

УДК 635.044:635.5:631.8

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЙОДНАКОПИТЕЛЬНЫХ СОРТОВ ЛИСТОВОГО САЛАТА В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Олива Т.В., Манохина Л.А., Кузьмина Е.А.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», Майский, e-mail: olivatv@mail.ru

Проведены исследования по изучению компонентного состава пяти сортов йоднакопительных листовых салатов: Вишневая дымка, Сезон чудес, краснolistный Файер, Чудо четырех сезонов и Долче Вита. Все исследования были проведены в условиях защищенного грунта в ООО Сельскохозяйственное предприятие «Теплицы Белогорья» на ватоминеральных кубиках с использованием системы капельного полива. В исследованиях показано, что дополнительная обработка растений салата йоднасыщенным гуминовым удобрением стимулирует процессы метаболизма и развитие ассимиляционного хлорофиллсодержащего аппарата в тканях листьев растений салатов всех пяти сортов. Максимальное стимулирующее воздействие гуминового удобрения выразилось в увеличении значений площади листовой поверхности и в содержании зеленого пигмента хлорофилла. Обнаружено, что гуминовое удобрение способствовало увеличению в зеленой массе листьев салата массовой доли сухого вещества и азота, макро- и микроэлементов (кальция, фосфора, калия, серы, магния, железа, меди, цинка и марганца), а также витамина С. Все растения пяти сортов салата обладали пластичностью по отношению к биогенному элементу йоду. Концентрация йода в листьях салата под влиянием применения йоднасыщенного гуминового удобрения возрастала значительно, в 10–25 раз ($p \leq 0,001$). Максимальное содержание йода обнаружено в зеленой массе салата сортов Сезон чудес и краснolistный Файер. Применение йоднасыщенного гуминового удобрения также увеличивало урожайность растений салата в среднем в 1,2–1,95 раза. Полученная тепличная зеленая продукция салатов соответствовала требованиям экологической безопасности: содержания нитратов и тяжелых металлов (кадмия, свинца, мышьяка и ртути) были значительно ниже предельно допустимых концентраций для пищевой продукции.

Ключевые слова: теплица, ватоминеральные кубики, йоднасыщенное гуминовое удобрение, йоднакопительные сорта листового салата

COMPONENT COMPOSITION OF IODINE-ACCUMULATIVE VARIETIES OF LETTUCE IN GREENHOUSE CONDITIONS

Oliva T.V., Manokhina L.A., Kuzmina E.A.

The Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin, Maysky, e-mail: olivatv@mail.ru

Research has been carried out in order to study component composition of five varieties of iodine-accumulating lettuce: Cherry Haze, Season of Miracles, Red Leaf Fayer, Marvel of the Four Seasons, Dolce Vita. All tests were carried out in greenhouse conditions within LLC «Agricicultural enterprise «Teplitsy Belogorya» in mineral cotton cubes with usage of drip irrigation systems. The study shows demonstrates that additional treatment of lettuce plants with iodine-enriched humic fertilizer stimulates metabolic processes and development of assimilation chlorophyll-carrying apparatus in leaf tissue of lettuce plants for all five varieties. Maximum stimulating effect of humic fertilizer was expressed in increase in leaf surface area and content of green pigment chlorophyll. It was discovered that humic fertilizer provided for an increase of dry matter within green mass of salad leaf, as well as nitrogen, macro- and microelements (calcium, phosphorus, potassium, sulphur, magnesium, iron, copper, zinc and manganese), and vitamin C. All plants of five salad varieties possessed certain plasticity against biogenic element iodine. Concentration of iodine in salad leaves under the influence of applied iodine-enriched humic fertilizer increased 10-25 times ($p \leq 0,001$). Maximum concentration of iodine was found in green mass of varieties Season of Miracles and Red Leaf Fayer. Implementing iodine-enriched humic fertilizer also increased yields of salad plants by an average of 1,2-1,95. The receive greenhouse green salad product corresponded to requirements of ecologic safety: concentration of nitrates and heavy metals (cadmium, lead, arsenic and mercury) was significantly lower that utmost allowed concentrations for nutritional products.

