

Разработка элементов технологии возделывания малораспространенных видов многолетних луков на Среднем Урале

М. Ю. Карпухин¹, Л. Н. Тымченко¹✉

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: lu1210@mail.ru

Аннотация. В опытах, проведенных в 2021–2022 гг. на базе учебно-опытного хозяйства Уральского государственного аграрного университета, исследовалось влияние площади питания и сроков посадки на продуктивность и биохимический состав многолетних луков. Территория Среднего Урала находится в сложной климатической зоне – с суровыми зимами и теплым летом, в связи с чем для выращивания на Среднем Урале должны подбираться растения, которые легко будут переносить капризы погоды, в том числе и зеленые культуры. Этим характеристикам соответствуют многолетние луки, которые способны давать высокие урожаи зеленых листьев даже в условиях рискованного земледелия. **Цель исследования** – изучить биологические особенности многолетних луков, а также выяснить влияние площади питания на их урожайность и биохимический состав. **Методы.** В опытах исследовали следующие факторы, влияющие на урожайность многолетних луков: длина листа, число листьев на растении, появление цветоносов, индивидуальную продуктивность растений. **Результаты.** В ходе исследования было установлено, что наибольшая урожайность отмечается у всех видов лука при выращивании с расстоянием в рядке 5 см, наибольшую индивидуальную продуктивность показали растения лука-батуна при выращивании в рядке с расстоянием между растениями 15 см и лука-слизуна с расстоянием между растениями в рядке 25 см. Кроме того, было отмечено ухудшение биохимического состава листьев всех исследуемых видов лука при посадке 2022 г. по сравнению с 2021 г. и увеличение концентрации, электропроводности и кислотности клеточного сока в 2022 г. по сравнению с 2021 г. **Научная новизна.** Лук Ледебур – наименее изученный из представленных в исследовании видов лука, однако обладающий хорошими товарными и питательными свойствами. Ранее данный вид лука не исследовался на Среднем Урале в качестве овощного растения.

Ключевые слова: многолетние луки, *Allium fistulosum*, *Allium nutans*, *Allium schoenoprasum*, *Allium odorum*, *Allium ledebourianum*, площадь питания.

Для цитирования: Карпухин М. Ю., Тымченко Л. Н. Исследование влияния площади питания и сроков посадки на урожайность некоторых видов многолетних луков в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 09. С. 11–28. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-11-28.

Дата поступления статьи: 24.03.2023, **дата рецензирования:** 19.04.2023, **дата принятия:** 14.06.2023.

Development of technology elements for the cultivation of rare species of perennial onions in the Central Urals

M. Yu. Karpukhin¹, L. N. Tymchenko¹✉

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: lu1210@mail.ru

Abstract. In experiments conducted in 2021–2022. on the basis of the educational and experimental farm of the Ural State Agrarian University, studies were carried out on the influence of the feeding area and planting dates on the productivity and biochemical composition of perennial onions. The territory of the Middle Urals is located in a difficult climatic zone, with severe winters and warm summers. The weather in this area can change very quickly, and therefore, for cultivation in the Middle Urals, plants should be selected that will easily endure the

vagaries of the weather, including green crops. These characteristics correspond to perennial onions, which are able to produce high yields of green leaves even in risky farming. Good resistance to pathogens, less susceptibility to pests compared to onions, as well as a wide variety of species that differ in external characteristics and taste make perennial onions excellent plants for obtaining valuable vitamin greens. **The purpose** of the study: to study the biological characteristics of perennial onions, as well as to find out the effect of the feeding area on their yield and biochemical composition. **Methods.** In the experiments, the following factors affecting the yield of perennial onions were investigated: leaf length, number of leaves per plant, the appearance of flower stalks, individual plant productivity. **Results.** In the course of the study, it was found that the highest yield is observed in all types of onions when grown with a distance in a row of 5 cm, the highest individual productivity was shown by batun onion plants when grown in a row with a distance between plants of 15 cm and slime onion with a distance between plants in a row of 25. In addition, there was a deterioration in the biochemical composition of the leaves of all the studied types of onions when planting in 2022 compared to 2021 and an increase in the concentration, electrical conductivity and acidity of cell sap in 2022 compared to 2021. **Scientific novelty.** Ledebur onion is the least studied of the onion species presented in the study, but it has good commercial and nutritional properties. Previously, this type of onion was not studied in the Middle Urals as a vegetable plant.

Keywords: perennial onions, *Allium fistulosum*, *Allium nutans*, *Allium schoenoprasum*, *Allium odorum*, *Allium ledebourianum*, feeding area.

For citation: Karpukhin M. Yu, Tymchenko L. N. Issledovaniye vliyaniya ploshchadi pitaniya i srokov posadki na urozhaynost' nekotorykh vidov mnogoletnikh lukov v usloviyakh Srednego Urala [Research of the influence of the feeding area and planting time on the yield of some types of perennial onions in the conditions of the Central Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 09. Pp. 11–28. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-11-28. (In Russian.)

Date of paper submission: 24.03.2023, **date of review:** 19.04.2023, **date of acceptance:** 14.06.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Луковые растения используются человеком в пищу с древнейших времен. Сложно переоценить их значение в повседневной жизни каждого из нас. Род *Allium* объединяет в своем составе, по некоторым данным, до 900 видов растений [1]. География распространения луковых растений очень широка, они произрастают в самых разных частях земного шара: на Крайнем Севере, в горных местностях, на побережьях [2].

Многие из видов луков подходят для получения урожая зеленых листьев, употребление в пищу которых оказывает на организм благотворное воздействие. Наиболее исследованный и распространенный на сегодняшний день – это лук репчатый (*Allium sepa*), он подходит для получения луковиц, которые могут длительно храниться в зимний период. Многолетние же виды лука, такие как батун (*Allium fistulosum*), слизун (*Allium nutans*), шнитт (*Allium schoenoprasum*), лук душистый (*Allium odorum*), лук Ледебура (*Allium ledebourianum*) и другие, более подходят для получения сочных зеленых листьев, которые могут использоваться как приправа, а также для обогащения нашего рациона витаминами и биологически активными веществами. Данные виды также имеют и другие преимущества по сравнению с репчатым луком, например, более раннее отрастание листьев, большая устойчивость поражению возбудителями болезней и вредителями, а также возможность несколько раз за сезон давать урожай.

Многолетние виды лука в нашей стране нельзя отнести к культурам, получившим значительное распространение в овощеводстве, но иногда их можно встретить на дачных участках. Однако в таких странах, как Китай, Япония, Южная Корея, для выращивания многолетних видов лука используются значительные площади, что свидетельствует о том, что данные культуры достаточно урожайны при выращивании их в промышленных масштабах и востребованы у населения [3].

Ранее многолетние луки активно исследовались учеными нашей страны, но в последние десятилетия публикаций по многолетним лукам в литературе встречается не так много. Большое внимание уделяется луку репчатому как важной продовольственной культуре, а исследованию многолетних видов придается меньше значения, хотя это относительно малотребовательные растения, способные выживать даже в очень сложных и тяжелых условиях, а соответственно, требовать меньше времени и средств на уход за ними. Соответственно, для того чтобы в нашей стране эти виды получили более широкое распространение необходимо информировать население о их пользе для организма человека и параллельно изучать их биологические особенности и совершенствовать технологии выращивания с учетом природно-климатических особенностей.

Многолетние виды лука обладают богатым биохимическим составом, который не уступает луку репчатому, а по некоторым показателям превосходит его. Эти луки содержат в своем составе та-

кие важные для организма человека витамины, как С, В₁, В₂, Е, каротин и другие [4; 5]. Кроме того, установлено, что эфирные масла лука репчатого обладают сильным бактерицидным действием, что с успехом использовалось многими поколениями людей начиная с глубокой древности. Также следует отметить, что некоторые многолетние виды лука, такие как лук-слизун (*Allium nutans*), шнитт-лук (*Allium schoenoprasum*) могут быть использованы, как сырье для фармацевтической промышленности, т. к. содержат в своем составе стероидные гликозиды, сапонины которых используются в качестве сырья для получения стероидных гормональных препаратов [6]. Однако биохимический состав многолетних луков сильно различается, в зависимости от условий выращивания и возраста растений [7; 8]. Данный факт еще раз показывает необходимость детального изучения многолетних луков при выращивании их в конкретной местности.

В своих опытах мы использовали не только относительно распространенные виды луков на Среднем Урале, такие как батун, шнитт, слизун, но и почти не известные виды в нашем регионе – лук душистый и лук Ледебура. Все эти луки с давних времен используются для получения зелени и каждый из этих видов уникален.

Лук-батун (*Allium fistulosum*), или татарка, пожалуй, наиболее известный среди своих сородичей многолетних луков. Это один из наиболее ранних луков, который выпускает свои дудчатые листья сразу после схода снега. Растения батун крупнее, хорошо приспособленные переносить суровые русские зимы [9]. Вкус листьев у батун приятный, острый. Все растения лука-батун относятся к трем разновидностям: китайской, русской и японской. В России, конечно же, более распространена именно русская разновидность, но две другие тоже представляют немалый интерес. Однако у них есть один значительный недостаток – пониженная зимостойкость. Хотя, например, японская разновидность может выращиваться в однолетней культуре и составить конкуренцию луку-порею. При соблюдении должной агротехники (а именно окучевания) японский подвид лука-батун может образовывать длинный отбеленный ложный стебель [10].

Лук-слизун (*Allium nutans*), или лук поникающий, формирует мощный куст, состоящий из плоских листьев шириной 1–3 см. Особенность лука-слизуна состоит в том, что листья его сохраняют свои товарные качества на протяжении всего периода вегетации и даже в период цветения они остаются мягкими и сочными. Слизун обладает хорошей морозостойкостью и сопротивляемостью к неблагоприятным факторам среды [3]. Высокое содержание в листьях лука-слизуна сухих веществ обеспечивают ему после срезки достаточно дли-

тельное хранение в охлажденном виде с сохранением всех товарных качеств. Необычная форма и слабоострый вкус листьев лука-слизуна делают это растение перспективным для применения в кулинарной отрасли.

Шнитт-лук (*Allium schoenoprasum*), пожалуй, второй по распространенности вид многолетнего лука, имеет тонкие шиловидные трубчатые листья. Произрастая на одном месте несколько лет, может образовывать плотную дернину, напоминающую траву. Этот вид лука также морозоустойчив и способен давать хороший урожай зеленый листьев. Прежде всего, его урожайность связана со способностью корневищ сильно ветвиться и образовывать новые луковички [11]. За один сезон шнитт-лук может образовывать до нескольких десятков новых луковичек. К недостаткам можно отнести, то, что в период цветения листья у него становятся грубыми, но после срезки листьев и цветочных стрелок, за короткий период времени отрастают новые нежные листья [12].

Наименее изученный из представленных видов лука – это лук Ледебура (*Allium ledebourianum*), данный вид очень похож на шнитт-лук, однако его немного более жесткие листья имеют большую длину, на них есть небольшой сизый налет. Этот вид также склонен к интенсивному ветвлению, но все же в меньшей степени, чем шнитт-лук. Цветение лука Ледебура начинается позже, чем у лука-батун и шнитт-лука, в связи с чем он представляет особый интерес с точки зрения получения свежих зеленых листьев [13].

