Ф. – зав. лаб. «Селекция капустных культур», доктор с.-х. наук*

*Балеев Д.Н. – н.с. отдела «Семеноводство и семеноведение», кандидат с.-х. наук*

*ГНУ Всероссийский НИИ  
овощеводства Россельхозакадемии  
140153, Московская обл.,  
Раменский р-н., д. Веряя, стр. 500  
Тел. +7(495)558-45-22,  
e-mails: afb56@mail.ru; baleev.dmitry@yandex.ru*

***Показан вклад основных факторов и эффектов их взаимодействий в развитие показателя аллелопатической активности семян. Выявлена специфика распределения долей влияния факторов в зависимости от концентрации экстрактов.***

***Ключевые слова:*** аллелопатия, семена, сельдерей, петрушка, пастернак, укроп, доля влияния фактора.

## **Введение**

Растение, являясь открытой системой, осуществляет обмен веществ с внешней средой, в том числе с другими растениями. Химические взаимоотношения, выполняющие регуляторные функции и получившие название аллелопатии, являются составной частью целостной системы адаптации растений к условиям внешней среды, что и определяет актуальность изучения этого явления. Учитывая, что отношения между живыми организмами носят всегда взаимный характер и испытывают влияние в широких пределах изменяющихся абиотических факторов, аллелопатический эффект подвержен значительной изменчивости [5]. Аллелопатия является мощным, глобальным природным фактором жизни растений, который оказывает влияние на рост и развитие растений, путем воздействия химических веществ, выделяемых растениями во внешнюю среду [2].

Взаимные влияния растений в фитоценозах проявляются как через корневые системы, так и через надземные органы, в том числе и семена. Все эти взаимовлияния весьма сложны и все еще мало изучены [4]. Аллелопатия представлена как химическое взаимодействие растений [2] на всех уровнях их развития, включая микроорганизмы [9]. Изучение аллелопатической активности проводится различными методами: с использованием смывов с листьев, почвы, выделения корней, экстракты из различных органов растений, включая семена. При этом экстракты готовятся как из сухих семян, так и набухших или проросших в целом или измельченном состоянии. В качестве тест-объекта в основном используется редис.

Ранее было выявлено, что на степень проявления аллелопатического эффекта зонтичных культур оказывали существенное влияние экологический фактор, концентрация экстракта, биологические особенности, как доноров, так и акцепторов [1, 8].

Целью настоящей работы было совершенствование методики исследования аллелопатической активности, в том числе изучение активности экстрактов из семян сельдерейных культур различных концентраций в зависимости от видовой специфики донорных культур, тестеров, экологических условий и взаимодействия этих факторов и выявления доли влияния каждого из них.

### Методика

Работа выполнена во ВНИИ овощеводства в 2008-2010 годах. В качестве объектов – доноров для проведения исследований использовали семена сельдерея корневого (*Apium graveolens*) – сорт Купидон, петрушки корневой (*Petroselinum crispum*) – сорт Любаша, пастернака (*Pastinaca sativa*) – сорт Кулинар и укропа (*Anethum graveolens*) – сорт Кентавр.

Для приготовления водной вытяжки необходимой концентрации соответствующие навески семян сельдерейных культур (2,5; 5,0 и 10,0 г) растирали в ступке с кварцевым песком. К подготовленной навеске добавляли 100 мл дистиллированной воды. Во избежание образования болезнетворной микрофлоры воду перед использованием доводили до кипения. Экспозиция экстракции составляла 1 час, затем проводили фильтрацию раствора через бумажный фильтр.

В качестве объектов – тестеров использованы семена овощных культур – редис (*Raphanus sativus*), салат (*Lactuca sativa*), капуста японская (*Brassica chinesis var. Japonica*), кресс-салат (*Lepidium sativum*), горчица (*Brassica juncea*). Семена тест-культур раскладывали в

чашки Петри, в которые были добавлены вытяжки из семян исследуемых сельдерейных культур, и проращивали их в термостате при постоянной температуре (23°C). В качестве контроля использована вода. Повторность опыта трехкратная, всхожесть определяли по ГОСТу 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур, методы определения всхожести». Математическую обработку результатов осуществляли по методике Б.А. Доспехова [3].

