



ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОЗЕЛЕНИ ИНДАУ ПОСЕВНОГО
(*Eruca sativa* L.)

Пухальская А.С., студент,
e-mail: apriori.19@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Терещенко С.А., канд. биол. наук, доц.,
e-mail: svetlana.tereschenko@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

В статье описаны исследования производства микрозелени индау посевного (*Eruca sativa* L.). В ходе изучения измеряли высоту растений для определения динамики роста микрозелени. После достижения необходимой высоты растений провели оценку урожайности по каждому варианту путем среза продукции и взвешивания по каждому повторению. Анализ урожайности показал, что наибольшая урожайность у сорта Римские каникулы и сорта Итальянская, в отличие от сорта Стрелы Купидона. Наиболее подходящими субстратами для выращивания качественной микрозелени индау посевного (*Eruca sativa* L.) по результатам исследований стали торфяной грунт и грунт с добавлением гидрогеля.

Ключевые слова: гидропоника, субстраты для выращивания, микрозелень, индау посевной, *Eruca sativa* L., сорта, высота растений, урожайность

ВВЕДЕНИЕ

Расширение ассортимента возделываемых в России овощных культур особенно актуально в Нечернозёмной зоне, в том числе и в Калининградской области. Зеленые овощи являются одним из основных источников биологически активных веществ, обуславливающих оптимальное протекание процессов жизнедеятельности в организме человека, что особенно важно в период, когда поступление продукции других видов овощей ограничено [1].

Годовая потребность в овощной продукции в России оценивается в 17 млн т. Последние пять-шесть лет фактический объем производства составляет 12,1-15,5 млн т [2].

Циунель М.М. подчёркивал, что индау (руккола) является перспективной зеленой культурой для выращивания в открытом и защищённом грунте [3].

Культура индау (*Eruca sativa* L.) относится к семейству капустные (*Brassicaceae*). Это растение очень богато витаминами, макро- и микроэлементами, содержит полиненасыщенные жирные кислоты, стероиды, алколоиды, флавоноиды, кверцетин. Индау посевной имеет приятный аромат и орехово-горчичный вкус, применяется в кулинарии и медицине. Эта культура легко выращивается как в закрытом, так и в открытом грунте [4].

Ассортимент возделываемых в Калининградской области овощей расширен новыми видами зеленых, пряных, капустных и луковых культур, сюда же входит производство рукколы. Производителями организовано конвейерное выращивание и хранение овощей, обеспечивающее их равномерное поступление в течение всего вегетационного периода [5].

В связи с высокими полезными качествами индау (*Eruca sativa* L.) было бы целесообразно рекомендовать эту культуру для сельскохозяйственного производства [6].

В условиях Калининградской области в промышленных масштабах индау выращивают в тепличных комплексах.

«Микрозелень» – это тип салатной зелени, который можно выращивать практически из любой культуры любого сорта. По сути, «микрозелень» – это не новые сорта и гибриды растений, а лишь оригинальный способ их выращивания, фаза вегетативного развития любого растения. Размер этих растений составляет от 2,5 до 6,0-7,0 см. Ростки содержат максимальную концентрацию полезных веществ. Благодаря маленьким размерам для выращивания необходимо очень мало места, что позволяет выращивать большие количества. Главное преимущество микрозелени – сверхбыстрый цикл – до десяти дней, соответственно за один год можно получить до 25-30 урожаев. При использовании вертикальных грядок, объемы выращиваемой продукции можно значительно увеличить [1].

Чаще всего микрозелень выращивают без грунта, используя специальные субстраты. Подбор субстратов является одним из наиболее важных аспектов. Выбор правильного субстрата позволяет получить качественный итоговый продукт без больших потерь.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования выбраны три районированных для Калининградской области сорта индау посевного (руккола) (*Eruca sativa* L.): Римские каникулы, Итальянская, Стрелы Купидона.

В качестве субстратов были отобраны торфяной грунт, грунт с гидрогелем, кокосовый торф и минеральная вата. При подборе субстратов для выращивания микрозелени индау руководствовались их технической характеристикой.