Душистый лук (*Allium odorum*), или джусай, также представляет собой уникальное растение, которое изучалось достаточно ограниченно и литературе. Он не имеет развитых луковичек и относится скорее к корневищным лукам. Его листья, так же как и у слизуна, не теряют своих качеств до конца вегетации и сохраняют мягкость и приятный вкус в период цветения, который наступает немного позже, чем у остальных, описанных видов и растянут на достаточно длительное время. Листья у лука душистого плоские, но более узкие, длинные и мягкие, по сравнению с луком-слизуном. Внешне листья душистого лука похожи на травинки, а цветение его очень декоративно. Данный вид лука обладает приятным чесночным вкусом [14]. К недостаткам душистого лука можно отнести разве что несколько меньшую зимостойкость по сравнению с описанными выше видами.

Кроме того, что луки – это важные пищевые растения, имеющие богатый биохимический состав, они еще с успехом могут выполнять декоративную функцию. Так, слизун, шнитт, Ледебура и душистый лук вполне могут использоваться в ландшафтном дизайне для оформления территории [15].

Методология и методы исследования (Methods)

Цель данной работы – изучить биологические особенности некоторых многолетних луков при выращивании их в условиях Среднего Урала, а также установить влияние площади питания на биохимический состав и урожайность, исследуемых видов многолетних луков.

В опыте проводилось исследование следующих видов лука: лук-батун (*Allium fistulosum*), лук-слизун (*Allium nutans*), шнитт-лук (*Allium schoenoprasum*), лук душистый (*Allium odorum*), лук Ледебур (*Allium ledebourianum*). Опыты проводились в 2021–2022 гг. на базе учебно-опытного хозяйства «Учхоз „Уралец“» Уральского государственного аграрного университета.

Постановку опытов, проведение учетов и наблюдений осуществляли по методикам [16]. Опыт однофакторный, повторность трехкратная. Размещение вариантов рандомизированное. В качестве контроля использовался лук-батун (*Allium fistulosum*).

Посадку производили рядовым способом, расстояние между рядками составляло 25 см, а расстояние между растениями в ряду составляло 5 см, 15 см, 25 см.

В 2021 г. посадка была произведена в начале летнего сезона, а в 2022 г. проводилась подзимняя посадка растений. В качестве посадочного материала послужили луковицы перечисленных выше видов лука. Предварительной обработки луковиц не проводилось. В опыте использовался материал от растений, не имеющих признаков поражения болезнями и вредителями.

В опыте отмечали дату посева, появления первого и последующих листьев, появления цветоноса, дату уборки. Проводили измерения самого длинного листа на растении, подсчет числа листьев. В ходе проведения опыта были проведены измерения концентрации и электропроводности клеточного сока зеленых листьев лука.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали по рекомендуемой методике с использованием компьютерной программы Excel.

Результаты (Results)

В 2021 г. посадку луковиц исследуемых видов лука провели 7 июня. Через неделю, 20.06.2021 г., у всех видов лука уже имелись входы. Для следующего опыта посадку произвели осенью (15.09.2021 г.). За время осеннего периода луки укоренились, поэтому вышли из-под снега уже с небольшими зелеными листьями.

После того как были зафиксированы даты появления первых листьев, велись наблюдения за скоростью нарастания зеленой массы растений, в частности за изменением длины листьев и их числа.

На рис. 1 и 2 наглядно представлена динамика роста длины листа в течение сезона 2021 г. и 2022 г.

В 2021 г. наибольшая длина листьев была отмечена в посадках с расстояниями между растениями 5 см, за исключением шнитт-лука (15 см). В 2022 г. при подзимней посадке многолетних луков показатели длины зеленых листьев растений были отличны от данных 2021 г. Так, наибольшая длина листа была отмечена в вариантах с расстоянием между растениями 15 и 25 см, исключение составил также шнитт-лук, длина листа которого была больше при посадке с расстоянием 5 см.

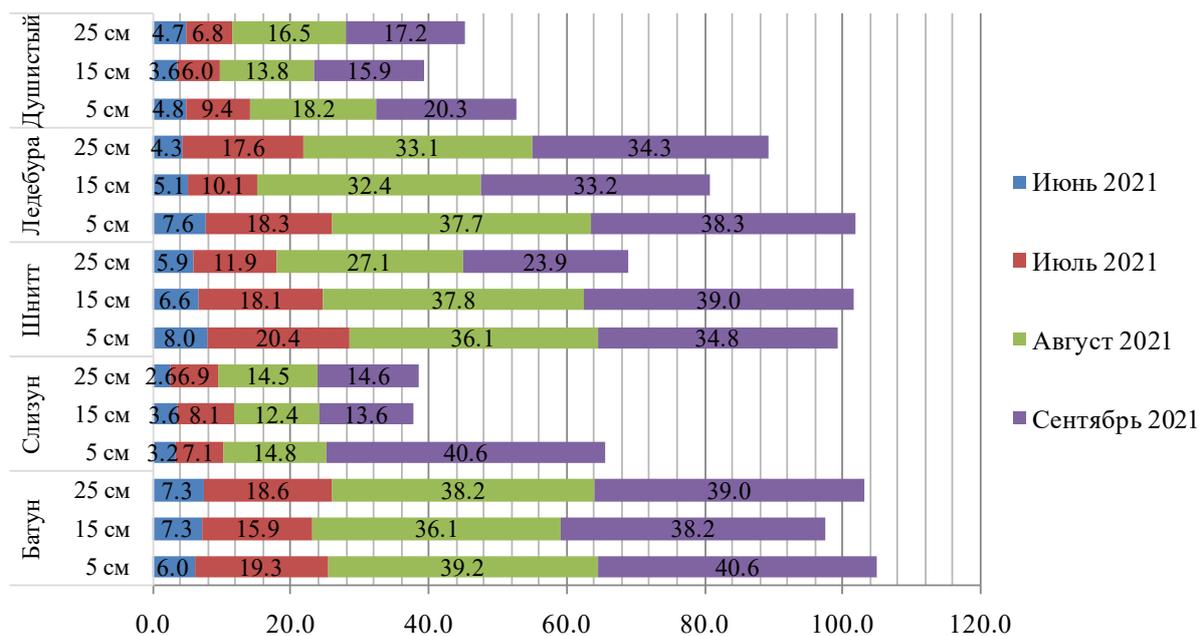


Рис. 1. Динамика роста длины листа в 2021 г.

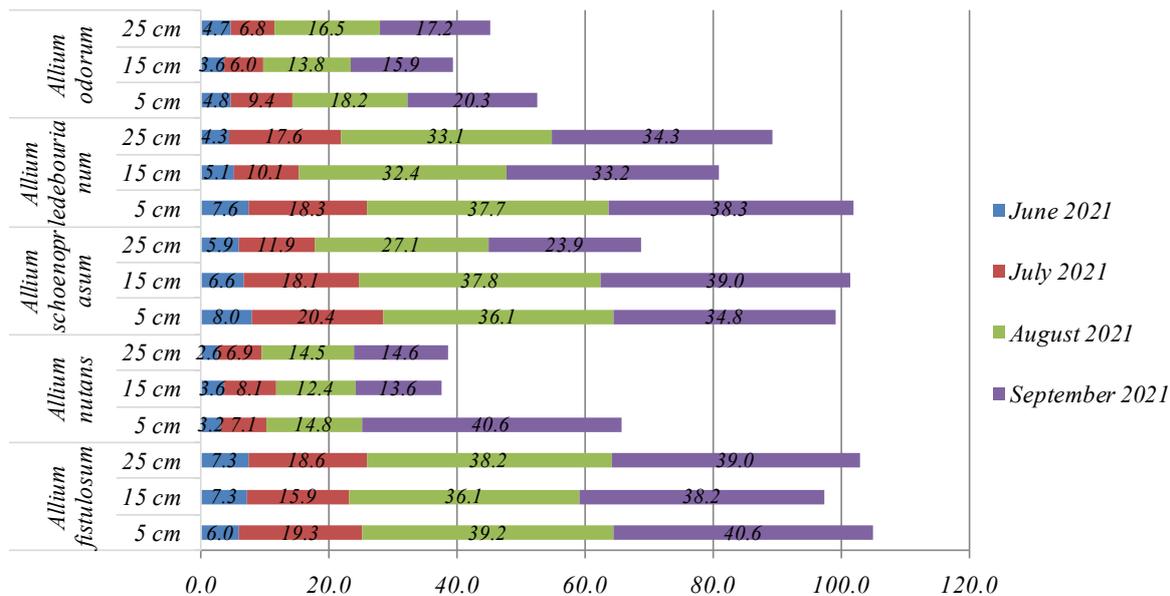


Fig. 1. Dynamics of leaf length growth in 2021

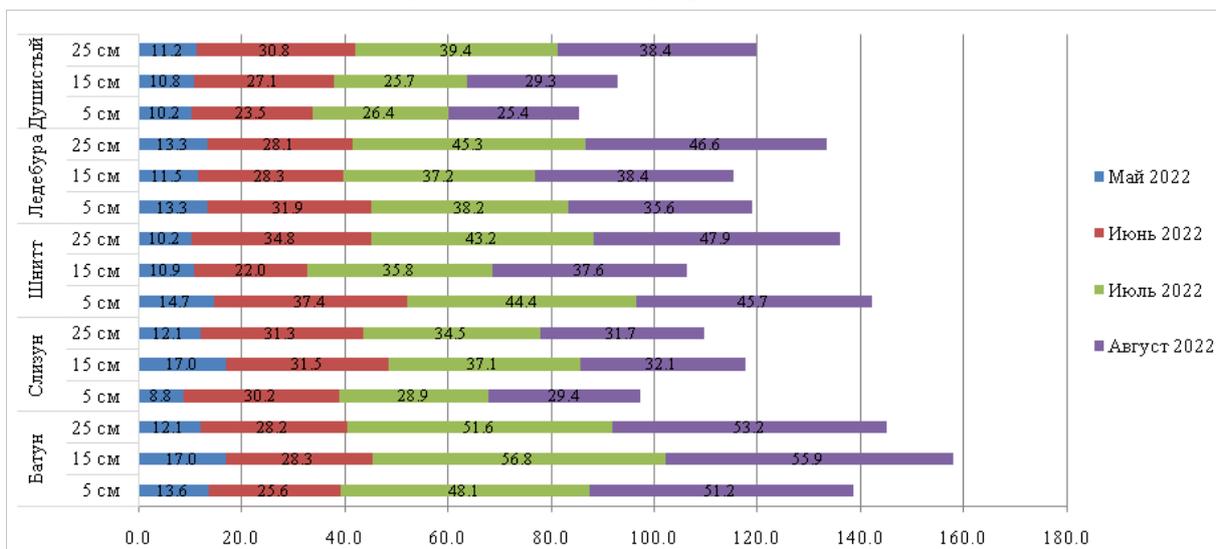


Рис. 2. Динамика роста длины листа в 2022 г.