### Результаты и обсуждение

Исследования показали, что под влиянием 2,5% экстракта из семян *Apium graveolens* в среднем за три года исследований тест-объекты *Brassica chinesis var. Japonica* и *Brassica juncea* снижали всхожесть семян только на 1,0 и 4,0% соответственно. Наиболее активно на вытяжку из семян *Apium graveolens* реагировал *Lepidium sativum*, при этом за годы исследований прорастания не отмечено. В этом варианте на 15,0% снизилось прорастание *Lactuca sativa*. Для *Raphanus sativus* за годы исследований отмечено стабильное снижение всхожести до 79,0%, что на 9,0% ниже контроля (табл. 1).

Вытяжка из семян *Anethum graveolens* также проявляла невысокую аллелопатическую активность. Однако в 2008 году отмечено полное подавление прорастания *Lepidium sativum*, а в 2009-2010 годах число проросших семян не превышало 10,0-12,0%, что ниже контроля на 86,0-88,0%. Экстракт из семян *Anethum graveolens* снижал всхожесть культур-акцепторов *Raphanus sativus* и *Brassica chinesis var. Japonica* в среднем по сравнению с контролем на 8,0-5,0%. Следует отметить нестабильность эффекта, поскольку семена указанных культур-тестеров достаточно активно прорастали в 2008 году и снижали процент проросших семян в 2009-2010 годах.

Экстракт из семян *Petroselinum crispum* умеренно и относительно стабильно снижал всхожесть семян *Raphanus sativus*, *Lactuca sativa* (на 9,0-12,0%). Причем эффект на этих тест-культурах в разные годы был разнонаправлен. У *Lepidium sativum* под влиянием экстракта из семян *Petroselinum crispum* в 2008 году отмечено отсутствие прорастания семян, а в 2009 и 2010 годах угнетение было менее значительное, и прорастание снижалось на 28,0-33,0%. Прорастание семян *Raphanus sativus* в среднем за годы исследований снизилось на 9,0%.

Экстракт из семян *Pastinaca sativa* за годы исследований показал стабильное угнетение тест-объектов. *Lepidium sativum*, как и в других вариантах, наиболее сильно снижал всхожесть семян в течение трех лет исследова-

## ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

ний. Значительное угнетение отмечено для *Brassica chinensis* var. *Japonica*, процент прорастания составил 86,0%, что ниже контроля на 12,0%.

При использовании 5,0% экстрактов максимальную аллелопатическую активность проявляли семена *Anethum graveolens*. *Lepidium sativum* в этом варианте стабильно в течение трех лет не имел проросших семян. Экстракт из семян *Anethum graveolens* снижал всхожесть культур-акцепторов, особенно *Lactuca sativa* (в среднем за три года исследований на 90,0 %), а также *Raphanus sativus* (на

30,0%). Слабее было действие на *Brassica chinensis* var. *Japonica* и *Brassica juncea* в среднем процент прорастания составлял 92,0 и 72,0% соответственно, что на 6,0 % ниже контрольного варианта (табл. 1).

При действии экстракта из семян *Apium graveolens* в течение трех лет испытаний не получено проростков *Lepidium sativum*. Наиболее активно на вытяжку из семян *Apium graveolens* реагировал *Lactuca sativa*, при этом процент прорастания составил в среднем 21,0%, что на 78,0% ниже контроля. Использование в качестве тестера

### 1. Влияние экстрактов из семян сельдерейных культур различной концентрации на прорастание семян тест – объектов (2008 – 2010 годы), %