Keywords: greenhouse, mineral cotton cubes., iodine-accumulating humic fertilizer, iodine-enriched varieties of lettuce

Жизненно важные функции организма человека зависят от йодсодержащих тиреоидных гормонов, для синтеза которых требуется постоянное поступление йода в организм в строго определенном количестве. Потребность в биогенном элементе йоде зависит от его состояния в органической или минеральной форме, а также возрастает при разных биологических нагрузках. Так как минеральные соединения йода нестойкие и имеют невысокую эффективность

усвоения, перспективным способом профилактики йодной недостаточности становится биологический способ [1]. Для этого необходимо разрабатывать агротехнологии повышения содержания этого биогенного элемента в органической составляющей растительной или животной пищи. Поэтому поиск йоднакопительных культур сельскохозяйственных растений – это путь для разработки эффективных способов профилактики йоддефицита и гипотиреоза. Бо-

лее того, йодистые микроудобрения сами могут быть стимуляторами продуктивности растений. А некорневые подкормки йодистыми микроудобрениями дают преимущество в виде непосредственного введения в растения необходимого количества микроэлемента и обеспечивают так называемый «безбарьерный тип» питания, что дает возможность отслеживать содержание йода в тканях растения в нужных количествах. Такими «управляемыми» культурами могут быть тепличные листовые салаты. Несомненно, с учетом их круглогодичного выращивания и наличия в зелени разных витаминов, макро- и микроэлементов, в том числе и йода, салатные овощи являются лучшим примером оздоровительного питания для населения разных возрастов [2–4].

Цель исследования заключается в изучении влияния йодсодержащего гуминового препарата на компонентный состав йоднакопительных сортов листового салата, выращиваемых в теплице на ватоминеральных кубиках. Задача исследования – выявить самые перспективные и максимально накапливающие биогенный элемент йод листовые салаты.

Все исследования были проведены в 2015–2017 гг. в ООО СХП «Теплицы Белогорья» и в лаборатории биотехнологических исследований агрономического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» по тематическому плану заданию научно-исследовательских работ Минсельхоза России и ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ».

Материалы и методы исследования

Ранее нами было изучено накопление биогенного йода в широко известном йоднакопительном салате сорта Лолло Росса [5]. Но современный рынок предлагает большое разнообразие сортов йоднакопительных салатов. Нами изучено выращивание пяти сортов отечественных производителей семян йоднакопительных листовых тепличных салатов: Вишневая дымка и Сезон чудес (производитель семян ООО «Агрофирма ЭЛИТА»), краснолистный Файер (группа компаний «ГАВРИШ»), Чудо четырех сезонов и Дольче Вита (ООО «Семена НК»). Согласно сортовой характеристике все сорта салатов имеют отличный тонкий маслянистый вкус, яркий внешний вид с интенсивно вишневым или бронзово-красным цветом полухрустящего листа.

Проведение научно-производственного опыта осуществлялось в салатном отделении теплицы ООО СХП «Теплицы Белогорья» в соответствии с общепринятыми методиками в овощеводстве защищенного грунта [6]. Параметры среды для выращивания овощей в салатном отделении были следующие: освещение не менее 8 тыс. люкс, температура воздуха ночью – не менее 15 °С, днем – 21 °С, температура питательного раствора не менее 15 °С. Разница между поливным раствором и концентрацией в ватоминеральном кубике составляла около 1–1,5 мСм/см. Известно, что тепличные овощные салаты очень чувствительны к факторам внешней среды, в том числе к недостатку или избытку минеральных элементов. Согласно технологии выращивания листовых салатов, разработанной в теплице, содержание питательных элементов в капельном растворе составляло для катионов: N-NH₄ – 0,2; K – 6,9; Na – 0,8; Ca – 4,1; Mg – 1,5 ммоль/л; для анионов: N-NO₃ – 23,5; P – 1,1; SO₄ – 1,5; HCO₃ – 1,6 мкмоль/л; для минеральных элементов: B – 60,0; Fe – 40,0; Zn – 5,2; Mn – 2,2; Cu – 0,9 мкмоль/л. pH раствора равнялся 6,64.

