

СУБСТРАТ, НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ, КАК ФАКТОР СРЕДЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ ВЕШЕНКИ И РАССАДЫ ТОМАТА И ОГУРЦА

SUBSTRATE BASED ON PLANT WASTE, AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR IN OYSTER MUSHROOM GROWING TECHNOLOGIES AND TOMATO AND CUCUMBER SEEDLINGS

**S. Sashenkova
Yu. Koryagin
N. Koryagina
N. Chekaev**

Summary. The article presents the results of two years of research on the use of plant waste (wheat straw, sunflower husks, hemp stalks, and sawdust) as a substrate for growing oyster mushroom fruiting bodies, followed by the use of the spent substrate as part of the soil for growing tomato and cucumber seedlings. The composite substrate consisting of a mixture of straw and husks increased the growth rate of the mycelium and the yield of oyster mushrooms. The appearance of fruiting bodies was observed 5–7 days earlier than on substrates of a different composition. The biological efficiency of using such a substrate with mycelium was 27 %. The processed mushroom substrate in the composition of soil (OGP) 80 % + peat — 10 % + river sand — 10 % proved to be optimal for growing seedlings of the Yamal tomato variety and the Teshcha cucumber. The germination rate, the speed of seedling growth, the thinning of the crops, and the yield of seedlings in this variant were the best.

Keywords: plant waste, mushroom production waste, oyster mushrooms, tomato seedlings, cucumber seedlings.

Сашенкова Светлана Анатольевна

Кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО
Пензенский государственный аграрный университет
sashenkova.s.a@pgau.ru

Корягин Юрий Викторович

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВПО Пензенский государственный
аграрный университет
koryagin.y.v@pgau.ru

Корягина Наталья Викторовна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВПО Пензенский государственный
аграрный университет
koryagina.n.v@pgau.ru

Чекаев Николай Петрович

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВПО Пензенский государственный
аграрный университет
chekaev.n.p@pgau.ru

Аннотация. В статье приведены результаты двухлетних исследований по использованию растительных отходов (пшеничной соломы, лузги подсолнечника, костры безалкалоидных сортов конопли и опилок) в качестве субстрата для получения плодовых тел вешенки устричной с последующим использованием отработанного субстрата в составе грунта для получения рассады томата и огурца. Композитный субстрат из смеси соломы и лузги способствовал увеличению скорости роста мицелия и урожайности вешенки. Появление зачатков плодовых тел отмечалось на 5–7 дней раньше, чем на субстратах иного состава. Биологическая эффективность использования такого субстрата мицелием составляла 27 %. Отработанный грибной субстрат в составе почвогрунта (ОГП) 80 % + торф — 10 % + речной песок — 10 % оказался оптимальным для выращивания рассады томата сорта Ямал и огурца Теща. Всхожесть, скорость роста проростков, изреженность посевов и выход рассады в этом варианте были наилучшими.

Ключевые слова: растительные отходы, отходы грибного производства, вешенка, рассада томата, рассада огурца.

Одно из основных направлений деятельности в области рационального природопользования — снижение загрязнения окружающей среды и ресурсосбережение. По данным Минсельхоза России [1] в АПК ежегодно генерируется более 770 млн т отходов, среди них — сельскохозяйственные отходы, к которым относятся органические отходы отраслей растениеводства, животноводства и перерабатывающей промышленности.

Наиболее перспективной технологией утилизации растительных отходов является их биоконверсия, когда отходы одного производства становятся сырьем для другого. При этом используются живые организмы от бактерий и дрожжей до калифорнийских червей, которые разлагают растительные остатки и образуют биогумус, широко используемый в тепличном хозяйстве [2].

Конверсия растительных отходов базидиальными грибами обладает многими преимуществами. Прежде

всего, это их способность активно разлагать лигноцеллюлозные комплексы, которые становятся доступными для дрожжей, плесневых грибов и бактерий лишь после обработки сильными кислотами, что требует значительных затрат [3]. Кроме того, вешенка и другие виды культивируемых грибов успешно используется для получения пищевых (плодовые тела) и кормовых продуктов путем обогащения малоценных грубых растительных отходов грибным белком и легкоусвояемыми углеводами [4].