Вариант	Тест – объект				
	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Brassica chinensis</i> var. <i>Japonica</i>	<i>Lepidium sativum</i>	<i>Brassica juncea</i>
<b>концентрация экстрактов 2,5%</b>					
Контроль	98,0	99,0	98,0	94,0	88,0
<i>Anethum graveolens</i>	80,0	99,0	93,0	7,0	84,0
<i>Apium graveolens</i>	79,0	84,0	97,0	0	84,0
<i>Petroselinum crispum</i>	89,0	87,0	95,0	45,0	84,0
<i>Pastinaca sativa</i>	91,0	93,0	86,0	56,0	84,0
HCP <sub>05</sub>	1,7 – 2,1	0,9 – 1,9	1,0 – 2,2	1,0 – 2,7	1,0 – 2,1
<b>концентрация экстрактов 5,0%</b>					
Контроль	98,0	99,0	98,0	94,0	88,0
<i>Anethum graveolens</i>	68,0	9,0	92,0	0	72,0
<i>Apium graveolens</i>	79,0	21,0	91,0	0	68,0
<i>Petroselinum crispum</i>	82,0	60,0	87,0	9,0	78,0
<i>Pastinaca sativa</i>	83,0	89,0	75,0	52,0	67,0
HCP <sub>05</sub>	1,1 – 2,2	1,0 – 2,5	0,9 – 2,2	1,0 – 2,6	1,1 – 2,2
<b>концентрация экстрактов 10,0%</b>					
Контроль	98,0	99,0	98,0	93,7	87,7
<i>Anethum graveolens</i>	32,3	0	11,9	0	28,4
<i>Apium graveolens</i>	41,7	3,3	49,6	0	51,3
<i>Petroselinum crispum</i>	41,7	48,1	51,3	0	66,9
<i>Pastinaca sativa</i>	39,2	40,9	14,4	13,6	49,4
HCP <sub>05</sub>	0,9 – 2,0	1,0 – 2,0	1,0 – 2,3	0,7 – 2,1	1,0 – 2,5

*Raphanus sativus* и *Brassica chinensis* var. *Japonica* выявило снижение всхожести семян на 19,0 и 6,0% соответственно.

Экстракт из семян *Petroselinum crispum* умеренно и относительно стабильно снижал всхожесть семян *Lactuca sativa*, *Brassica juncea*, *Brassica chinensis* var. *Japonica* (на 10,0-39,0%). Процент прорастания семян *Raphanus sativus* находился ниже контроля на 16,0%. У *Lepidium sativum* под влиянием экстракта из *Petroselinum crispum* отмечено отсутствие или минимальное прорастание семян.

Стабильным аллелопатическим влиянием на всхожесть семян всех тестеров обладал экстракт из семян *Pastinaca sativa*. Снижение всхожести семян *Lactuca sativa* и *Brassica juncea* в течение трех лет не превышало 10,0-21,0%. Несколько сильнее экстракт из семян *Pastinaca sativa* влиял на всхожесть семян *Lepidium sativum*, снижая ее в среднем на 23,0%.

При использовании 10,0% экстракта выявлено, что максимальную фитотоксичность проявляли семена *Anethum graveolens*, *Lepidium sativum* и *Lactuca sativa* в этом варианте стабильно в течение трех лет совсем не имели проросших семян. Экстракт из семян *Anethum graveolens* снижал всхожесть культур-акцепторов *Raphanus sativus*, *Brassica chinensis* var. *Japonica* и *Brassica juncea* в среднем по сравнению с контролем на 65,7-80,1%.

Следует однако отметить нестабильность эффекта, поскольку семена всех трех культур-тестеров достаточно активно прорастали в 2008 году (отмечен даже стимулирующий эффект на семенах *Brassica juncea*) и резко снижали процент проросших семян в 2009-2010 годах.

Под влиянием экстракта из семян *Apium graveolens* *Brassica chinensis* var. *Japonica* и *Brassica juncea* снижали всхожесть семян в 2008 году на 27,0-34,9%, в 2009 году – на 39,0-58,0% и 2010 году – на 27,0-34,9%. Наиболее активно на вытяжку из семян *Apium graveolens* реагировали *Lactuca sativa* и *Lepidium sativum*. Использование в качестве тестера *Raphanus sativus* выявило резкое снижение всхожести семян в 2009 и 2010 годах (на 81,0-88,0%) и отсутствие влияния на всхожесть семян тестовой культуры в 2008 году.