Исследования проводились в летний период 2020 г. на территории ООО «Гринбалт» и в зимне-весенний период 2021 г. в лаборатории ФГБОУ ВО «КГТУ» с использованием сборной теплицы.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследований - подбор сортов индау посевного (*Eruca sativa* L.) и субстратов с оптимальными параметрами для получения качественной продукции микрозелени.

Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить ботанические и биоэкологические характеристики индау посевного.
2. Оценить урожайность различных сортов индау посевного, выращенных на испытываемых субстратах для получения микрозелени.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения сортов и подбора субстратов был заложен лабораторный опыт.

Непосредственно перед проведением исследований провели оценку посевных качеств семян. Опыт для определения энергии прорастания и всхожести семян индау посевного проводили по ГОСТ 12038-84 [7].

При подборе субстратов для выращивания микрозелени индау руководствовались их характеристикой.

Для того чтобы обеспечить хорошую всхожесть и оптимальный рост проростков, субстрат для выращивания должен обладать хорошей пористостью, влагоудерживающей способностью, достаточным уровнем аэрации корней, быть свободным от тяжелых металлов и загрязняющих веществ, патогенных микроорганизмов, реакция среды должна быть в диапазоне от 5,5 до 6,5.

В качестве субстратов были отобраны: торфяной грунт, грунт с гидрогелем, кокосовый торф и минеральная вата.

Для изучения произрастания сортов индау посевного на различных субстратах для получения микрозелени был заложен двухфакторный опыт в двенадцати вариантах и четырехкратной повторности, представленный в таблице 1.

По результатам опытов была проведена обработка данных методами математической статистики: средние арифметические значения, стандартные отклонения, дисперсионный анализ.

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант	Сорт	Субстрат
1	Римские каникулы	Торфяной грунт (т.г.)
2	Римские каникулы	Грунт с гидрогелем (г.г.)
3	Римские каникулы	Кокосовый торф (к.т.)
4	Римские каникулы	Минеральная вата (м.в.)
5	Итальянская	Торфяной грунт (т.г.)
6	Итальянская	Грунт с гидрогелем (г.г.)
7	Итальянская	Кокосовый торф (к.т.)
8	Итальянская	Минеральная вата (м.в.)
9	Стрелы Купидона	Торфяной грунт (т.г.)
10	Стрелы Купидона	Грунт с гидрогелем (г.г.)
11	Стрелы Купидона	Кокосовый торф (к.т.)
12	Стрелы Купидона	Минеральная вата (м.в.)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам исследований качества семян индау посевного были определены энергия прорастания и всхожесть семян. Результаты представлены в таблицах 2 и 3. В таблицах отражено процентное содержание проросших семян.

Таблица 2 – Энергия прорастания семян индау посевного, %

Варианты	Повторности				Среднее ± стандартное отклонение
	1	2	3	4	
I – сорт «Римские каникулы»	98	71	68	98	83±16,5
II – сорт «Итальянская»	70	77	66	77	73±5,4
III – сорт «Стрелы Купидона»	97	82	73	83	84±9,9

Из таблицы 2 следует, что в среднем сорт Стрелы Купидона показал лучшие данные по энергии прорастания (84 %) по сравнению с сортами Римские каникулы (83 %) и Итальянская (73 %). Проведенный дисперсионный анализ опыта показал, что данные достоверны.

Таблица 3 – Всхожесть семян индау посевного, %

Варианты	Повторности				Среднее ± стандартное отклонение
	1	2	3	4	
I – сорт «Римские каникулы»	98	71	68	98	83±16,5
II – сорт «Итальянская»	70	77	66	77	73±5,4
III – сорт «Стрелы Купидона»	97	82	73	83	84±9,9

По данным таблицы 3 можно отметить, что всхожесть семян равна энергии прорастания и выше у сорта Стрелы Купидона (84 %) по сравнению с сортами Римские каникулы (83 %) и Итальянская (73 %). Проведенный дисперсионный анализ опыта показал, что данные достоверны.