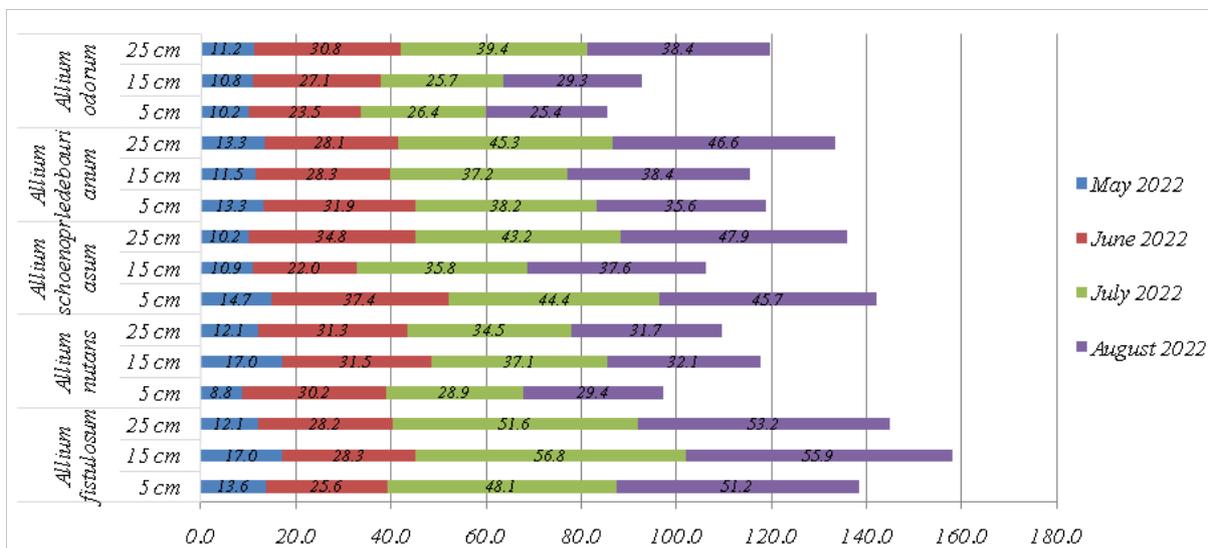


Fig. 2. Dynamics of leaf length growth in 2022

Число листьев на растении – также важный показатель урожайности многолетних луков. На представленных ниже диаграммах (рис. 3 и 4) можно отметить, что при подзимней посадке многолетних луков число листьев на растении было значительно больше, чем при летней посадке.

На представленных изображениях видно, что одинаковые тенденции на протяжении двух лет наблюдений были отмечены у лука-слизуна, и шнитт-лука, то есть более высокие показатели по числу листьев отмечены в рядах с максимальным расстоянием между растениями в ряду (25 см). У лука-батуна урожайность в 2021 г. и 2022 г. в посадках с расстоянием 15 и 25 см была практически одинаковой – возможно, это связано с тем, что корневая система растений еще недостаточно развилась и при дальнейшем выращивании данный параметр может поменяться. Разными оказались данные по луку душистому: в 2021 г. наибольшую урожайность показали растения, которые развивались с большей площадью питания, а в 2022 г. урожайность во всех вариантах была на низком уровне и примерно одинаковой. Можно предположить, что это связано с более низкой зимостойкостью лука душистого, т. к. природные очаги его распространения – это более

южные широты, чем территории Среднего Урала [17]. Требуемыми исследования также стали данные по шнитт-луку при посадке его с расстоянием 5 см между растениями. Если в 2021 г. число листьев в рядах с расстоянием 5 и 15 см незначительно отличалось, то в 2022 г. ряды с более плотным расположением растений имели гораздо большее число листьев, чем ряды с расстоянием между растениями 15 см.

В ходе проведения опытов, кроме показателей нарастания зеленой массы растений, отслеживали и образование на растениях цветоносов, т. к. при цветении у многих видов лука ухудшается качество зелени, она становится грубой, а также на некоторое время прекращается рост листьев. Лук-слизун и лук душистый являются исключением: зеленые листья данных растений не теряют своих вкусовых и товарных качеств, но у них, как и у других видов лука, отмечается более медленное образование зеленой массы в период цветения. Это связано с тем, что для образования цветоноса растению требуются значительные запасы энергии. На рис. 5 представлены данные, отражающие время появления цветочных стрелок на расстояниях.

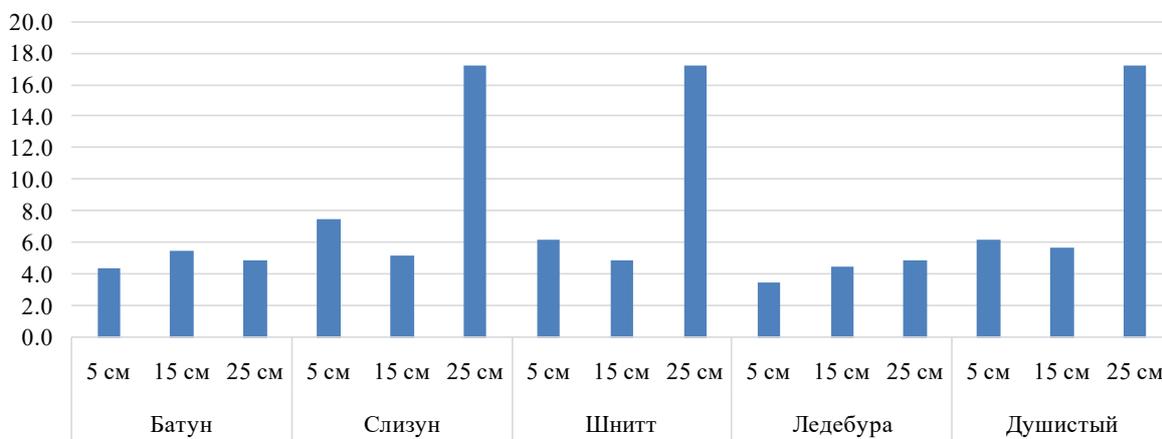


Рис. 3. Среднее число листьев на растении в 2021 г.

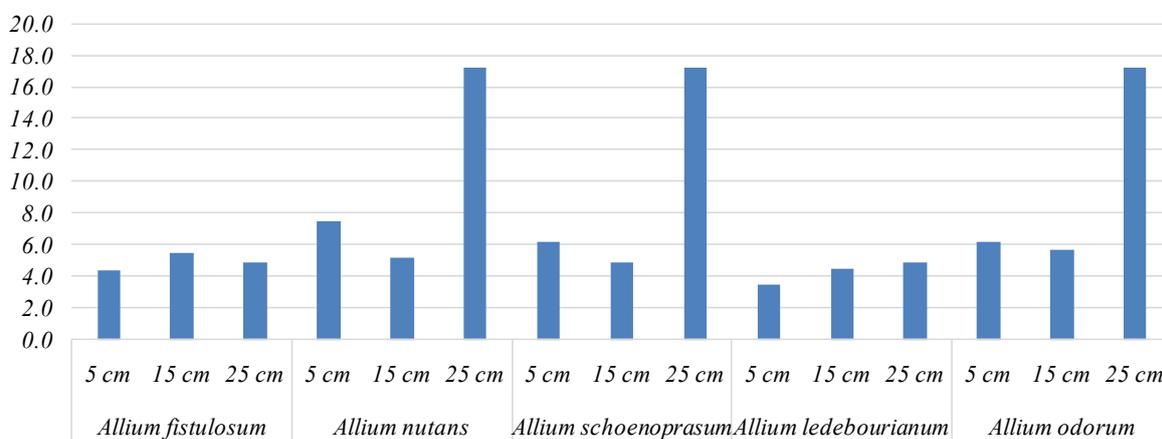


Fig. 3. Average number of leaves per plant in 2021

На основании представленных данных можно говорить о том, что при подзимней посадке лук зацветал позже, однако зависимости образования цветочных стрелок от площади питания растений выявлено не было. Также следует отметить, что при посадке в 2021 г. погода в летний период стояла

жаркая и засушливая, что могло способствовать образованию цветочных стрелок на растениях в более ранние сроки. В 2022 г. в июне было достаточно дождливо и прохладно, что, в свою очередь, могло привести к более позднему формированию генеративных органов.

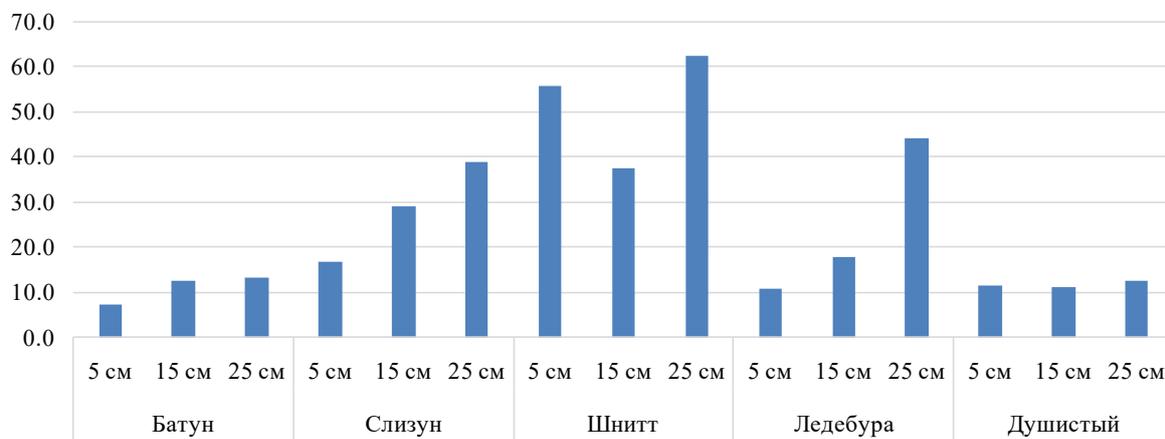


Рис. 4. Среднее число листьев на растении в 2022 г.