Экстракт из семян *Petroselinum crispum* умеренно и относительно стабильно снижал всхожесть семян *Lactuca sativa*, *Brassica juncea*, *Brassica chinensis* var. *Japonica* (на 8,0-68,0%). Причем эффект на этих тест-культурах в разные годы был разнонаправлен. У *Lepidium sativum* под влиянием экстракта из семян *Petroselinum crispum* стабильно в течение трех лет отмечено отсутствие прорастания семян. Прорастание семян *Raphanus sativus* в 2008 году находилось на уровне контроля, а 2009 и 2010 годах резко (на 83,0- 86,0%) снизилось.

Стабильным аллелопатическим влиянием на всхожесть семян всех тестеров (за исключением *Raphanus sativus*, показавшим низкую стабильность по годам) обладал экстракт из семян *Pastinaca sativa*. Снижение всхожести семян *Lactuca sativa* и *Brassica juncea* в течение трех лет не превышало 56,3%. Несколько эффективнее экстракт из семян *Pastinaca sativa* влиял на всхожесть семян *Lepidium sativum* и *Brassica chinensis* var. *Japonica* снижая их всхожесть в среднем на 80,1-83,6%.

Дисперсионный анализ по каждой концентрации за три

Рис. 1. Доля влияния факторов на показатель аллелопатической активности при использовании 2,5% водного экстракта (2008-2010 годы)

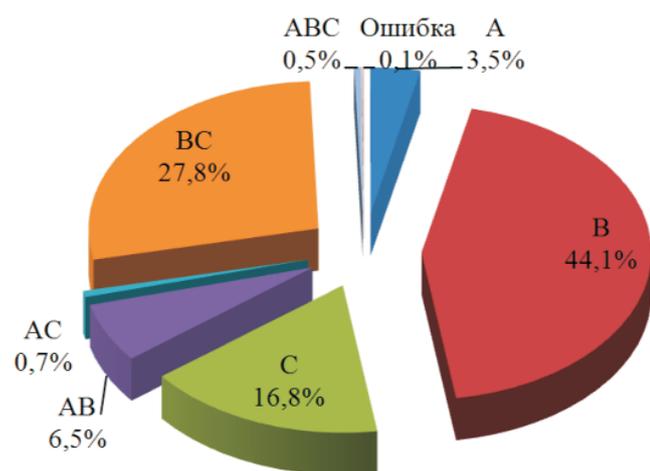
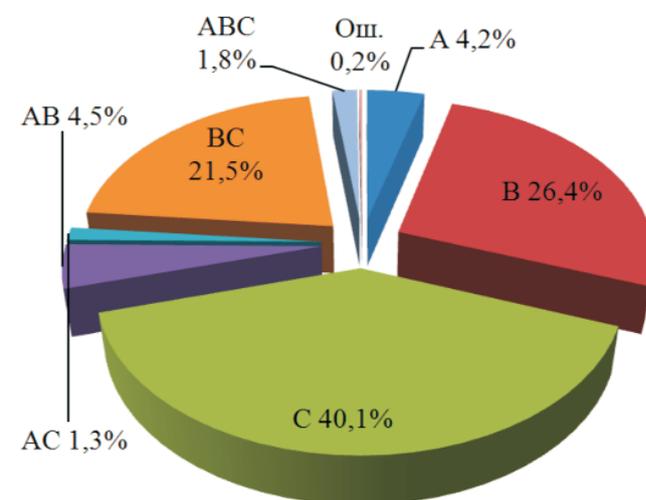
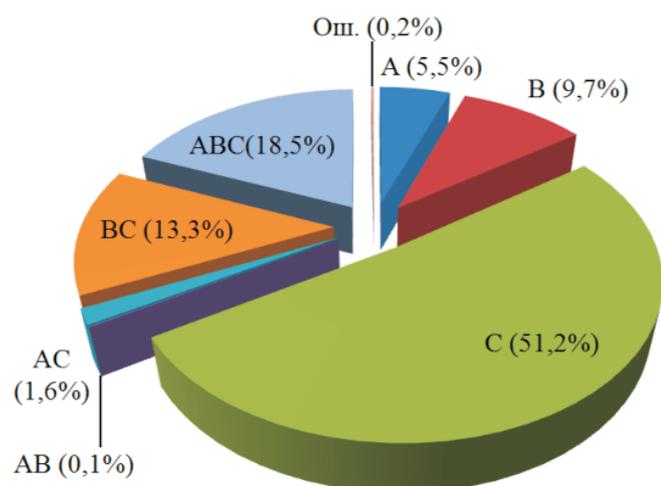