В экономическом развитии современного сельского хозяйства важную роль играет сочетание различных отраслей и направлений производства [5]. Овощеводство, задачей которого является обеспечивающее население в течение всего года качественными огурцами и томатами не является исключением. Например, имеется большое количество работ, связанных с использованием пустующих площадей теплицы для выращивания съедобных грибов, прежде всего вешенки [6, 7]. Таким образом, компост на основе отходов грибоводства для выращивания рассады овощных культур мог бы послужить примером технологий замкнутого цикла, снижающих затраты на производство.

Субстрат, использующийся для выращивания посадочного материала овощных, плодовых культур и грибов, является одним из главных факторов лимитирующим жизнедеятельность живых организмов в искусственных условиях среды. От его качества и состава зависит урожайность, продолжительность вегетационного периода и, в конечном счете, число культурооборотов в теплице, которое определяет её эффективность [6].

В настоящее время на рынке присутствует огромный ассортимент грунтов для выращивания рассады овощных культур, еще больше рецептов приготовления грунта своими руками можно найти на страницах Интернета. При этом не всегда рекламируемые составы приводят к ожидаемым результатам, как в промышленном, так и личном приусадебном производстве рассады. При этом затраты на грунт составляют значительную часть расходов [8]. Поэтому широко используются в качестве грунта для выращивания рассады компосты, полученные путем конверсии органических отходов микроорганизмами, грибами, калифорнийскими червями и т.п. [2, 3]

Большое разнообразие растительных отходов способствует разработке большого числа рецептов субстрата для выращивания вешенки [7]. При этом классическим считается субстрат из пшеничной соломы. Сегодня в грибном производстве чаще используют композитные субстраты с добавлением лузги подсолнечника, опилок и других растительных отходов. Однако, как и в случае с грунтом для выращивания рассады, урожайность грибов на таких субстратах значительно варьирует. Поэтому

поиску путей оптимизации состава субстрата для выращивания грибов посвящено большое количество исследований [4, 6, 7, 9].

Учитывая выше сказанное, целью наших исследований стало изучение влияния состава субстрата на рост и развитие вешенки устричной и рассады томата и огурца для разработки технологии замкнутого цикла конверсии растительных отходов в тепличном хозяйстве.

Исследования проводились с использованием лабораторной базы и теплицы ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ в 2023–2025 гг. Использовался штамм вешенки устричной НК-35 (Duna НК-35) — один из самых удачных и распространенных гибридов вешенки, использующийся для промышленного культивирования, томат сорта Ямал и огурец сорта Тёща.

Ультраскороспелый низкорослый сорт томата Ямал предназначен для открытого грунта с продолжительным периодом плодоношения, высокой устойчивостью к недостаточной освещенности и хорошими вкусовыми качествами плодов. Гибрид огурца Тёща F1 холодостойкий, обладает комплексной устойчивостью к основным заболеваниям (мучнистая роса, толерантен к пероноспорозу), предназначен для выращивания в пленочных теплицах.

В качестве органических субстратов для выращивания вешенки использовали: пшеничную солому, лузгу подсолнечника, костру безалкалоидных сортов конопли, опилки лиственных пород и их композиты, которые готовили по общепринятым методикам [7, 10]. Для получения плодовых тел грибов использовали культивационные пакеты, в которые помещали по 1 кг сырья в сухом весе. Культивирование проводили на стеллажах по интенсивной технологии. Повторность опыта шестикратная. После получения урожая грибов (2 волны), субстрат использовали в качестве компонента рассадного грунта для овощных культур.

Отработанный субстрат, частично разложенный мицелием вешенки, смешивали и использовали для приготовления рассадного грунта. Отходы грибного производства по содержанию углерода примерно соответствуют навозу. В связи с этим доза внесения в опыте рассчитывалась, согласно существующих рекомендаций [11], и составляла 20–90 % от общего состава рассадного грунта, т.е. контрольного варианта, в котором вместо отходов грибного производства (ОГП), вносили перегной.

Для выращивания рассады растений огурца и томата был заложен вегетационный опыт согласно следующей схеме: 1. Перегной — 20 % + торф — 70 % + речной песок — 10 % (Контроль); 2. Отходы грибного производства (ОГП) 20 % + торф — 70 % + речной песок — 10 %;

3. Отходы грибного производства (ОГП) 40 % + торф — 50 % + речной песок — 10 %; 4. Отходы грибного производства (ОГП) 60 % + торф — 30 % + речной песок — 10 %; 5. Отходы грибного производства (ОГП) 80 % + торф — 10 % + речной песок — 10 %; 6. Отходы грибного производства (ОГП) 90 % + торф — 10 %.