В процессе проведения первого повторения опыта с сортами Римские каникулы, Итальянская и Стрелы Купидона проводились измерения высоты растений на четвертый (27.07.2020 г.), шестой (29.07.2020 г.), восьмой (31.07.2020 г.), 11 (03.08.2020 г.) и на 13 (05.08.2020 г.) день для определения динамики роста и определения готовности микрозелени индау посевного к срезке. Данные по измерениям высоты растений в среднем по вариантам представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Динамика роста растений сортов индау посевного

Вариант	Высота растений, см				
	дата проведения измерений				
	27.07.2020	29.07.2020	31.07.2020	03.08.2020	05.08.2020
1 Римские каникулы (т.г.)	3,2±0,56	4,0±0,79	4,9±0,85	5,9±0,63	7,0±0,33
2 Римские каникулы (г.г.)	2,8±0,97	3,7±0,79	5,4±0,71	5,8±0,54	6,4±0,85
3 Римские каникулы (к.т.)	1,8±0,59	2,9±0,19	3,3±0,29	4,0±0,67	4,2±0,24
4 Римские каникулы (м.в.)	2,8±0,24	3,4±0,27	3,9±0,68	5,3±0,65	5,3±0,65
5 Итальянская (т.г.)	2,5±0,87	3,3±0,41	4,9±0,43	6,9±0,73	7,2±0,63
6 Итальянская (г.г.)	2,5±0,71	2,8±0,43	4,3±0,54	5,9±0,25	6,7±0,54
7 Итальянская (к.т.)	1,6±0,34	2,3±0,32	3,0±0,10	3,1±0,25	3,8±0,57
8 Итальянская (м.в.)	2,9±0,37	3,4±0,39	4,0±0,41	4,7±0,24	4,8±0,24
9 Стрелы Купидона (т.г.)	2,5±0,10	3,3±0,13	3,6±0,30	3,7±0,13	4,1±0,17
10 Стрелы Купидона (г.г.)	2,6±0,19	3,3±0,24	3,6±0,21	4,7±0,51	4,7±0,17
11 Стрелы Купидона (к.т.)	1,6±0,29	2,3±0,13	2,7±0,06	2,7±0,17	3,1±0,13
12 Стрелы Купидона (м.в.)	2,0±0,40	2,5±0,43	2,8±0,54	3,0±0,17	3,3±0,18

Проанализировав данные таблицы 4, можно отметить, что наилучшие результаты показали растения сортов Римские каникулы и Итальянская на торфяном грунте (варианты 1 и 5) и Стрелы Купидона на грунте с гидрогелем (вариант 10). Хорошие результаты по сортам Римские каникулы и Итальянская получили на грунте с гидрогелем (варианты 2, 6), Стрелы Купидона на торфяном грунте. На кокосовом торфе растения всех сортов (варианты 3, 7 и 11) отставали в росте по сравнению с другими вариантами, показав самые низкие результаты. На 13-й день растения на кокосовом торфе были значительно ниже растений, выращиваемых на других субстратах.

Проведенный дисперсионный анализ опыта показал, что данные достоверны.

Срез урожая проводился по повторениям 05.08.2020 г. на 13 день после посева, когда большинство растений достигло необходимой высоты. Следует отметить, что провести срез микрозелени в вариантах с использованием в качестве субстрата кокосового торфа, а также сорта Стрелы Купидона – на торфяном грунте, оказалось невозможно из-за полной гибели растений, связанной с поражением плесенью. Данные по урожайности представлены в таблице 5. Также стоит отметить, что высота растений не отражает урожайность.