Сев салата проводился нами вручную с помощью бамбуковой палочки в ватоминеральные кубики производства ЗАО «Завод нестандартного оборудования и металлоизделий», г. Белгород (ТУ 5762-013-54655944-2013). Перед севом семена растений пяти сортов салата замачивали в течение 4 ч в дистиллированной воде (контрольный вариант) и в йоднасыщенном растворе гуминового удобрения в концентрации 0,001 % (опытный вариант). Исходя из соображений, что йод растениями салата не может быть накоплен из окружающей закрытой среды теплицы и калий – тоже необходимый питательный элемент для сельскохозяйственных культур, рабочий раствор гуминового препарата готовили на основе раствора 0,02 % йодида калия. После массовых всходов, а затем каждые семь дней, дополнительно вегетативно обрабатывали (опрыскивали) растения листовых салатов йоднасыщенным гуминовым удобрением (опытный вариант) и дистиллированной водой (контрольный вариант). Продолжительность вегетативных наблюдений за ростом листовых салатов составляла 30 суток. В конце наблюдений из каждого варианта научно-производственного опыта для морфологических и биохимических исследований методом рандомизации отбирали по 10 растений. Исследования

включали: определение средней массы, ширины и длины одного листа, количества листьев в розетке и средней массы всего растения. Фотосинтетическую активность зеленого листа характеризовали, оценивая высечку ткани листа, площадь листовой поверхности и концентрации суммарного хлорофилла в тканях листа, а также питательных элементов по традиционным методам химического анализа [7]. Математическую обработку результатов исследования осуществляли методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы Excel в среде операционной системы Microsoft Windows. Достоверность разницы между сравниваемыми величинами определяли по аргументу Стьюдента (t_d), достоверность представленных результатов оценивалась с учетом градации $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$.

Результаты исследования и их обсуждение

Массовые всходы растений разных сортов салата появились на 3–5 день после сева. Для опытного варианта исследований, после замачивания семян салата в йоднасыщенном гуминовом удобрении, было отмечено увеличение энергии прорастания и лабораторной всхожести растений. Усиление энергии прорастания семян привело к увеличению всхожести в среднем на 3% и в дальнейшем к улучшению метрической характеристики листьев розетки салатов. Сравнительная с контрольным вариантом биометрическая характеристика листьев пяти сортов салата, обрабатываемых раствором йоднасыщенного гуминового удобрения, представлена в табл. 1.

Согласно данным таблицы, ответная реакция растений пяти сортов листового салата на применение йоднасыщенного гуминового удобрения в целом положительная, хотя не все изменения листовой пластинки подтверждаются статистическим анализом и достоверны. Максимальное стимулирующее воздействие гуминового удобрения выразилось в увеличении значений площади листовой поверхности и в улучшении развития ассимиляционного аппарата. Это согласуется с выводами ряда других научных работ [8]. Среднее содержание суммарного хлорофилла в зеленой массе листьев салата показано в табл. 2.

Результаты табличных данных свидетельствуют, что гуминовое удобрение стимулировало образование зеленого пигмента в листьях всех пяти сортов салата по сравнению с контролем. По уровню содержания на 1 см² площади листа суммарного хлорофилла растения салата в контрольном варианте располагаются в следующий убывающий ряд: крастнолистный Файер – Сезон чудес – Вишневая дымка – Дольче вита – Чудо четырех сезонов. В опытном варианте ряд накопления хлорофилла на 1 см² площади листа выглядит иным образом: красностный Файер – Чудо четырех сезонов – Сезон чудес – Вишневая дымка – Дольче вита. Можно считать, что самым отзывчивым сортом на гуминовое удобрение является сорт салата Чудо четырех сезонов. Уровень содержания зеленого пигмента на 1 см² площади листа возрос в среднем в 2,1 раза. Наименьшее увеличение накопления хлорофилла на см² площади листа салата отмечено для сорта Дольче Вита (в среднем в 1,2 раза).