Исследуемый почвогрунт каждого варианта насыпали в сосуды объемом 500 мл в шестикратной повторности, а затем в них высевались семена томата сорта Ямал и огурца сорта Теща. В ходе эксперимента проводили наблюдения за особенностями роста и развития рассады.

Математическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [12], также использовали компьютерную обработку данных на IBM PC/AT-486.

Перед проведением эксперимента с целью уничтожения частиц грибов и спор возбудителей болезней на внутренней поверхности стекла теплиц, после тщательной промывки, проводили опрыскивание 2 % раствором формалина. Семена огурца и томата перед посевом протравливали комбинированными препаратами для подавления возбудителей болезней, находящихся на их поверхности или в их оболочке.

Сроки обрастания, появления зачатков плодовых тел и урожайность вешенки представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние состава субстрата на плодоношения вешенки (урожайность в г/с 1 кг субстрата НСР05-6,55)

Показатель	Подсолнечная лузга + солома	Костра	Костра+опилки	Подсолнечная лузга	Солома
Полное обрастание блока, сутки	9±0,83	11±0,53	14±1,23	15±1,12	11±0,76
Появление зачатков плодовых тел, сутки	15±0,98	21±1,14	16±1,33	23±1,51	22±0,94
Урожайность, г с 1 блока	161,06	148,96	144,56	87,84	108,2
Биологическая эффективность использования субстрата, %	27	24	24	15	18

Полное обрастание культивационных мешков мицелием вешенки за 2 года исследований отмечалось на 9–15 сутки после инокуляции субстрата. Необходимо

отметить, что полное обрастание композитного субстрата из соломы и подсолнечной лузги происходило раньше, уже на 9 сутки с начала культивирования. Мешки с кострой и соломой обрастали примерно одинаково, а рост на субстрате с добавлением опилок шел несколько медленнее, но был сопоставим с ростом на подсолнечной лузге.

На однокомпонентных органических субстратах образование зачатков плодовых тел для вешенки было отмечено на 21–23 сутки культивирования, тогда как на композитных субстратах на 15–16 сутки. Можно предположить, что композитные субстраты, имея более разнообразный состав по питательным элементам и, вероятно иную плотность и условия аэрации, обеспечивали оптимальный рост мицелия, что обусловило появление зачатков плодовых тел в более ранние сроки.

Наибольшая урожайность вешенки устричной отмечена на композитном субстрате из подсолнечной лузги и соломы. На соломе (контроль) и подсолнечной лузге урожайность была существенно ниже. Добавление опилок к костре не оказало существенного влияния на урожайность вешенки, показатели на этих вариантах оказались сопоставимыми.

Биологическая эффективность использования мицелием композиционного субстрата из подсолнечной лузги и соломенной резки составила 27 %, что больше отмечаемых в литературе 20–25 %. Достаточно высоким этот показатель был для субстратов из конопляной костры — 24 %, а на подсолнечной лузге и соломе он составил всего 15 и 18 %, что указывает на низкую эффективность использования питательных веществ этих субстратов. Существенные отличия от литературных данных на этих вариантах, вероятно, обусловлены тем, что в эксперименте при подготовке субстрата в контрольных вариантах мы не использовали добавки азотных удобрений или куриного помета, предусмотренных в стандартных технологиях промышленного культивирования вешенки.

В эксперименте отмечено две волны плодоношения, которые регистрируются в производственных условиях. Сроки плодовых тел в первую волну плодоношения были существенно больше, чем во вторую.

Наши исследования по эффективности применения отходов грибного производства в качестве компонента рассадного грунта показали, что всходы растений томата и огурца во всех вариантах появились практически одновременно, но их появление было очень неравномерным. Лучшие показатели были на почвогрунте следующего состава (ОГП) 80 % + торф 10 % + речной песок 10 %. На этом варианте массовые всходы у растений томата появлялись на шестой день после посева (80 %), у огурца — на третий день (78 %).