Таблица 5 - Урожайность микрозелени индау посевного, кг/м²

Варианты	Повторности				Среднее ± стандартное отклонение
	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6
1 Римские каникулы (т.г.)	0,36	0,53	0,41	0,61	0,48±0,11
2 Римские каникулы (г.г.)	0,53	0,52	0,47	0,65	0,54±0,08
3 Римские каникулы (к.т.)	Исключенные показатели (100 % гибель растений)				
4 Римские каникулы (м.в.)	0,25	0,36	0,36	0,42	0,35±0,07
5 Итальянская (т.г.)	0,51	0,71	0,90	1,02	0,79±0,22
6 Итальянская (г.г.)	0,61	0,66	0,91	0,59	0,69±0,15
7 Итальянская (к.т.)	Исключенные показатели (100 % гибель растений)				
8 Итальянская (м.в.)	0,29	0,35	0,33	0,26	0,31±0,03
9 Стрелы Купидона (т.г.)	Исключенные показатели (100 % гибель растений)				
10 Стрелы Купидона (г.г.)	0,01	0,03	0,85	0,07	0,24±0,41
11 Стрелы Купидона (к.т.)	Исключенные показатели (100 % гибель растений)				
12 Стрелы Купидона (м.в.)	0,02	0,01	0,12	0,44	0,15±0,20

Анализ данных, представленных в таблице 5, показал, что наибольшая урожайность в

исследованиях была получена в варианте 5, сорт Итальянская, выращиваемый на торфяном грунте - $0,79 \pm 0,22$ кг/м². На втором месте по урожайности тот же сорт, выращенный на грунте с добавлением гидрогеля - $0,69 \pm 0,15$ кг/м² (вариант 6). Высокий урожай микрозелени зафиксировали у сорта Римские каникулы, выращенного на грунте с добавлением гидрогеля - $0,54 \pm 0,08$ кг/м² (вариант 2). Также хороший урожай данного сорта был получен на торфяном грунте - $0,48 \pm 0,11$ кг/м² (вариант 1). Урожайность на минеральной вате (вариант 4 - $0,35 \pm 0,07$ кг/м² и вариант 8 - $0,31 \pm 0,03$ кг/м²) снижалась в полтора-два раза по сравнению с вариантами 1, 2, 5, 6.

В вариантах с сортом Стрелы Купидона большинство растений не достигло необходимой высоты 5-8 см. Анализ данных, представленных в таблице, показал, наибольшая урожайность в исследованиях была получена в варианте 10 (на грунте с добавлением гидрогеля) - $0,24 \pm 0,41$ кг/м².

Проведенный дисперсионный анализ опыта показал, что данные достоверны.

В процессе проведения второго повторения опыта с сортами Римские каникулы, Итальянская, Стрелы Купидона проводились измерения высоты растений на шестой (22.03.2021 г.) и девятый (25.03.2021 г.) день для определения динамики роста и определения готовности микрозелени индау посевного к срезке. Данные по измерениям высоты растений в среднем по вариантам представлены в таблице 6.

Проанализировав данные таблицы 6, можно отметить, что наилучшие результаты показали растения трех сортов на торфяном грунте (варианты Стрелы Купидона (т.г.) - $3,1 \pm 0,12$ см, Римские каникулы (т.г.) - $6,2 \pm 0,68$ см, Итальянская (т.г.) - $5,6 \pm 1,23$ см). Хорошие результаты получили на грунте с гидрогелем (варианты Стрелы Купидона (г.г.) - $2,3 \pm 0,47$ см, Римские каникулы (г.г.) - $4,6 \pm 0,37$ см, Итальянская (г.г.) - $4,6 \pm 0,61$ см), растения незначительно уступали по высоте растениям из первого и пятого варианта. На кокосовом торфе (вариант Стрелы Купидона (к.т.) - $3,0 \pm 0,19$ см, Римские каникулы (к.т.) - $4,2 \pm 0,82$ см, Итальянская (к.т.) - $4,9 \pm 0,90$ см) растения росли медленно, показав самые низкие результаты. На девятый день растения на кокосовом торфе были значительно ниже растений, выращиваемых на других субстратах. При этом растения сорта Римские каникулы был выше сортов Итальянская и Стрелы Купидона. Также следует отметить в вариантах Стрелы Купидона (к.т.), Римские каникулы (к.т.), Итальянская (к.т.) наличие плесени на всех растениях. Проведенный дисперсионный анализ опыта показал, что данные достоверны.