Рис. 2. Доля влияния факторов на показатель аллелопатической активности при использовании водного 5,0% экстракта (2008-2010 годы)





**Рис.3. Доля влияния водного 10,0% экстракта на показатель аллелопатической активности (2008-2010 годы)**

года исследований позволил выявить высокую достоверность различий между эффектами экологического фактора (A), генотипов – доноров (C), средовых факторов или тестеров (B) и их взаимодействия (за исключением взаимодействия AxB при использовании экстракта 10% концентрации).

Выявлено, что при использовании 2,5% экстрактов, максимальное влияние на изучаемый признак оказывали культуры тестеры, вклад которых в изменчивость составил 44,1% (рис. 1). Доля влияния доноров составила 16,8%, а экологического фактора – 3,5%.

Вклад эффектов взаимодействия факторов в изменчивость показателя аллелопатической активности 2,5% экстрактов из семян сельдерейных культур изменялся от 0,5% до 27,8%. Суммарный вклад всех форм взаимодействия факторов (основными из которых являлись AxB и BxC) составлял 35,5%.

При использовании экстрактов 5,0% концентрации максимальное влияние на изучаемый признак также ока-



**Пастернак: растения, соцветия, семена**



зывали культуры тестеры, вклад которых в изменчивость составил 40,1% (рис.2). Доля влияния доноров составила 26,4%, а экологического фактора 4,2%.

Вклад эффектов взаимодействия факторов в изменчивость показателя аллелопатической активности 5,0% экстракта из семян сельдерейных культур изменялся от 1,3% до 21,5%. Суммарный вклад всех форм взаимодействия факторов (основными из которых являлся ВхС) составлял 29,1%.

Максимальное влияние на изучаемый признак оказывали экстракты 10,0% концентрации из сельдерейных культур – доноров, вклад которых в изменчивость составил 51,2% (рис. 3).

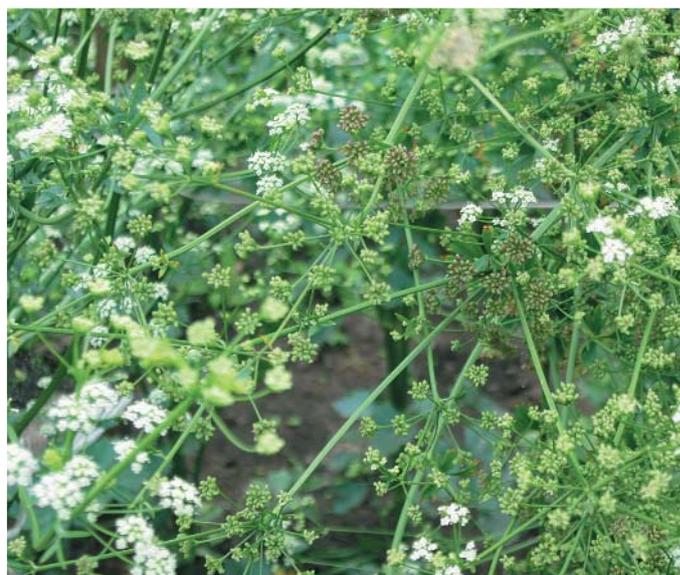
Доля влияния тестеров и экологического фактора составили соответственно 9,7 и 5,5%. Вклад эффектов взаимодействия факторов в изменчивость показателя аллелопатической активности 10% экстракта из семян сельдерейных культур составлял от 1,6% до 18,5%. Суммарный вклад всех форм взаимодействия факторов (основными

из которых являлись ВхС и АхВхС ) составлял 33,5%.

Следует отметить весьма значительную (18,5%) долю влияния комплекса взаимодействия всех трех факторов, который превышал самостоятельный вклад тестеров и экологического фактора, уступая по влиянию только фактору доноров.