Таблица 1
Средняя метрическая характеристика листовых салатов, 30 сут. вегетации

Сорт салата		Средняя длина листа, см	Средняя ширина листа, см	Масса листьев, г	Площадь листовой поверхности, см ²
Вишневая дымка	контроль	14,25 ± 0,46	8,36 ± 0,52	6,13 ± 0,49	162,88 ± 19,76
	опыт	17,67 ± 0,51**	9,57 ± 0,58	13,30 ± 0,55**	422,27 ± 22,17**
Сезон чудес	контроль	21,43 ± 0,57	9,53 ± 0,51	14,93 ± 0,49	592,23 ± 19,56
	опыт	25,64 ± 0,59**	11,48 ± 0,55*	16,81 ± 0,58*	627,90 ± 20,34
Краснолистный Файер	контроль	10,12 ± 0,54	8,24 ± 0,47	5,18 ± 0,52	187,96 ± 22,56
	опыт	14,25 ± 0,58**	9,75 ± 0,46*	8,79 ± 0,58**	301,71 ± 22,51**
Чудо четырех сезонов	контроль	9,17 ± 0,56	9,12 ± 0,49	4,83 ± 0,51	197,87 ± 18,41
	опыт	11,32 ± 0,53*	9,68 ± 0,51	5,70 ± 0,49	241,30 ± 19,35
Дольче Вита	контроль	10,75 ± 0,54	8,23 ± 0,47	7,15 ± 0,62	252,24 ± 20,37
	опыт	11,47 ± 0,59	9,16 ± 0,53	13,94 ± 0,67**	315,70 ± 21,89*

Примечания: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 2

Среднее содержание хлорофилла в листьях салата, 30 сут. вегетации

Сорт салата		Суммарное содержание хлорофилла		
		мг/кг	мг/растение	мкг/см ²
Вишневая дымка	контроль	1200 ± 8	6,160 ± 0,01	38,03 ± 0,11
	опыт	1540 ± 10**	20,48 ± 0,03***	48,53 ± 0,08**
Сезон чудес	контроль	1660 ± 12	24,78 ± 0,01	41,86 ± 0,10
	опыт	1980 ± 15**	33,28 ± 0,05***	52,99 ± 0,10**
Краснолистный Файер	контроль	1760 ± 12	9,12 ± 0,02	48,50 ± 0,15
	опыт	2160 ± 12*	27,30 ± 0,05***	90,40 ± 0,24**
Чудо четырех сезонов	контроль	1220 ± 6	8,720 ± 0,01	34,57 ± 0,10
	опыт	1660 ± 8**	23,14 ± 0,03***	73,30 ± 0,14***
Дольче Вита	контроль	1500 ± 10	8,55 ± 0,01	35,43 ± 0,10
	опыт	1640 ± 10*	8,64 ± 0,02	41,14 ± 0,12*

Примечания: *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001 по сравнению с контролем.

Таблица 3

Средний химический состав зелени листового салата, 30 сут. вегетации

Сорт салата		Сухое вещество, %	Массовая доля золы, %	Массовая доля азота, %	Массовая доля белка, %
Вишневая дымка	контроль	4,29 ± 0,12	0,97 ± 0,02	0,18 ± 0,01	1,12 ± 0,04
	опыт	4,93 ± 0,12	1,02 ± 0,02	0,21 ± 0,02	1,30 ± 0,05
Сезон чудес	контроль	4,92 ± 0,10	1,02 ± 0,01	0,20 ± 0,02	1,25 ± 0,05
	опыт	5,10 ± 0,10	1,12 ± 0,02	0,21 ± 0,04	1,28 ± 0,04
Краснолистный Файер	контроль	5,07 ± 0,10	1,13 ± 0,01	0,19 ± 0,01	1,19 ± 0,05
	опыт	5,65 ± 0,14	1,22 ± 0,02	0,23 ± 0,01	1,45 ± 0,10
Чудо четырех сезонов	контроль	4,09 ± 0,10	1,04 ± 0,01	0,17 ± 0,02	1,10 ± 0,08
	опыт	4,75 ± 0,12	1,19 ± 0,02	0,19 ± 0,02	1,22 ± 0,08
Дольче Вита	контроль	4,61 ± 0,10	0,98 ± 0,01	0,19 ± 0,01	1,18 ± 0,04
	опыт	5,64 ± 0,14*	1,19 ± 0,04	0,19 ± 0,01	1,20 ± 0,04

Примечания: *p ≤ 0,05 по сравнению с контрольным вариантом.