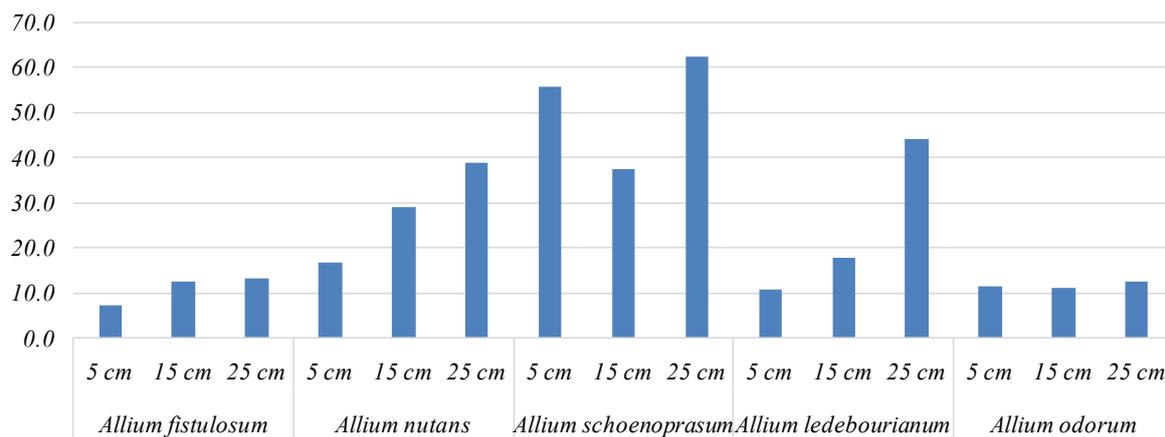


Fig. 4. The average number of leaves per plant in 2022

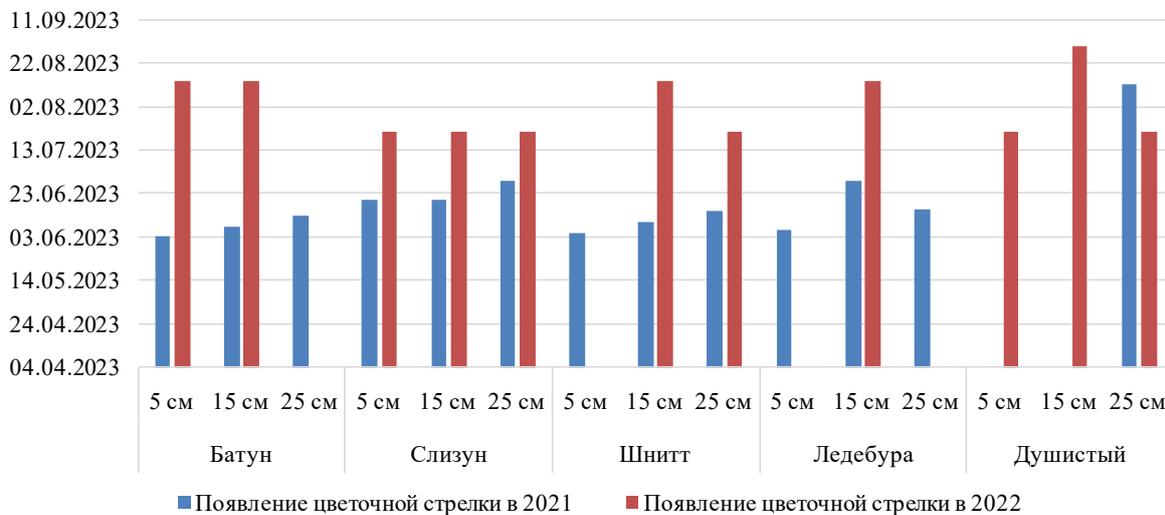


Рис. 5. Формирование цветочных стрелок на растениях многолетнего лука в 2021–2022 гг.

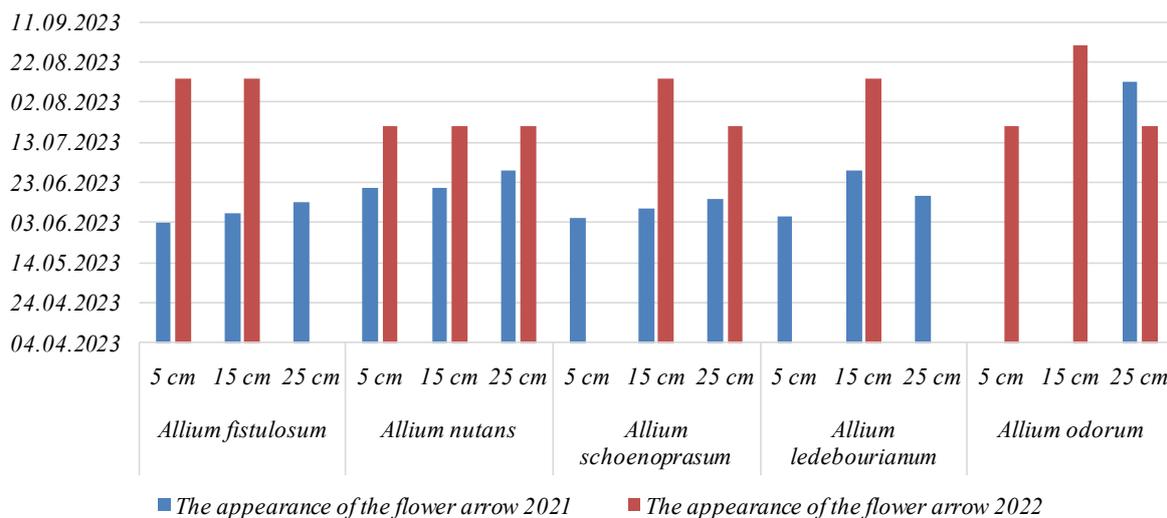


Fig. 5. Formation of flower arrows on perennial onion plants in 2021–2022

В качестве характеристики приспособляемости растений к факторам внешней среды были проведены исследования клеточного сока в 2021 г. при сборе урожая, а в 2022 г. клеточный сок исследовался на протяжении всего периода вегетации растений.

Клеточный сок – это жидкость, которую выделяют живые растительные клетки. Она часто представляет собой коллоидный раствор и состоит из воды и различных веществ. Вязкость его, как правило, больше, чем у воды. Состав клеточного сока индивидуален для каждого вида растений. На него также влияют возраст растения, условия произрастания и прочие факторы. В составе клеточного сока есть углеводы (глюкоза, фруктоза), инулин, пектины, гликозиды, дубильные вещества, аминокислоты, алкалоиды, органические и неорганические вещества. Иногда могут быть включения микроэлементов. Клеточный сок листьев многолетних луков мутный, имеет светло-зеленую окраску. В составе клеточного сока содержатся в основном вода и вещества, которые служат для обмена веществ в растении, что предопределяет упругость тканей растений, их осмотические свойства и тургор [18].

На рис. 6 изображены графики, отражающие изменение клеточного сока растений в 2022 г.

На представленных графиках видно, что у всех без исключения видов лука наблюдается увеличение концентрации клеточного сока в конце вегетации по сравнению с началом сезона. Также у всех видов лука наблюдались значительные колебания в середине вегетационного периода, а в августе в период формирования цветочных стрелок колебания были незначительными.

На следующем графике можно оценить отличия в концентрации клеточного сока за два года выращивания (рис. 7). Заметно, что практически у всех видов лука концентрация клеточного сока в период уборки урожая в 2021 г. году была ниже. Учитывая, что концентрация клеточного сока является важным

показателем влагообеспеченности растений, можно сделать вывод о том, что в 2022 г. многолетний лук в большей степени страдал от дефицита влаги [19]. Менее всего, судя по графику, это было отмечено у таких видов, как батун и Ледебура, т. е. можно сделать вывод о том, что, скорее всего, они в большей степени приспособлены к недостатку влаги.

В ходе опытов проводилось исследование электропроводности клеточного сока как основного показателя растворенных в нем минеральных веществ. В 2021 г. показатели электропроводности измерялись при уборке урожая, а в 2022 г. показатели фиксировались в течение сезона. Результаты представлены на графиках (рис. 8).

Из графиков видно, что наибольшие колебания электропроводности происходили в середине вегетации. Исключение составил только лук Ледебура, изменения в электропроводности клеточного сока которого происходили на протяжении всего времени выращивания. По всем видам можно отметить, что электропроводность в начале вегетации была ниже, чем в конце. Показатели электропроводности сока листьев лука при уборке урожая, так же как и показатели концентрации клеточного сока, в 2022 г. оказались выше, чем в 2021 г. (рис. 9).

Показатель pH клеточного сока – также один из вариантов выявления реакции растений на факторы внешней среды. Измерения pH осуществлялись в 2021 г. во время срезки листьев, в 2022 г. – начиная с середины периода вегетации.

Динамика изменения pH сока растений представлена на графиках (рис. 10). На данных изображениях видно, что в июле у всех растений лука наблюдались колебания кислотности сока в сторону ее увеличения, но затем происходило восстановление, ближе к осени кислотность сока стала все же несколько больше у всех видов лука. Незначительные отклонения были зафиксированы только у лука Ледебура с расстоянием между растениями в ряду 25 см.

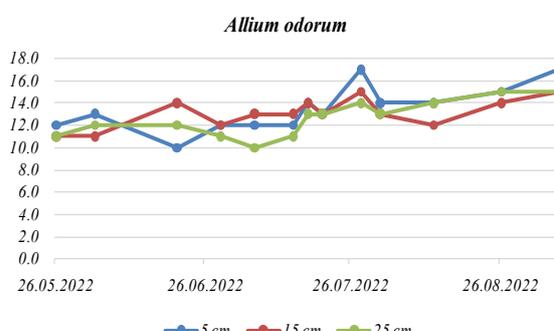
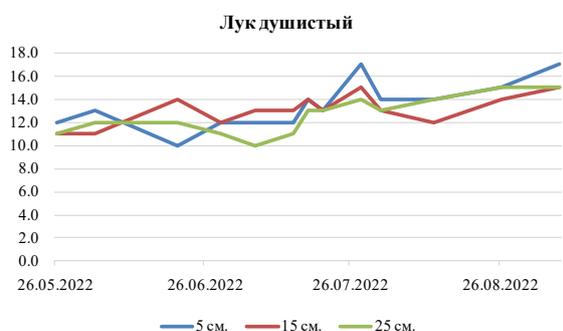
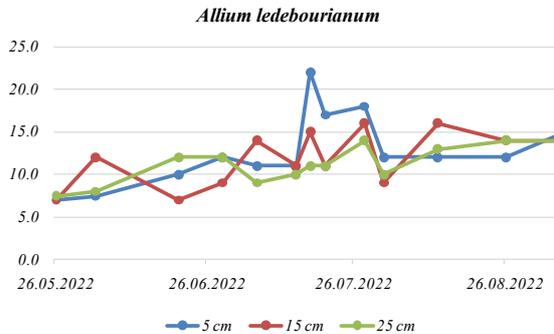
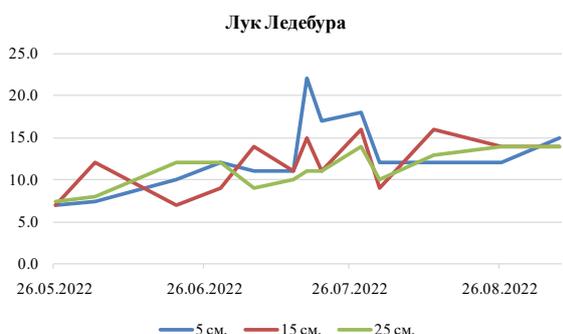
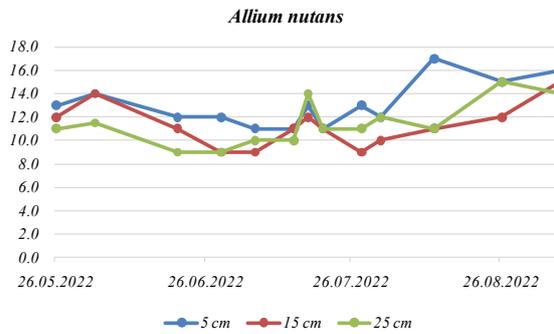
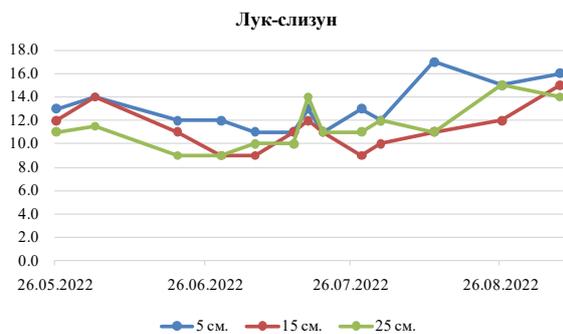
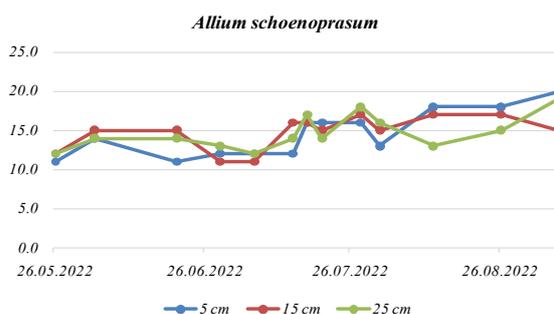
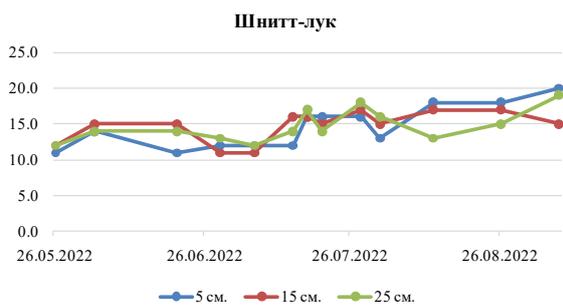
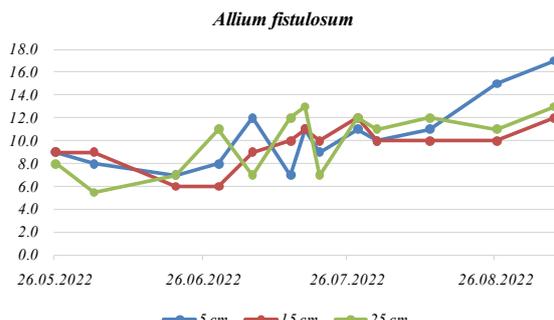
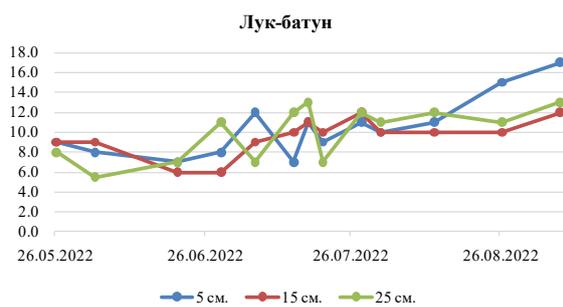