### Заключение

Таким образом, трехлетние исследования по изучению влияния водных 2,5% экстрактов из семян четырех сельдерейных культур на прорастание пяти тестеров, показали, что максимальное влияние на проявление аллелопатической активности оказывал фактор культур – тестеров, вклад которого в изменчивость признака составил 44,1%. Тестеры как самостоятельный фактор (16,8), и во взаимодействии с фактором донорных растений (60,9%) обеспечивают преимущественный вклад в изменчивость показателя аллелопатической активности.



**Сельдерей: растения, соцветия, семена**



При увеличении концентрации экстрактов до **5,0%** максимальное влияние на проявление аллелопатической активности по-прежнему оказывал фактор культур – тестеров, однако вклад его в изменчивость признака уменьшился и составил 40,1%. Роль донорных растений как самостоятельного фактора напротив, увеличилась до 26,4%. Эти два фактора в комплексе также обеспечивают преимущественный вклад (66,5%) в изменчивость показателя аллелопатической активности.

Роль тестовых культур при использовании максимальной 10,0% концентрации экстрактов резко снизилась до 9,7%. Фактор донорных сельдерейных культур стал доминирующим, его вклад в изменчивость показателя аллелопатической активности достиг 51,2%. Суммарный эффект этих двух факторов также достиг максимального значения

## ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

– 74,2%, обеспечивая преимущественный вклад в изменчивость показателя аллелопатической активности.

На долю случайного фактора при всех трех изученных концентрациях экстрактов приходилось менее 1%, что обусловлено проведением исследований в жестко контролируемых условиях опыта.

Влияние погодных-климатических и эколого-географических условий на аллелопатическую активность, по-видимому, связано с нарушениями в формировании семян, что может приводить к различным морфологическим, физиологическим и биохимическим отклонениям. И как показали другие исследователи, роль экологического фактора может быть очень значительной [6, 7]. В наших исследованиях доля влияния экологического фактора, под которым мы понимаем условия, в которых выращиваются семена (как доноров, так и тестеров), изменяется от 3,5 до 5,5%. При этом доля влияния увеличивалась при повышении концентрации.

Аллелопатическая активность зависит от комплекса биологических особенностей культур доноров и тестеров, которые находятся под влиянием, как наследственных, так и ненаследственных факторов, роль которых при использовании экстрактов разной концентрации может существенно изменяться. Для полноценной характеристики аллелопатического эффекта необходимо сочетать методы, основанные на применении комплекса тестеров и использовании экстрактов разной концентрации, способствующие повышению информативности исследований. В дальнейшем необходимо подробнее исследовать действие других (более высоких) концентраций на тест-объекты.



**Укроп: растения и семена**



### Литература

1. Бухаров А.Ф. Оценка адаптивности и стабильность проявления аллелопатической активности экстрактов из семян овощных сельдерейных культур / А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев, А.Р. Бухарова // Вестник АГАУ. – 2011. - №3 (77) . – С. 36 – 39.
2. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление / А.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1991. – 430 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Иванов В.П. Экспериментальные исследования в области аллелопатии и их практическое значение для растениеводства / В. П. Иванов // Физиолого-биохимические основы взаимного влияния растений в

фитоценозе. - М.: Наука, 1966. – С. 38 – 50.

5. Наумов Г. Ф. Аллелопатические свойства выделений прорастающих семян полевых культур и их сельскохозяйственное значение / Г.Ф. Наумов // Аллелопатия и продуктивность растений. – Харьков, 1988. – С. 5 – 12.
6. Николаева М.Г. Биология семян / М.Г. Николаева, И.В. Лянгузова, Л.М. Поздова. – СПб: НИИ химии, 1999. – 232 с.
7. Овчаров К.Е. Физиологические основы всхожести семян / К.Е.Овчаров. – М.: Наука, 1969. – 279 с.
8. Baleev D.N. Allelopathic activity of seeds family of celery / D.N. Baleev, A.F. Buharov // Plant breeding and seed production. – 2009.- vol. 15.- № 4.-P. 29-33.
9. Rice E. L. Allelopathy / E. L. Rice. – New York: Acad. Press, 1974. – 353 p.