Таким образом, вегетативная обработка розетки салата йодированным гуминовым удобрением способствовала лучшему развитию листьев и увеличивала общее содержание хлорофилла в организме растения. Следовательно, будут ожидаемы положительные изменения в метаболизме организма растений [9, 10]. В табл. 3 представлена средняя биохимическая характеристика зеленой листовой массы салата в пересчете на натуральное вещество.

Данные таблицы показывают, что применение гуминового удобрения положительно повлияло на характеристики растений салата всех пяти сортов по сравнению с контрольным вариантом. Повышение концентрации зеленого пигмента и оптимизация ассимилирующих функций листа увеличивали массовые доли сухого вещества,

сырой золы, общего азота и белка в зелени пяти сортов салата.

В табл. 4–6 приведены средние результаты минерального состава растений в пересчете на натуральное вещество.

Дополнительное применение гуминового удобрения способствовало накоплению листьями четырех сортов салата, за исключением сорта краснолистный Файер, биогенного кальция. Увеличение массовых долей фосфора и калия в зелени растений салата обнаружено для всех пяти сортов салата, причем максимальное значение содержания фосфора отмечено для салата сорта Сезон чудес (p ≤ 0,01). Массовая доля натрия в тканях листьев салата достоверно возрастала для двух сортов салата Вишневая дымка и Сезон чудес (p ≤ 0,01).

Таблица 4

Среднее содержание минеральных элементов кальция, фосфора, калия и натрия в зелени растений салата, % (натуральное вещество), 30 сут. вегетации

Сорт салата		Массовая доля кальция	Массовая доля фосфора	Массовая доля калия	Массовая доля натрия
Вишневая дымка	контроль	0,050 ± 0,001	0,037 ± 0,002	0,408 ± 0,001	0,015 ± 0,001
	опыт	0,062 ± 0,002*	0,041 ± 0,002*	0,468 ± 0,002*	0,024 ± 0,002*
Сезон чудес	контроль	0,059 ± 0,001	0,043 ± 0,001	0,467 ± 0,002	0,022 ± 0,002
	опыт	0,081 ± 0,001**	0,081 ± 0,002**	0,504 ± 0,001*	0,041 ± 0,001**
Краснолистный Файер	контроль	0,081 ± 0,001	0,044 ± 0,001	0,488 ± 0,002	0,022 ± 0,002
	опыт	0,076 ± 0,001	0,046 ± 0,001	0,551 ± 0,002*	0,023 ± 0,003
Чудо четырех сезонов	контроль	0,069 ± 0,002	0,043 ± 0,002	0,384 ± 0,002	0,024 ± 0,002
	опыт	0,073 ± 0,001	0,045 ± 0,001	0,446 ± 0,002*	0,025 ± 0,002
Дольче Вита	контроль	0,077 ± 0,002	0,052 ± 0,002	0,438 ± 0,002	0,022 ± 0,002
	опыт	0,087 ± 0,001*	0,054 ± 0,001	0,522 ± 0,002*	0,021 ± 0,002

Примечания: *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01 по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 5

Среднее содержание минеральных элементов серы, магния и железа в зелени растений салата, 30 сут. вегетации (натуральное вещество)

Сорт салата		Сера, г/кг	Магний, г/кг	Железо, мг/кг
Вишневая дымка	контроль	0,154 ± 0,004	0,427 ± 0,005	9,61 ± 0,01
	опыт	0,221 ± 0,002*	0,454 ± 0,002*	12,55 ± 0,03*
Сезон чудес	контроль	0,197 ± 0,003	0,330 ± 0,001	15,56 ± 0,06
	опыт	0,242 ± 0,002**	0,443 ± 0,003**	27,61 ± 0,10**
Краснолистный Файер	контроль	0,154 ± 0,002	0,444 ± 0,004	28,61 ± 0,02
	опыт	0,181 ± 0,001	0,525 ± 0,005**	37,82 ± 0,02*
Чудо четырех сезонов	контроль	0,127 ± 0,002	0,405 ± 0,002	24,28 ± 0,02
	опыт	0,171 ± 0,004	0,617 ± 0,001**	26,15 ± 0,02
Дольче Вита	контроль	0,142 ± 0,002	0,171 ± 0,002	21,61 ± 0,02
	опыт	0,161 ± 0,001*	0,510 ± 0,001***	35,81 ± 0,04**

Примечания: *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001 по сравнению с контролем.