Рис. 6. Динамика изменения концентрации клеточного сока листьев многолетних луков по видам в 2022 г.

Fig. 6. Dynamics of changes in the concentration of cellular juice of leaves of perennial onions by species in 2022

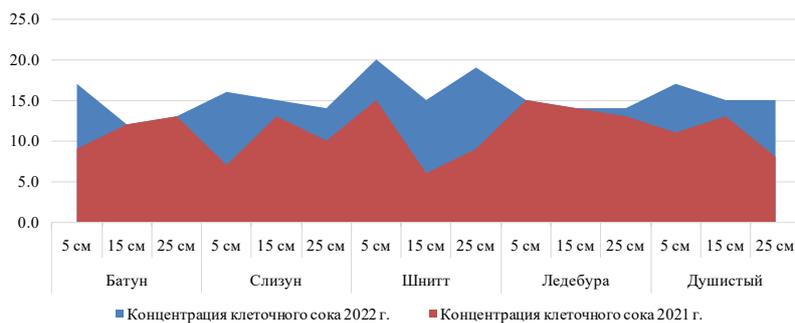


Рис. 7. Концентрация клеточного сока листьев многолетнего лука при уборке урожая в 2021–2022 гг.

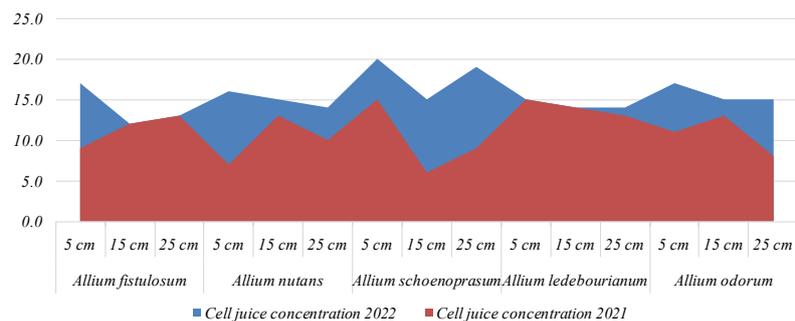
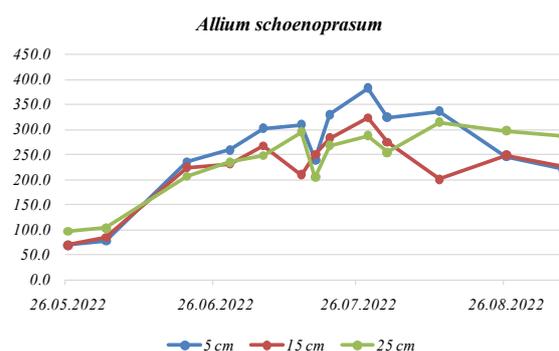
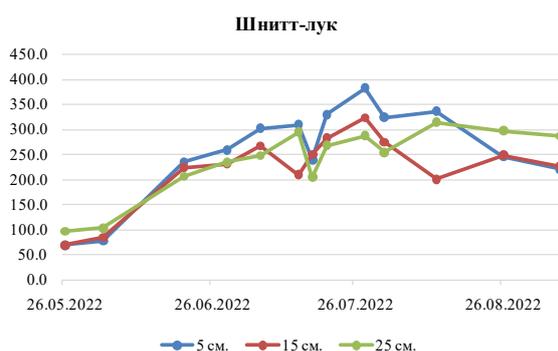
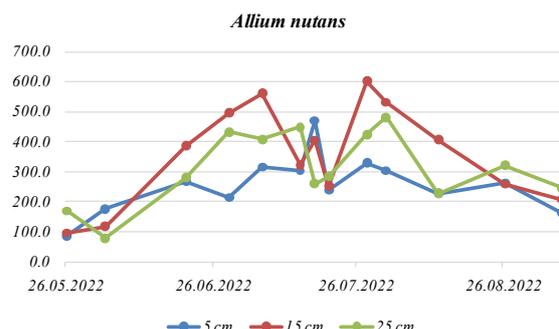
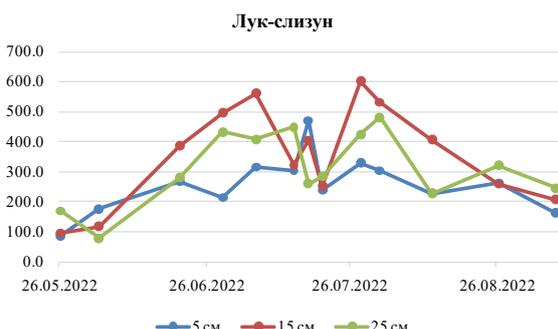
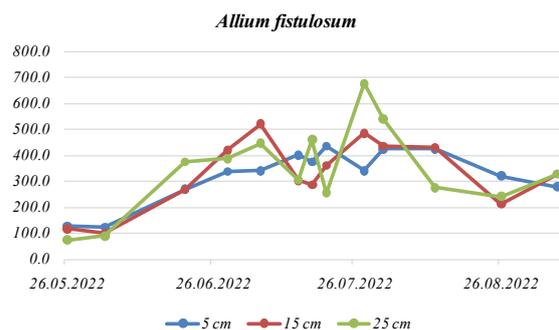
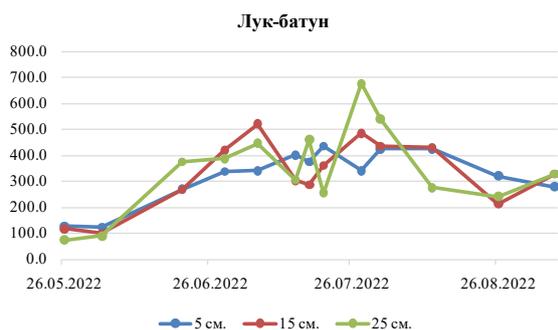


Fig. 7. Concentration of cellular juice of perennial onion leaves during harvesting in 2021–2022



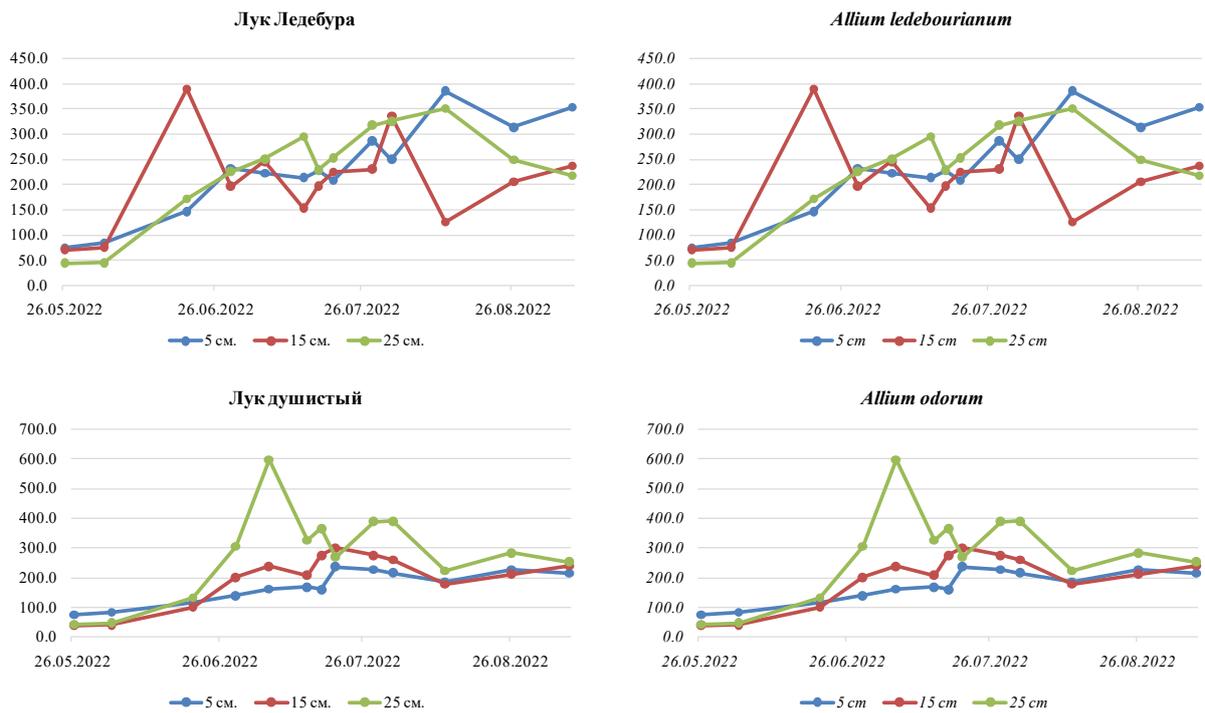


Рис. 8. Динамика изменения электропроводности листьев многолетних луков в 2022 гг., мкг/мл

Fig. 8. Dynamics of changes in the electrical conductivity of perennial onion leaves in 2022, mkg/ml