Наименьшее количество всходов было отмечено на почвогрунте при соотношении (ОГП) 20 % + торф 70 % + речной песок 10 %. У растений томата на первый день учета (на шестой день после посева) — 35 %, а у растений огурца на первый день учета (на третий день после посева) — 45 %, а в контрольном варианте взошло 20 и 15 % семян соответственно.

Динамика роста растений томата и огурца в начальный период развития в зависимости от состава рассадного грунта представлена в таблице 2. Если скорость роста растений томата в контрольном варианте составила 0,62 см/сутки, соответственно, то на почвогрунте в вариантах 4 и 5 она была 0,78 см/сутки. Необходимо отметить, что скорость роста растений томата во всех вариантах опыта была значительно выше контроля. Проростки огурца на грунте с добавлением отходов грибного производства имели меньшую высоту по сравнению с контролем на исследуемых фонах (табл. 2). При этом скорость роста в контрольном варианте составила 0,68 см/сутки, а наибольшая скорость роста 0.75 см/сутки регистрировалась на почвогрунте 5 варианта, так же как для растений томата.

Период вегетации и продолжительность его отдельных фаз у рассады томата и огурца, так же, как и у других видов растений, не является постоянной, а меняется в зависимости от условий питания растений. Все применяемые почвогрунты в наших исследованиях 2024 года способствовали сокращению вегетационного периода от появления всходов до высадки рассады в грунт у то-

мата на 3–5 дней и у огурца на 3–4 дня по сравнению с контролем. Вегетационный период рассады растений томата в 2025 году от появления всходов до высадки рассады в грунт в зависимости от почвогрунута колебался от 32 до 38 дней, что на 4–9 дней меньше по сравнению с контрольным вариантом, где применяли почвогрунт без отходов грибного производства. Для рассады растений огурца сорта Тёща в этом вегетационном периоде на грунтах с добавлением отходов грибного производства сокращение вегетационного периода до высадки растений в грунт было на 2–6 дней меньше по сравнению с контролем.

Наблюдения за ростом рассады растений томата и огурца показали, что нарастание вегетативной массы шло наиболее интенсивно от фазы первого листа до начала высадки рассады в грунт. Изреженность посевов томата колеблется в зависимости в период исследований в пределах 0,9–7,3 %, у посевов огурца от 1,2 до 8,1 %. Наибольшая изреженность, как для томата, так и для огурца наблюдается на варианте с применением почвогрунта без включения отходов грибного производства (контроль). Соответственно на этом варианте выход рассады растений томата и огурца ниже, чем на вариантах, где использовали почвогрунт в состав которого входили отходы грибного производства (табл. 3).

При использовании отходов грибного производства в качестве компонента грунта улучшаются биометрические показатели роста и развития рассады томата (высота и диаметр стебля, количество сформировавшихся

Таблица 2.
Динамика роста растений томата и огурца в начальный период развития, см,
(НСР05 (по фактору состава грунта) — 0,213 ед.)

Вариант опыта	Дни после посева									
	Томат сорта Ямал					Огурец сорта Тёща				
	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,1	1,6	3,1	3,3	3,5	2,6	3,2	4,1	5,0	5,3
2	1,3	1,9	2,2	2,9	3,8	2,5	3,1	4,0	4,9	5,1
3	1,4	2,1	2,4	3,2	4,3	2,4	3,0	3,9	4,8	5,1
4	1,6	2,4	2,9	3,8	4,7	2,1	2,6	3,5	4,4	4,9
5	1,7	2,5	3,1	4,1	4,8	1,6	2,3	3,3	4,0	4,6
6	1,7	2,6	3,1	4,0	4,7	1,9	2,4	3,1	4,1	4,8
1. Перегной — 20 % + торф — 70 % + речной песок — 10 % (контроль); 2. Отходы грибного производства (ОГП) 20 % + торф — 70 % + речной песок — 10 %; 3. Отходы грибного производства (ОГП) 40 % + торф — 50 % + речной песок — 10 %; 4. Отходы грибного производства (ОГП) 60 % + торф — 30 % + речной песок — 10 %; 5. Отходы грибного производства (ОГП) 80 % + торф — 10 % + речной песок — 10 %; 6. Отходы грибного производства (ОГП) 90 % + торф — 10 %.										

Таблица 3.