Таблица 6 – Динамика роста растений индау посевного

Вариант	Высота растений, см	
	дата проведения измерений	
	22.03.2021 г.	25.03.2021 г.
1 Римские каникулы (т.г.)	$5,6 \pm 0,91$	$6,2 \pm 0,68$
2 Римские каникулы (г.г.)	$4,6 \pm 0,60$	$4,6 \pm 0,37$
3 Римские каникулы (к.т.)	$3,5 \pm 0,80$	$4,2 \pm 0,82$
4 Римские каникулы (м.в.)	$4,2 \pm 0,60$	$4,8 \pm 0,69$
5 Итальянская (т.г.)	$5,1 \pm 0,34$	$5,6 \pm 1,23$
6 Итальянская (г.г.)	$4,5 \pm 0,70$	$4,6 \pm 0,61$
7 Итальянская (к.т.)	$3,9 \pm 0,71$	$4,9 \pm 0,90$
8 Итальянская (м.в.)	$4,5 \pm 0,15$	$4,9 \pm 0,71$
9 Стрелы Купидона (т.г.)	$2,5 \pm 0,25$	$3,1 \pm 0,12$
10 Стрелы Купидона (г.г.)	$1,8 \pm 0,36$	$2,3 \pm 0,47$
11 Стрелы Купидона (к.т.)	$1,7 \pm 0,25$	$2,7 \pm 0,17$
12 Стрелы Купидона (м.в.)	$2,4 \pm 0,25$	$3,0 \pm 0,19$

Срез урожая проводился по повторениям 25.03.2021 на девятый день после посева, когда большинство растений достигло необходимой высоты. Следует отметить, что провести срез растений в вариантах с сортами Римские каникулы и Стрелы Купидона, выращиваемых

на кокосовом торфе, и с сортом Итальянская, выращенном на грунте с гидрогелем, оказалось невозможно из-за гибели растений, причиной стало поражение плесневыми грибами. Данные по урожайности представлены в таблице 7. Стоит отметить, что высота растений не оказала влияние на урожайность.

Таблица 7 - Урожайность микрозелени индау посевного, кг/м²

Варианты	Повторности				Среднее ± стандартное отклонение
	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6
1 Римские каникулы (т.г.)	1,00	0,90	0,78	0,66	0,83±0,15
2 Римские каникулы (г.г.)	0,36	0,48	0,39	0,61	0,46±0,11
3 Римские каникулы (к.т.)	Исключенные показатели (100 % гибель растений)				
4 Римские каникулы (м.в.)	0,51	0,29	0,35	0,33	0,37±0,1
5 Итальянская (т.г.)	0,85	0,71	0,65	0,60	0,70±0,1
6 Итальянская (г.г.)	Исключенные показатели (100 % гибель растений)				
7 Итальянская (к.т.)	0,42	0,46	0,51	0,39	0,45±0,05
8 Итальянская (м.в.)	0,63	0,70	0,75	0,58	0,67±0,08
9 Стрелы Купидона (т.г.)	0,07	0,04	0,01	0,02	0,03±0,02
10 Стрелы Купидона (г.г.)	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01±0,01
11 Стрелы Купидона (к.т.)	Исключенные показатели (100 % гибель растений)				
12 Стрелы Купидона (м.в.)	0,09	0,09	0,04	0,03	0,06±0,03