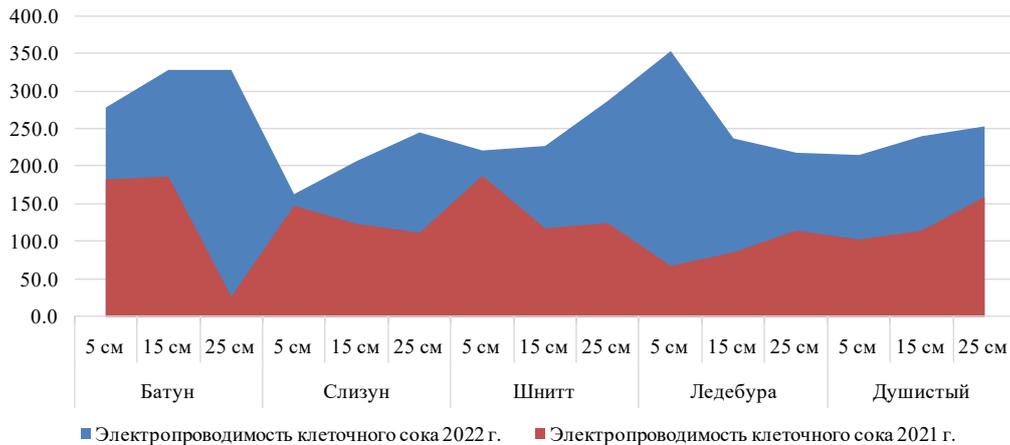


Рис. 9. Электропроводность клеточного сока листьев многолетних луков при уборке урожая в 2021–2022 гг., мкг/мл

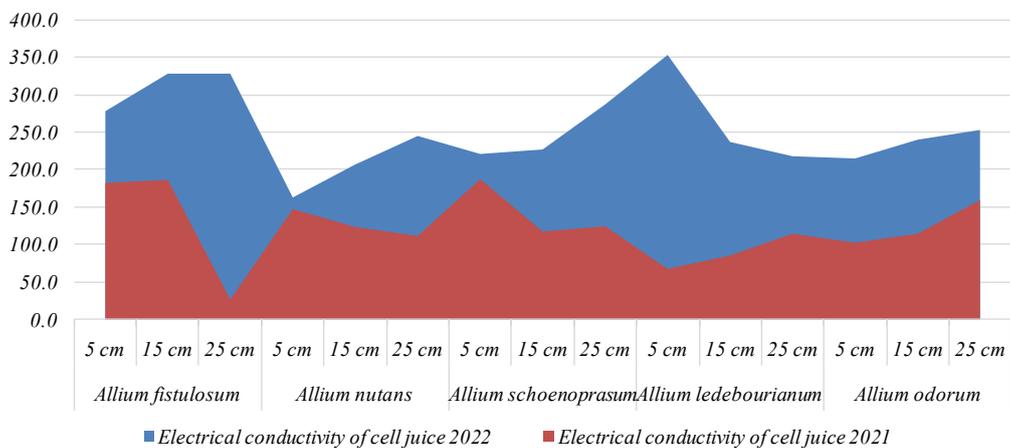


Fig. 9. Electrical conductivity of the cellular juice of the leaves of perennial onions during harvesting in 2021–2022, mkg/ml

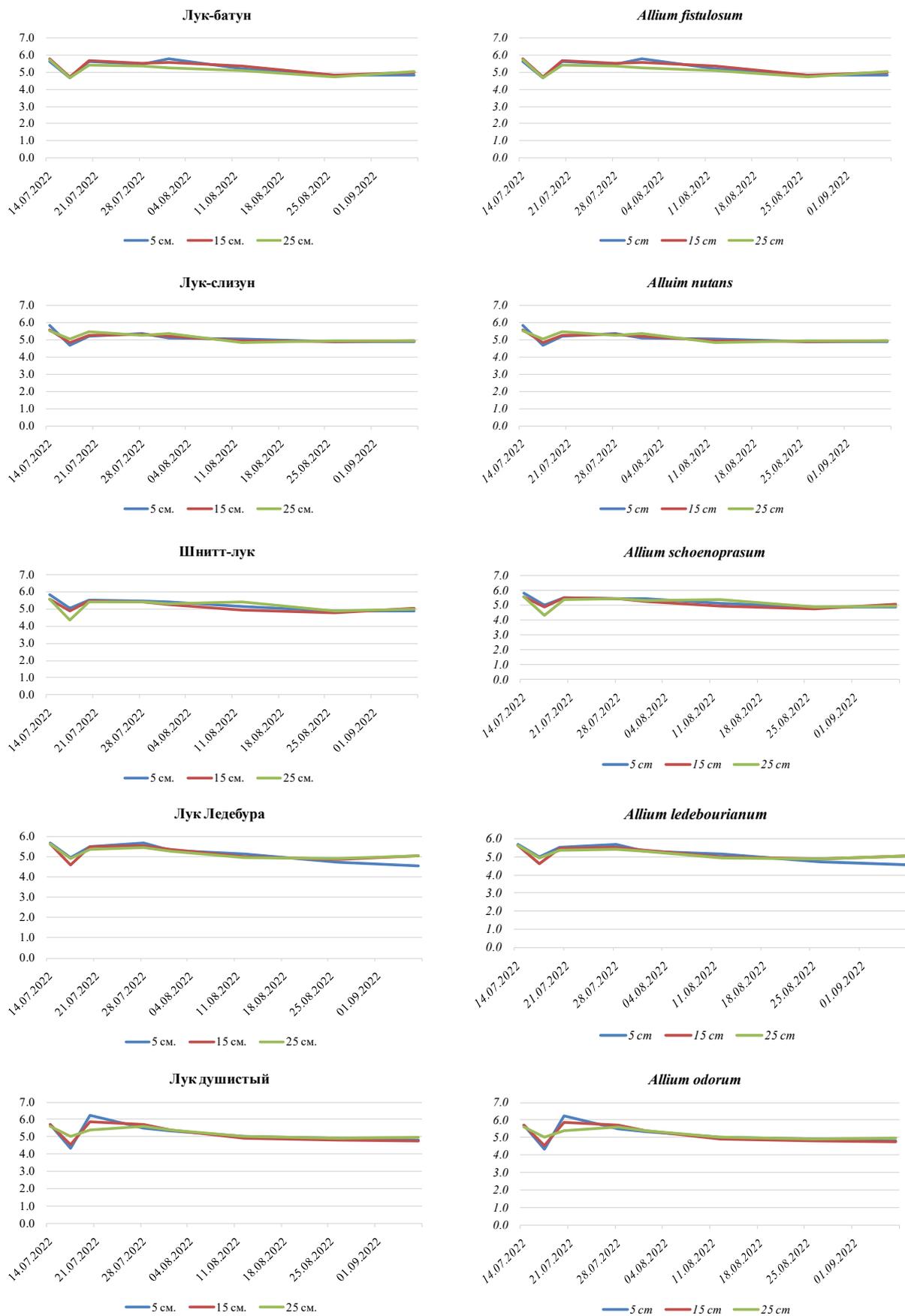


Рис. 10. Динамика изменения рН клеточного сока многолетних луков в 2022 г.

Fig. 10. Dynamics of pH changes in the cell juice of perennial onions in 2022

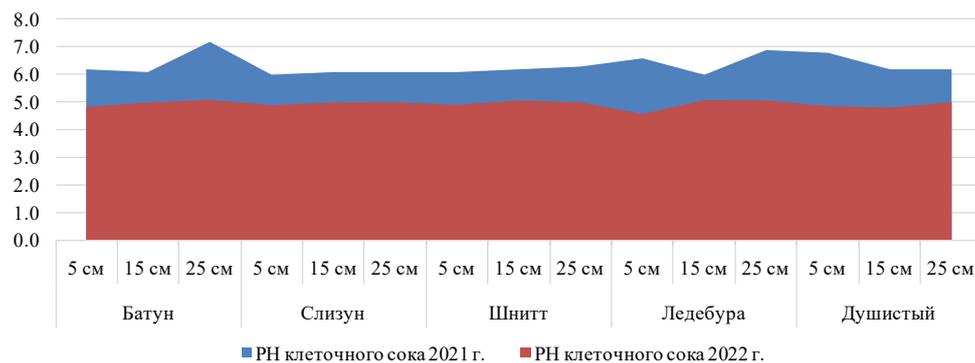


Рис. 11. pH клеточного сока листьев многолетних луков при уборке урожая в 2021–2022 гг.

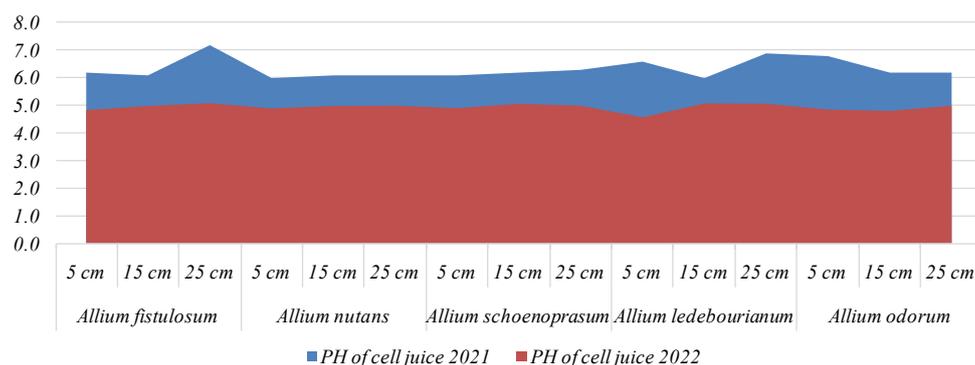


Fig. 11. PH of the cellular juice of the leaves of perennial onions during harvesting in 2021–2022

На рис. 11 изображен график, на котором видны отличия в pH сока листьев луков в 2021 и 2022 гг. Можно отметить, что в 2022 г. кислотность сока у луков была выше, чем в 2021 г., у всех изучаемых видов многолетнего лука.

Индивидуальная продуктивность растений в 2022 г. оказалась значительно выше, чем в 2021. Так, урожайность одного растения шнитт-лука при посадке с расстоянием 25 см между растениями оказалась выше в 24 раза, а урожайность лука-слизуна при посадке с расстоянием 15 и 25 см – выше в 18 и 17 раз соответственно (рис. 12).

Урожайность по всем видам лука в 2021 и в 2022 г. оказалась выше в рядах с расстоянием между растениями 5 см за счет более эффективного использования площади поля (рис. 13).

Важным показателем качества получаемой продукции является ее биохимический состав, исследования которого производились в после сбора урожая (рис. 14).

Все исследуемые виды лука показали большее содержание сухого вещества, витамина С и каротина в 2021 г. по сравнению с 2022 г. Так, содержание сухого вещества в луке душистом снизилось на 19 %, а в шнитт-луке – на 13 %. Значительное снижение показателей содержания витамина С в 2022 г. отмечено у всех видов, у лука-батун и слизуна оно наиболее выражено: 49 % и 41 % соответственно, у остальных видов снижение составило 27–38 %. Снижение содержания каротина в большей степени коснулось лука душистого и составило 38 %, по

другим видам лука – от 9 до 20 %. Вместе с ухудшением витаминного состава листьев лука в 2022 г. произошло увеличение содержания в них нитратов: у лука душистого их стало больше в 5 раз, а у лука Ледебура – в 2 раза.

При обработке полученных данных были выявлены средние зависимости между числом листьев и расстоянием между растениями в ряду (0,6), выявлена средняя зависимость между расстоянием между растениями и урожайностью. Средняя зависимость отмечена между числом листьев и высотой растения, а также между электропроводимостью и pH клеточного сока (0,5 и 0,6).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В период 2021–2022 г. на базе учебно-опытного хозяйства Уральского государственного университета были проведены опыты по определению степени влияния площади питания и сроков посадки на урожайность многолетних луков. Известно, что площадь питания – это один из самых важных параметров, влияющих на продуктивность всех овощных растений. На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Зависимости между индивидуальной продуктивностью растений многолетних луков и площадью питания в первый год вегетации не выявлено, однако общая урожайность по всем видам лука выше в посадках с меньшим расстоянием между растениями в связи с более эффективным использованием площади поля.