Сравнительный анализ результатов показывает, что растения пяти сортов салата с разной интенсивностью накапливают из капельного питательного раствора серу, магний и железо. К максимальным серонакопительным сортам салата можно отнести Вишневую дымку и Чудо четырех сезонов, в зелени которых массовая доля серы превышала значения контрольных вариантов на 43,5 и 34,7% соответственно. Максимальными железнакопительными салатами являются сорт Сезон чудес и сорт Дольче Вита, в листьях которых отмечено повышение уровня элемента на 77,5 и 65,7% соответственно по сравнению с контролем. Минимальной накопительной способностью в отношении железа обладал сорт салата Чудо четырех сезонов. После обработки гуминовым удобрением в зелени этого салата содержание железа увеличилось на 7,7%.

Оказалось, что растения сорта Чудо четырех сезонов и сорта Дольче Вита преимущественно накапливают медь. В отношении наибольшего накопления марганца можно выделить сорта Вишневая дымка, Чудо четырех сезонов и Дольче Вита. Все пять сортов салата после дополнительной вегетативной обработки гуминовым удобрением в тканях листа с разной интенсивностью накапливали цинк. Несомненно, что применение йодированного гуминового удобрения способствовало значительному накоплению йода в тканях растений (p ≤ 0,001). Концентрация биогенного элемента в листьях увеличилась для сорта салата Вишневая дымка в 14,5 раза; для Сезона чудес в 19,2 раза, для краснолистного Файера в 25,0 раза, для Чуда четырех сезонов в 10,5 раза и для Дольче Вита в 12,4 раза.

Таблица 6

Среднее содержание минеральных элементов меди, марганца, цинка и йода в зелени растений салата, 30 сут. вегетации (натуральное вещество)

Сорт салата		Медь, мг/кг	Марганец, г/кг	Цинк, мг/кг	Йод, мг/кг
Вишневая дымка	контроль	0,28 ± 0,01	1,49 ± 0,03	1,85 ± 0,01	0,18 ± 0,01
	опыт	0,33 ± 0,01	1,83 ± 0,03*	2,63 ± 0,02**	2,60 ± 0,42***
Сезон чудес	контроль	0,30 ± 0,01	1,52 ± 0,03	2,18 ± 0,01	0,21 ± 0,01
	опыт	0,33 ± 0,02	1,53 ± 0,2	2,82 ± 0,02*	4,02 ± 0,22***
Краснолистный Файер	контроль	0,41 ± 0,01	2,06 ± 0,03	2,77 ± 0,05	0,20 ± 0,02
	опыт	0,45 ± 0,03	2,14 ± 0,02	4,56 ± 0,06**	3,00 ± 0,15***
Чудо четырех сезонов	контроль	0,41 ± 0,01	1,99 ± 0,04	2,83 ± 0,03	0,28 ± 0,02
	опыт	0,51 ± 0,02*	2,42 ± 0,02*	3,94 ± 0,04**	2,95 ± 0,15***
Дольче Вита	контроль	0,40 ± 0,01	1,83 ± 0,03	3,15 ± 0,05	0,23 ± 0,01
	опыт	0,47 ± 0,02*	2,73 ± 0,02**	3,81 ± 0,02*	2,84 ± 0,24***

Примечания: *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; ***p ≤ 0,001 по сравнению с контролем.