Анализ данных, представленных в таблице 7, показал, что наибольшая урожайность в исследованиях была получена в варианте 1 и 5, сорт индау посевного Римские каникулы и Итальянская, выращиваемого на торфяном грунте, 0,83±0,15 и 0,70±0,1 кг/м² соответственно. На втором месте по урожайности сорт Итальянская, выращенный на минеральной вате (вариант 8) - 0,67±0,08 кг/м². При выращивании сорта Стрелы Купидона, также как и в первом повторении опыта, получены самые низкие показатели урожайности. Проведенный дисперсионный анализ опыта показал, что данные достоверны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Технология возделывания, применяемая при выращивании микрозелени, подходит для выращивания сортов индау посевного независимо от использованных субстратов
2. Анализ урожайности двух повторений опыта показал, что наибольшая урожайность у сорта Римские каникулы на торфяном грунте (более 0,7 кг/м²) и сорта Итальянская, также выращиваемом на торфяном грунте (более 0,6 кг/м²). Сорт индау посевного Стрелы Купидона имел наиболее низкие показатели как по скорости роста микрозелени, так и по урожайности.
3. Наиболее подходящими субстратами для выращивания качественной микрозелени индау посевного по результатам исследований стали торфяной грунт и грунт с добавлением гидрогеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терещенко, С.А. Оценка сортов и подбор субстратов для получения качественной микрозелени индау посевного (*Eruca sativa* L.) / С.А. Терещенко, А.С. Пухальская // VIII Междунар. Балтийский морской форум [Электронный ресурс]: материалы: в 6 т. – Электрон. дан. – Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – Т. 1. Инновации в науке, образовании и предпринимательстве. – 2020. – С. 152-156.
2. Овощеводство: учебное пособие / сост.: Е.Н. Габилова, В.К. Мухортова; Донской ГАУ: в 3 ч.– Персиановский: Донской ГАУ, 2019. – Ч. 1. – 180 с.

3. Ширинкин, В.Н. Интродукция рукколы (индау), её агробиологические и технологические особенности при возделывании в Пермском крае: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 - Общее земледелие / Виктор Николаевич Ширинкин; ФГБОУ ВПО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь, 2012. – 19 с.

4. Зеленая ниша российского овощеводства / Рамблер. Финансы [Электронный ресурс] – URL: <https://finance.rambler.ru/other/43501116-zelenaya-nisha-rossiyskogo-ovoshevodstva/> (дата обращения: 02.02.2022)

5. В Калининградской области открылся новый тепличный комплекс / Калининград РБК [Электронный ресурс] – URL: <https://kaliningrad.rbc.ru/kaliningrad/05/12/2018/5c07872e9a7947755d1bef1f> (дата обращения: 05.02.2022)

6. Бербеков, К.З. Агробиологическая оценка выращивания двурядника тонколистного и индау посевного в условиях центральной части Северного Кавказа: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.09 – Овощеводство / Керихан Заурович Бербеков; ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. – Нальчик, 2015. - 164 с.

7. ГОСТ 12038-84 – 2011. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Москва, 2011. – 64 с.

THE POSSIBILITY OF USING VARIOUS SUBSTRATES FOR THE PRODUCTION OF MICROGREENS OF INDAU SOWING (*Eruca sativa* L.)

Puchal'skaya, student,
e-mail: apriori. A.S. 19@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

Tereshchenko S.A., Associate Professor,
e-mail: svetlana.tereschenko@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

The article deals with the research of the production of microgreens of Indau sowing (*Eruca sativa* L.). The purpose of the research is the selection of varieties of *Eruca sativa* L. and substrates with optimal parameters for obtaining high-quality products of microgreens. During the study, the height of plants was measured to determine the growth dynamics of microgreens. After reaching the required height of the plants, the yield was evaluated for each variant by cutting the products and weighing for each repetition. The yield analysis showed that the Roman Holiday variety and the Italian variety have the highest yield, unlike the Cupid's Arrow variety. According to the research results, peat soil and soil with the addition of hydrogel have become the most suitable substrates for growing highquality microgreens of indau (*Eruca sativa* L.).

Работа проводилась в рамках инициативно-поисковой научно-исследовательской работы по теме 10.14.010.2 «Молекулярно-биологические механизмы взаимодействия живых организмов с окружающей средой как фундаментальная основа прикладной биологии, биотехнологии и сельского хозяйства»