Биологическая стойкость рассады растений томата и огурца (в среднем за период исследования)

Вариант опыта	Вегетационный период, дни	Всхожесть, %		Густота стояния растений, тыс. шт./га		Изреженность, %
		лабораторная	полевая	в фазу всходов	перед высадкой рассады	
Томат сорта Ямал						
1	41	99,6	77,0	38,500	35,688	7,3
2	38	99,6	86,0	43,000	41,238	4,1
3	36	99,6	93,5	46,750	45,091	3,5
4	35	99,6	96,0	48,000	46,344	3,4
5	32	99,6	97,5	48,750	47,507	2,6
6	34	99,6	96,5	48,250	46,851	2,9
Огурец сорта Теща						
1	40	99,6	81,0	56,700	52,083	8,1
2	38	99,6	94,0	65,800	62,347	5,2
3	37	99,6	95,5	66,850	63,475	5,0
4	37	99,6	96	67,200	63,907	4,9
5	34	99,6	96,5	67,550	64,646	4,3
6	36	99,6	96	67,200	64,177	4,5
1. Перегной — 20 % + торф — 70 % + речной песок — 10 % (контроль); 2. Отходы грибного производства (ОГП) 20 % + торф — 70 % + речной песок — 10 %; 3. Отходы грибного производства (ОГП) 40 % + торф — 50 % + речной песок — 10 %; 4. Отходы грибного производства (ОГП) 60 % + торф — 30 % + речной песок — 10 %; 5. Отходы грибного производства (ОГП) 80 % + торф — 10 % + речной песок — 10 %; 6. Отходы грибного про- изводства (ОГП) 90 % + торф — 10 %.						

на растении листьев и цветочных кистей) и огурца (длина стебля и подсемядольного колена и их диаметр, а также диаметр нижних листьев).

Рассада томата в возрасте 30–32 дней (при высоте стебля — 16,2–16,9 см, с его диаметром — 1,0–1,1 см и пятью листьями, с двумя сформировавшихся на растении цветочными кистями) и огурца 29–38 дней (длина стебля — 29,9–34,2 см, длина подсемядольного колена — 4,4–5,3 см, диаметр стебля — 1,2–1,4 и нижних листьев 21,8–26,8 см) была выращена на почвогрунте следующего соотношения (ОГП) 80 % + торф 10 % + речной песок 10 %).

Мы проанализировали возможный выход рассады томата и огурца с использованием грунта 5 варианта, имевшего наилучшие показатели, результаты представлены в таблице 4.

В период исследований при использовании отходов грибного производства в качестве компонента почвогрунта для выращивания рассады растений томата сорта Ямал и огурца сорта Теща получена прибавка по количеству рассады овощных культур к контролю.

Таблица 4.

Влияние отходов грибного производства на выход рассады томата и огурца (в среднем за период исследования)

Культура	Вариант опыта	Выход рассады, тыс. шт./га	Отклонение от контроля, %
Томат сорта Ямал	1	35,688	—
	5	47,507	33,1
Огурец сорта Теща	1	52,083	—
	5	64,646	24,1
1. Перегной — 20 % + торф — 70 % + речной песок — 10 % (контроль); 5. Отходы грибного производства (ОГП) 80 % + торф — 10 % + речной песок — 10 %.			

Таким образом, при использовании отходов грибного производства в качестве компонента рассадного грунта можно получить качественную рассаду томата сорта Ямал и огурца сорта Теща.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности использования технологии замкнутого цикла конверсии растительных отходов в условиях защищенного грунта при сочетании грибоводства и овощеводства.

При этом существенное внимание следует уделить подбору органического субстрата, от питательности и плотности которого зависит как скорость роста мицелия вешенки, так и её урожайность. Наибольшую скорость роста в эксперименте мицелий показал на смеси подсолнечной лузги и соломы, и костры с опилками.

При использовании композитных субстратов не только возрастает скорость роста, но улучшается качество мицелия. Он становится более плотным. Культивационные мешки с композитными субстратами штамм вешенки обрастал на 6–8 суток быстрее, при этом биологическая эффективность их использования мицелием была выше. Наибольшие показатели имел субстрат из подсолнечной лузги и соломы — 27 %, что больше отмечаемых в литературе 25 %.