Таблица 7

Товарное качество и показатели экологической безопасности листового салата

Сорта салатов		Витамин С, мг/%	Нитраты, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Свинец, мг/кг
Вишневая дымка	контроль	9,85 ± 0,05	1179 ± 15	0,009 ± 0,002	0,118 ± 0,002
	опыт	18,76 ± 0,12**	936 ± 12*	0,008 ± 0,002	0,080 ± 0,001
Сезон чудес	контроль	11,6 ± 0,14	1664 ± 10	0,007 ± 0,001	0,118 ± 0,002
	опыт	13,13 ± 0,10	1526 ± 11*	0,006 ± 0,001	0,080 ± 0,001
Краснолистный Файер	контроль	24,39 ± 0,12	1318 ± 18	0,011 ± 0,005	0,100 ± 0,002
	опыт	28,14 ± 0,14*	1075 ± 15	0,006 ± 0,001	0,080 ± 0,001
Чудо четырех сезонов	контроль	10,32 ± 0,11	1179 ± 24	0,009 ± 0,002	0,079 ± 0,001
	опыт	10,79 ± 0,04	971 ± 11	0,007 ± 0,002	0,077 ± 0,001
Дольче Вита	контроль	18,76 ± 0,11	1456 ± 16	0,009 ± 0,003	0,081 ± 0,002
	опыт	18,78 ± 0,12	1387 ± 15	0,009 ± 0,02	0,064 ± 0,001
ПДУ, СанПиН 2.3.2.1078-2001, п.1.6.1			< 2000	< 0,03	< 0,50

Примечания: *p ≤ 0,05 по сравнению с контролем.

Итак, изучаемые йоднакопительные сорта зеленого салата очень пластичны по отношению к химическому элементу йод, могут накапливать его в больших количествах и иметь свойства функциональной (оздоровительной) продукции, а значит, могут быть использованы для профилактики йоддефицитного состояния человека.

В табл. 7 представлена характеристика высокого товарного качества и показатели экологической безопасности листового салата разных сортов.

В зелени салата сорта Вишневая дымка и сорта краснолистный Файер отмечено достоверное увеличение содержания витамина С. В листьях всех пяти сортов салата опытных растений существенно снижалось количество нитратов. Для сорта Вишневая дымка и сорта краснолистный Файер –

в среднем на 243 ± 15 мг/кг; для сорта Чудо четырех сезонов – на 208 ± 18; для сорта Сезон чудес – на 138 ± 12 мг/кг и для сорта Дольче Вита – на 69 ± 12 мг/кг по сравнению с контролем. Содержание кадмия и свинца в зеленой массе салата было значительно ниже ПДУ, а мышьяк и ртуть в листьях салата обнаружены не были.

Применение йоднасыщенного гуминового удобрения увеличивало урожайность растений сорта Вишневая дымка – в 1,95 раза; сорта Сезон чудес – в 1,2 раза; сорта краснолистный Файер – в 1,3 раза; сорта Чудо четырех сезонов – в 1,2 раза и сорта Дольче Вита – в 1,6 раза.

Заключение

Изучение компонентного состава йоднакопительных сортов листового салата

продемонстрировало, что в условиях защищенного грунта растения пяти изучаемых сортов салата Вишневая дымка, Сезон чудес, краснолистный Файер, Чудо четырех сезонов и Дольче Вита очень пластичны в отношении накопления йода и минеральных элементов. Предпосевное замачивание семян и последующее опрыскивание растений культуры салата йоднасыщенным гуминовым удобрением увеличивало среднее содержание йода в листьях растений в 10 – 25 раз ($p \leq 0,001$). Максимальное содержание йода обнаружено в зеленой массе салата сорта Сезон чудес и сорта краснолистный Файер. Под влиянием применения йоднасыщенного гуминового удобрения в листьях салата всех пяти изучаемых сортов возрастало содержание фосфора, калия, серы, магния, железа и цинка. Наивысшее содержание фосфора отмечено для салата сорта Сезон чудес, натрия – для растений двух сортов Вишневая дымка и Сезон чудес. К сероаккумулятивным растениям культуры салата можно отнести сорт Вишневая дымка и сорт Чудо четырех сезонов, к железонакопительным – сорт Сезон чудес и сорт Дольче Вита, к медьнакопительным – сорт Чудо четырех сезонов и сорт Дольче Вита. Растения четырех сортов Вишневая дымка, Сезон чудес, Чудо четырех сезонов и Дольче Вита, за исключением сорта краснолистный Файер, дополнительно накапливали биогенный кальций. В исследованиях показано, что йоднасыщенное гуминовое удобрение стимулирует процессы метаболизма и развитие ассимиляционного хлорофиллсодержащего аппарата организма растений салата всех пяти изучаемых сортов. Это объясняет повышение урожайности листового салата в среднем в 1,2–1,95 раза. В то же время полученная тепличная зеленая продукция соответствует требованиям экологической безопасности, имеет повышенное содержание витамина С и поэтому может быть использована с пользой для организма человека круглогодично.

Список литературы / References

1. Дзахмишева И.Ш. Профилактика йододефицита функциональными продуктами питания // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10–11. С. 2418–2421.
2. Dzhahmishева I.Sh. Iodine deficiency prevention with functional foods // *Fundamental research*. 2013. № 10–11. P. 2418–2421 (in Russian).
3. Авдеенко С.С. Продуктивность и качество салата листового в Ростовской области // *Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы*. 2014. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <http://journal-nutrition.ru/ru/article/view?id=200> (дата обращения: 12.11.2019).
4. Avdeenko S.S. Productivity and quality of leaf salad in Rostov region // *Racional'noe pitanie, pishchevye dobavki i biostimulyatory*. 2014. № 5. [Electronic resource]. URL: <http://journal-nutrition.ru/ru/article/view?id=200> (date of access: 12.11.2019) (in Russian).
5. Колпаков Н.А., Чернышева Н.Н., Федорова М.И., Буркова Е.В., Вол Ю.С. Сравнительная оценка сортов и гибридов овощных культур в защищенном грунте // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015. № 12 (134). С. 5–9.
6. Kolpakov N.A., Chernysheva N.N., Fedorova M.I., Burkova Ye.V., Vol Yu.S. Comparative evaluation of vegetable crop varieties and hybrids in protected ground // *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 12 (134). P. 5–9 (in Russian).
7. Табаленкова Г.Н., Далько И.В., Малышев Р.В., Григорай Е.Е., Буткин А.В. Продуктивность и компонентный состав листового салата при разных световых режимах в условиях защищенного грунта // *Гавриш*. 2013. № 4. С. 13–16.
8. Tabalenkova G.N., Dalke I.V., Malyshev R.V., Grigoraev E.E., Butkin A.V. Productivity and compositional analysis of leaf lettuce under different light conditions in protected ground // *Gavrish*. 2013. № 4. P. 13–16 (in Russian).
9. Олива Т.В., Панин С.И., Колесниченко Е.Ю., Кузьмина Е.А., Ярцева Е.А. Тепличное производство йоднакопительного листового салата сорта Лолло Росса // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23577> (дата обращения: 12.11.2019).
10. Oliva T.V., Panin S.I., Kolesnickenko E.Yu., Kuzmina E.A., Yartseva E.A. Hothouse production of iodine save leaf lettuce of Lollo Ross cultivar // *Modern problems of science and education*. 2015. № 6. [Electronic resource]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23577> (date of access: 12.11.2019) (in Russian).
11. Доспехов Б.А. Опыты с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта / В кн.: *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. М.: Агропромиздат, 1985. С. 120–122.
12. Dospekhov B.A. Experiments with vegetable crops in protected soil structures / V kn.: *Technique of field experiment (with bases of statistical processing of results of research)*. M.: Agropromizdat, 1985. С. 120–122 (in Russian).
13. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. М.: КолосС, 2004. 312 с.
14. Piskunov A.S. Methods of agrochemical research. M.: KolosS, 2004. 312 p. (in Russian).
15. Касторнова А., Кунавин Г. Урожайность шпината в зависимости от обработки гуматом калия – натрия // *Овощеводство и тепличное хозяйство*. 2015. № 3. С. 7–10.
16. Kastornova A., Kunavin G. Productivity of spinach depending on processing by potassium-sodium humate // *Ovoshchevodstvo i teplichnoe hozyajstvo*. 2015. № 3. P. 7–10 (in Russian).
17. Андрианова Ю.Е., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука, 2000. 135 с.
18. Andrianova Yu.E., Tarchevskij I.A. Chlorophyll and plant productivity. M.: Nauka, 2000. 135 p. (in Russian).
19. Медведев С.С. Механизмы регуляции морфогенеза растений // В материалах VII съезда общества физиологов растений России. Материалы докладов (в двух частях). Часть II. Нижний Новгород, 2011. С. 470–471.
20. Medvedev S.S. Regulation mechanism of plant morphogenesis // V materialah VII sezda obshchestva fiziologov rastenij Rossii. Materialy dokladov (v dvuh chastyah). Chast' II. Nizhnij Novgorod, 2011. P. 470–471 (in Russian).