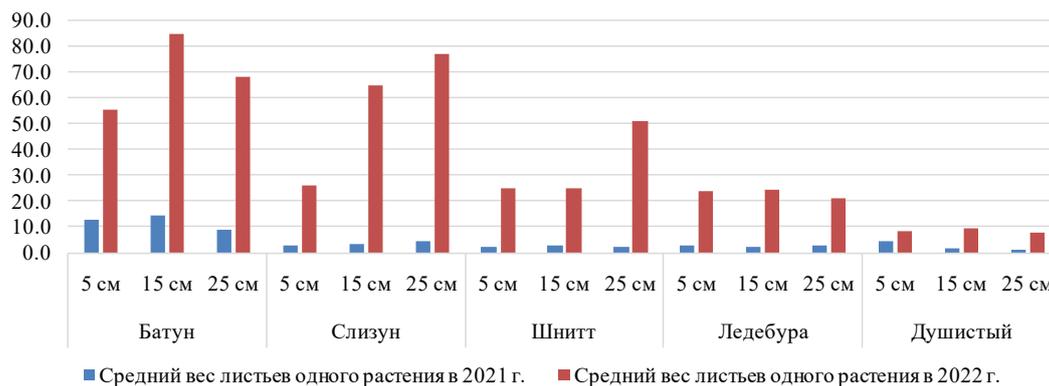


Рис. 12. Индивидуальная продуктивность растений многолетних луков в 2021–2022 гг., г

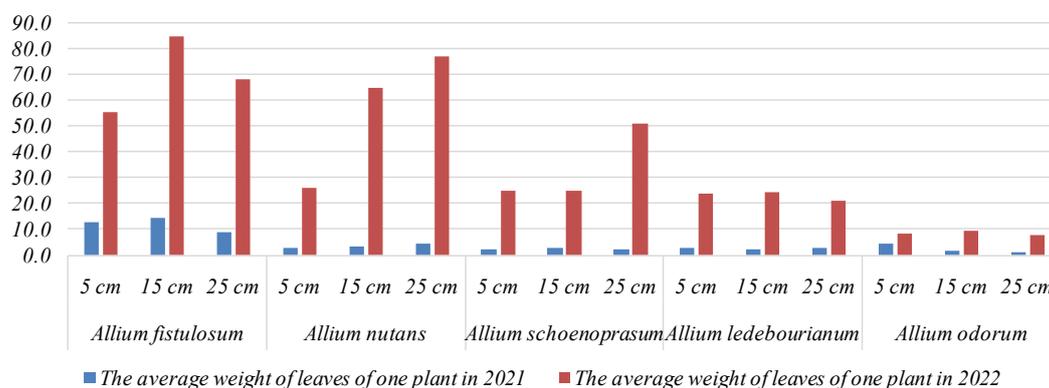


Fig. 12. Individual productivity of perennial onion plants in 2021-2022, g

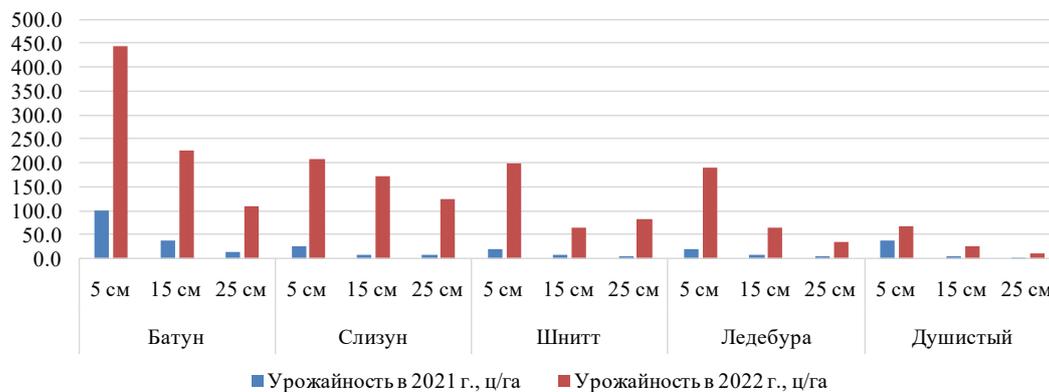


Рис. 13. Урожайность многолетних луков в 2021–2022 гг., ц/га

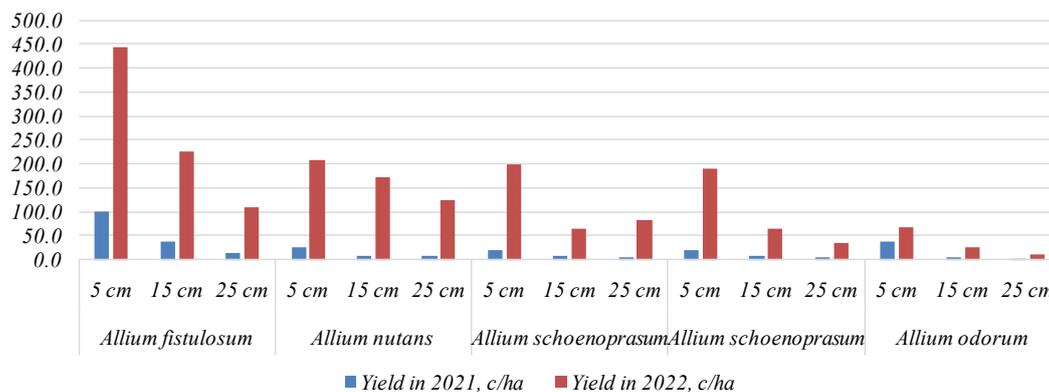


Fig. 13. Yield of perennial onions in 2021–2022, c/ha

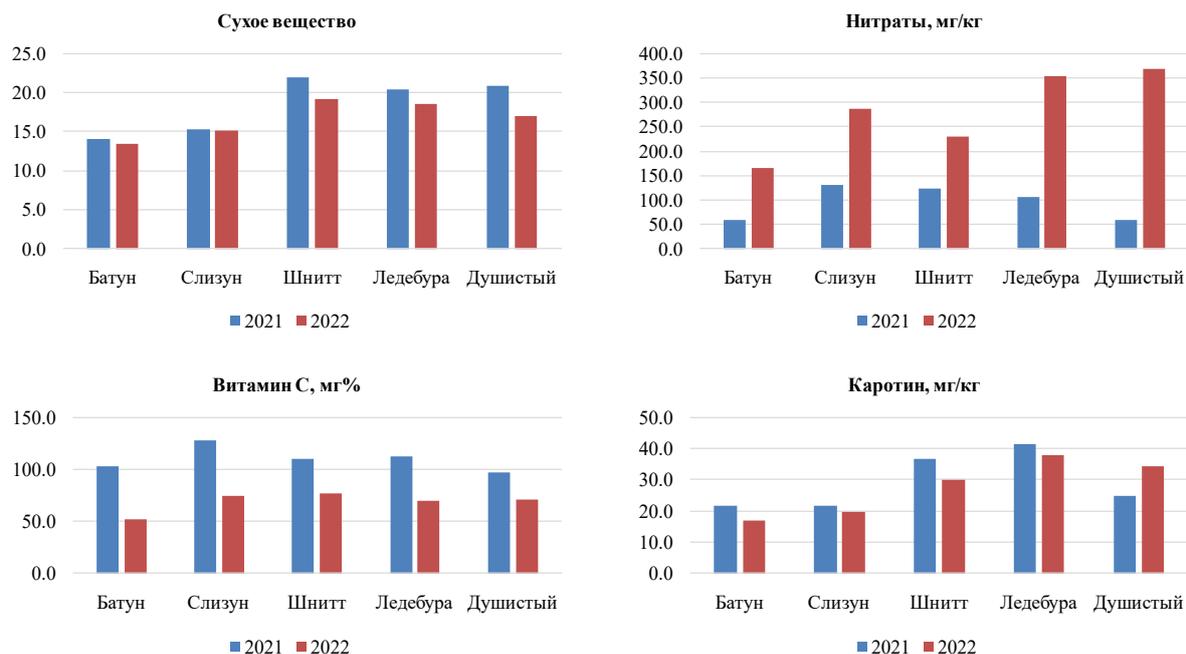


Рис. 14. Биохимический состав листьев многолетних луков по видам в 2021–2022 гг.

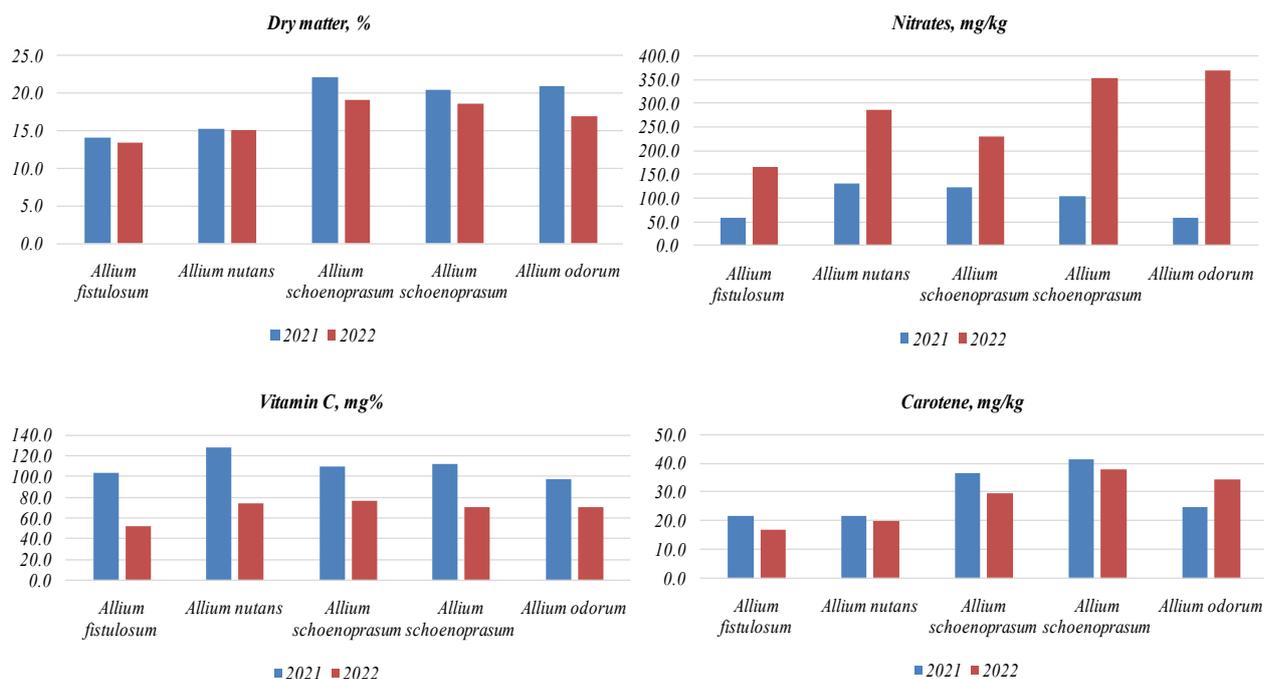


Fig. 14. Biochemical composition of leaves of perennial onions by species in 2021–2022

2. Подзимняя посадка многолетних луков показала большую эффективность по сравнению с летней посадкой, показатели урожайности увеличились в несколько раз.