Применение отходов грибного производства в составе почвогрунта на рассадной культуре огурца и томата

существенно повлияло на скорость наступления фенологических фаз. Период от всходов до высадки рассады растений огурца и томата уменьшился на 3–5 дней по сравнению с контрольным вариантом. При этом увеличивался процент всхожести овощных культур в среднем по вариантам опыта на 9–25 % у томата и 13–15,5 % у огурца.

Наиболее динамично рассада развивалась на почвогрунте следующего соотношения (ОГП) 80 % + торф 10 % + речной песок 10 %, где средняя скорость прироста рассады в сутки составила 0,78 см/сутки у томата и 0,75 см/сутки у огурца. Однако, высота проростков огурца на вариантах с добавлением отходов грибного производства оказалась меньше, чем в контроле. Этот же вариант состава рассадного грунта оказался оптимальным по показателям выхода рассады.

В целом использование отходов грибного производства как компонента рассадного грунта показало хорошие результаты по густоте стояния и изреженности посевов томата и огурца. Во всех вариантах с ОГП эти показатели были лучше по сравнению с контролем.

ЛИТЕРАТУРА

1. РБК: Исследования рынков [Электронный ресурс]: URL: <https://marketing.rbc.ru/author/52/> (дата обращения: 22.09.2025).
2. Кулешова А. Биогумус для рассады: характеристики и применение. [Электронный ресурс] // eТеплица.ру: сайт. URL: <https://eteplica.ru/udobrenie-i-podkorm/biogumus-dlya-rassady-karakteristiki-i-primeneniye.html> (дата обращения 2.09.2025).
3. Иванов А.И., Гришин Г.Е., Ильина Г.В. Эколого-экономическая эффективность использования отхода грибного производства в растениеводстве // Нива Поволжья. 2012. — №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-ekonomicheskaya-effektivnost-ispolzovaniya-othoda-gribnogo-proizvodstva-v-rastenievodstve> (дата обращения: 10.09.2025).
4. Федоров Ф.В. Грибы / Ф.В. Федоров. — М.: Россия, 1994. — с.366.
5. Агibalов А.В., Масик А.В. Тенденции развития овощеводства в России // Экономические науки, 2024. — №8 (237). — С. 63–71. DOI: 10.14451/1.237.63
6. Литвинов С.С. Перспективы развития овощеводства и грибоводства в защищенного грунта Российской Федерации / С.С. Литвинов // Картофель и овощи. — №5. — 2011. — С. 6–9.
7. Иванов А.И. Грибоводство: учебное пособие / А.И. Иванов — Пенза: РИО ПГАУ, 2019. — 205 с.
8. Ветрова Л.Н., Бухвостов Ю.В. Калькуляция себестоимости овощей защищенного грунта // Все для бухгалтера. 2007. — №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kalkulyatsiya-sebestoimosti-ovoschey-zaschisennogo-grunta> (дата обращения: 10.09.2025).
9. Афанасьев В.И. Об экономической эффективности грибоводства в России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. — М.: ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, 2020. — №8. — С. 99–103.
10. Девочкина Н.Л., Мукиенко С.В., Селиванов В.Г., Рубцов А.А. Инновационные технологии и технические средства для промышленного производства культивируемых грибов: практ. пособ. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. — 80 с.
11. Краткий справочник агронома / под общ. ред. Т.Б. Лебедевой. — Пенза: РИО-ПГСХА. — 2002. — 370 с.
12. Глаз Н.В. и др. Состав субстрата как важнейший фактор повышения эффективности выращивания растений в контейнерной культуре / Н.В. Глаз, Л.В. Уфимцева, Д.Ю. Нохрин, Ф.М. Гасымов, А.А. Васильев, Н.А. Давыдова // Агрохимический вестник. 2021. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostav-substrata-kak-vazhneyshiy-faktor-povysheniya-effektivnosti-vyrashchivaniya-rasteniy-v-konteynernoy-kulture> (дата обращения: 18.09.2025).
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов — М.: Агропромиздат. 1985. — 351 с.

© Сашенкова Светлана Анатольевна (sashenkova.s.a@pgau.ru); Корягин Юрий Викторович (koryagin.y.v@pgau.ru);

Корягина Наталья Викторовна (koryagina.n.v@pgau.ru); Чекаев Николай Петрович (chekaev.n.p@pgau.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»