3. Несмотря на большую урожайность в 2022 г., луки показали снижение витаминной ценности продукции и увеличение содержания нитратов в рамках допустимой нормы. Эти показатели требуют дополнительного изучения и выявления причин этого явления.

Многолетние луки, несомненно, очень интересные и урожайные растения, которые способны обеспечивать нас свежей витаминной зеленью на протяжении всего сезона выращивания. Однако серьезного изучения требует зависимость между факторами, влияющими на рост и развитие растений и индивидуальной продуктивностью этих растений в целях уточнения технологии выращивания для получения высоких урожаев свежей зелени.

Библиографический список

1. Середин Т. М., Иванова М. И., Шумилина В. В. [и др.]. Многолетние луки, используемые в пищевых, декоративных и лекарственных целях // Современное садоводство. 2020. № 1. С. 40–48. DOI: 10.52415/23126701_2022_0304.
2. Шишкина Е. В., Жаркова С. В. Многолетние виды луковых культур в Сибири // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 1-1. С. 118–121. DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10438.
3. Шишкина Е. В., Жаркова С. В. Сорты многолетних видов луковых культур, адаптированные к условиям юга Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 9 (179). С. 32–41.
4. Иванова М. И., Бухаров А. Ф., Балеев Д. Н. [и др.]. Биохимический состав листьев видов *Allium L.* в условиях Московской области // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 5. С. 47–50. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10511.
5. Кукушкина Т. А., Фомина Т. И. Содержание биологически активных веществ в зеленой массе многолетних луков (*Allium L.*) // Аграрный вестник Урала. 2021. № 4 (207). С. 85–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-85-92.
6. Ширшова Т. И., Бешлей И. В., Голубкина Н. А. [и др.]. Эссенциальные микронутриенты – компоненты антиоксидантной защиты в некоторых видах рода *Allium* // Овощи России. 2019. № 1 (45). С. 68–79. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-1-68-79.
7. Середин Т. М., Голубкина Н. А., Агафонов А. Ф. [и др.]. Изменение основных биохимических показателей в многолетних луках в зависимости от возраста растений // Современное садоводство, 2022. № 3. С. 40–48. DOI: 10.52415/23126701_2022_0304.
8. Любченко А. В., Семенов В. А. Адаптивность и качество продукции луков (*Allium L.*) в условиях предгорной зоны Северо-Западного Кавказа. Майкоп: Издательство «Магарин Олег Григорьевич», 2019. 160 с.
9. Шишкина Е. В., Жаркова С. В. Скрининг образцов лука-батун, интродуцированных в условия юга Западной Сибири // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 10-1. С. 9–11. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11597.
10. Давлетбаева О. Р., Ховрин М. Г., Ибрагимбеков М. Г. Лук-батун Лонг Токио в однолетней культуре в Московской области // Картофель и овощи. 2018. № 5. С. 13–14.
11. Тымченко Л. Н., Карпухин М. Ю. Биологические и биохимические особенности и перспективы использования *Allium schoenoprasum L.* [Электронный ресурс] // Вестник биотехнологии. 2022. № 1 (30). URL: <http://bio.urgau.ru/ru/2-29-2022/7-02-2022> (дата обращения: 10.05.2023).
12. Шишкина Е. В., Жаркова С. В. Светлояр – сорт многолетнего лука-слизуна // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 9 (191). С. 23–28.
13. Казакова А. А. Культурная Флора СССР. Лук. Т. 10. Ленинград: Колос, 1978. 264 с.
14. Тухватулина Л. А. Биологические особенности лука душистого в культуре // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4 (181). С. 12–16.
15. Тымченко Л. Н., Карпухин М. Ю. Исследование всхожести семян многолетних луков при их предварительной обработке биопрепаратами и барботированием // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение производства и переработки продукции растениеводства: материалы международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2021. С. 146–149.
16. Доспехов Б. А. Методика проведения полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 315 с.
17. Большая советская энциклопедия. Т. 12. 3-е изд. Москва: Советская энциклопедия, 1973. 687 с.
18. Шишкина Е. В., Жаркова С. В. Лук душистый: интродукция и результаты селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (197). С. 17–23.
19. Маляровская В. И., Белоус О. Г. Концентрация клеточного сока в листьях гидрангеи крупнолистной (*Hydrangea macrophylla*) при разных режимах температуры и влажности // Сельскохозяйственная биология. 2009. № 3. С. 48–51.

Об авторах:

Михаил Юрьевич Карпухин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе и инновациям, ORCID 0000-0002-8009-9121, AuthorID 339196; +7 912 253-04-13, mkarpukhin@yandex.ru
 Любовь Николаевна Тымченко¹, аспирант, ORCID 0009-0003-3572-8245, AuthorID 1198432;
 +7 922 127-95-79, lu1210@mail.ru

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

References

1. Seredin T. M., Ivanova M. I., Shumilina V. V. et al. Mnogoletnie luki, ispol'zuemye v pishchevykh, dekorativnykh i lekarstvennykh tselyakh [Perennial onion for food, decorative and medicinal purposes] // Contemporary horticulture. 2020. No. 1. Pp. 40–48. DOI: 10.24411/2312-6701-2020-10106. (In Russian.)
2. Shishkina E. V., Zharkova S. V. Mnogoletnie vidy lukovykh kul'tur v Sibiri [Perennial species of onion crops in Siberia] // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2019. No. 1-1. Pp. 118–121. DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10438. (In Russian.)
3. Shishkina E. V., Zharkova S. V. Sorta mnogoletnikh vidov lukovykh kul'tur, adaptirovannye k usloviyam yuga Zapadnoy Sibiri [Varieties of perennial onion crops adapted to the conditions of the South of Western Siberia] // Bulletin of the Altai State Agricultural University. 2019. No. 9 (179). Pp. 32–41. (In Russian.)
4. Ivanova M. I., Bukharov A. F., Baleev D. N. et al. Biokhimicheskiy sostav list'ev vidov Allium L. v usloviyakh Moskovskoy oblasti [The biochemical composition of Allium L. leaves under the environmental conditions of the Moscow region] // Achievements of Science and Technology in AIC. 2019. No. 5. Pp. 47–50. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10511. (In Russian.)
5. Kukushkina T. A., Fomina T. I. Soderzhanie biologicheskii aktivnykh veshchestv v zelenoy masse mnogoletnikh lukov (Allium L.) [The content of biologically active substances in the green biomass of perennial onions (Allium L.)] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 4 (207). Pp. 85–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-85-92. (In Russian.)
6. Shirshova T. I., Beshley I. V., Golubkina N. A. et al. Essentsial'nye mikronutrienty – komponenty antioksidantnoy zashchity v nekotorykh vidakh roda Allium [Essential micronutrients – components of antioxidant protection in some species Allium] // Vegetable crops of Russia. 2019. No. 1 (45). Pp. 68–79. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-1-68-79. (In Russian.)
7. Seredin T. M., Golubkina N. A., Agafonov A. F. et al. Izmenenie osnovnykh biokhimicheskikh pokazateley v mnogoletnikh lukakh v zavisimosti ot vozrasta rasteniy [Changes in the main biochemical indicators in perennial onions, depending on the age of plants] // Contemporary horticulture. 2022. No. 3. Pp. 40–48. DOI: 10.52415/23126701_2022_0304. (In Russian.)
8. Lyubchenko A. V. Adaptivnost' i kachestvo produktsii lukov (Allium L.) v usloviyakh predgornoy zony Severo-Zapadnogo Kavkaza [Adaptability and product quality of onions (Allium L.) in the conditions of the foothill zone of the North-West Caucasus]. Maykop: Izdatel'stvo "Magarin Oleg Grigor'evich", 2019. 160 p. (In Russian.)
9. Shishkina E. V., Zharkova S. V. Skrining obraztsov luka-batuna, introdutsirovannykh v usloviya yuga Zapadnoy Sibiri [Screening of batun onion samples introduced into the conditions of Southern Western Siberia] // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2019. No. 10-1. Pp. 9–11. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11597. (In Russian.)
10. Davletbaeva O. R., Khovrin M. G., Ibragimbekov M. G. Luk-batun Long Tokio v odnoletney kul'ture v Moskovskoy oblasti [Cibol Long Tokio cultivar in a one-year culture in the Moscow region] // Potato and Vegetables. 2018. No. 5. Pp. 13–14. (In Russian.)
11. Tymchenko L. N., Karpukhin M. Yu. Biologicheskie i biokhimicheskie osobennosti i perspektivy ispol'zovaniya Allium schoenoprasum L. [Biological and biochemical features and prospects of use Allium Schoenoprasum L.] [e-resource] // Bulletin of biotechnology. 2022. No. 1 (30). (In Russian). URL: <http://bio.urgau.ru/ru/2-29-2022/7-02-2022> (date of reference: 10.05.2023). (In Russian.)
12. Shishkina E. V., Zharkova S. V. Svetloyar – sort mnogoletnego luka-slizuna [The variety of perennial onion Siberian chives Svetloyar] // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2020. No. 9 (191). Pp. 23–28. (In Russian.)
13. Kazakova A. Kul'turnaya flora SSSR. Luk [Flora of cultivated plants. Onion]. Leningrad: Kolos, 1978. 264 p. (In Russian.)
14. Tukhvatullina L. A. Biologicheskie osobennosti luka dushistogo v kul'ture [Sweet-scented onion biological peculiarities in culture] // The Bulletin of KrasGAU. 2022. No. 4 (181). Pp. 12–16. (In Russian.)
15. Tymchenko L. N., Karpukhin M. Yu. Issledovanie vskhozhesti semyan mnogoletnikh lukov pri ikh predvaritel'noy obrabotke biopreparatami i barbotirovaniem [Study of germination of seeds of perennial onions during their pretreatment with biopreparations and bubbling] // Ot importozameshcheniya k eksportnomu potentsialu: nauchno-innovatsionnoe obespechenie proizvodstva i pererabotki produktsii rastenievodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ekaterinburg, 2021. Pp. 146–149. (In Russian.)
16. Dospekhov B. A. Metodika provedeniya polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of conducting field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 5th ed., suppl. and revised. Moscow: Agropromizdat, 1985. 315 p. (In Russian.)

17. Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya [Great Soviet Encyclopedia]. Vol. 12. 3rd ed. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya, 1973. 687 p. (In Russian.)
18. Shishkina E. V., Zharkova S. V. Luk dushisty: introduktsiya i rezul'taty selektsii [Fragrant-flowered garlic: introduction and selection results] // Bulletin of Altay State Agricultural University. 2021. No. 3 (197). Pp. 17–23. (In Russian.)
19. Malyarovskaya V. I., Belous O. G. Kotsentratsiya kletchnogo soka v list'yakh gidrangei krupnolistnoy (Hydrangea macrophylla) pri raznykh rezhimakh temperatury i vlazhnosti [Cellular fluid concentration in leaves of Hydrangea Macrophylla during various regimes of temperature and moisture] // Agricultural Biology. 2009. No. 3. Pp. 48–51. (In Russian.)

Authors' information:

Mikhail Yu. Karpukhin¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, vice-rector for research and innovation, ORCID 0000-0002-8009-9121, AuthorID 339196; +7 912 253-04-13, mkarpukhin@yandex.ru
Lyubov N. Tymchenko¹, postgraduate, ORCID 0009-0003-3572-8245, AuthorID 1198432; +7 922 127-95-79, lu1210@mail.ru

¹Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia