

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ СТИМУЛЯТОРОВ И УДОБРЕНИЙ НА ПРЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ЭТАП ОНТОГЕНЕЗА РАЗНЫХ ФОРМ ЛУКА-СЛИЗУНА (*ALLIUM NUTANS* L.)

Приводятся результаты изучения влияния удобрений и стимуляторов роста на фенологические и биометрические показатели лука-слизуна шести хромосомных форм различного происхождения на прегенеративном этапе онтогенеза в течение двух лет интродукции. Выявлена зависимость биометрических данных от числа хромосом. Изучены биологические свойства и выделены наиболее интродукционно-устойчивые и перспективные для выращивания в Сургуте формы лука-слизуна.

**Ключевые слова:** интродукция; *Allium nutans* L.; хромосомные формы; стимуляторы роста.

Озеленение населенных мест – это целый комплекс вопросов, связанных с формированием полноценной среды обитания человека. Сургут является молодым и перспективным северным городом с быстро развивающейся экономикой, в том числе с большим количеством автотранспорта. Вопросы озеленения имеют здесь особую актуальность и остроту в связи с загазованностью воздуха, загрязнением почвы, наличием большого количества подземных коммуникаций и сооружений, большого удельного веса асфальтовых покрытий улиц и площадей. Все это оказывает негативное влияние на жизнедеятельность человека, животных и растений в условиях городской среды.

Следует также учесть северное расположение города, достаточно суровый климат и короткий вегетационный период, бедность в связи с этим видового состава естественных фитоценозов, узкий ассортимент используемых в озеленении деревьев и кустарников. Для формирования более комфортных условий проживания человека в северных городах необходимо позаботиться о более качественном развитии озеленения, включающего широкое распространение клумб и цветников.

В настоящее время в декоративном оформлении городов округа преобладают однолетники – не более 10–15 видов. Более выгодным было бы введение в культуру многолетних растений. Многолетники хороши тем, что на второй и последующие годы жизни они начинают вегетацию и цветение раньше однолетников. В то же время многолетние растения не требуют ежегодной пересадки, что позволяет снизить затраты труда и денежных средств.

Использование в культуре новых растений, в том числе полезных и редких, увеличивает разнообразие культурной флоры. Лук-слизун (*Allium nutans* L.) – перспективный для введения в культуру в условиях Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) вид растений, обладающий ценными пищевыми и декоративными качествами. Испытания, выполненные в ряде сибирских городов, указывают на высокие адаптационные свойства лука [1]. Изучение эколого-биоморфологических показателей лука-слизуна при выращивании в более суровых климатических условиях ХМАО представляет научный и практический интерес.

Целью исследования было изучение интродукции лука-слизуна и оценка перспектив его выращивания в г. Сургуте. Для этого проводились: изучение фенологических и биометрических показателей лука-слизуна на первый и второй год интродукции, анализ влияния на развитие лука удобрений и биостимуляторов, оценка разных хромосомных форм слизуна по отзывчивости

на удобрения и биостимуляторы, определение связи хромосомных чисел с биометрическими данными лука-слизуна, оценка разных хромосомных форм лука-слизуна по интродукционной устойчивости.

Климатические условия района исследований характеризуются как континентальные, с суровой и продолжительной зимой с длительными морозами, сильными ветрами и устойчивым снежным покровом, сравнительно коротким умеренно холодным летом, поздними весенними и ранними осенними заморозками, короткими переходными сезонами, резкими колебаниями метеорологических факторов (перепады температуры воздуха до 15–20°C за сутки). Среднегодовая температура воздуха –3,1°C, средняя температура воздуха января –22°C, июля +17°C. Абсолютный минимум температуры приходится на декабрь –55°C, а абсолютный максимум – на июль +34°C. Продолжительность безморозного периода 90–100 дней, устойчивых морозных дней – 156. Сумма эффективных температур (выше 10°C) около 1300°C. Средняя годовая длительность солнечного сияния составляет 1632 ч. Годовая сумма осадков 676 мм. Относительная влажность воздуха в течение года изменяется от 66 до 82%. Высота снежного покрова может достигать 70 см. Снежный покров устанавливается 23 октября, сходит 4 мая и держится 190 и более дней. Наблюдаются поздние весенние (в первой половине июня) и ранние осенние заморозки (в конце августа или начале сентября) [2–4].

Объектом исследования служил лук-слизун *Allium nutans* L. из семейства луковые *Alliaceae* G.K. Agardh., порядка *Liliales* Lindley, он относится к секции *Rhizirideum* G. Don fil. ex Koch подрода *Rhizirideum* (Koch) Wendelbo.

Лук-слизун является многолетним луковично-корневищным растением. Корневище до 8 мм в диаметре. Луковиц 1–2, цилиндрические. Стебель 30–70 см высотой, в верхней части с двумя крылатыми ребрами. Листья плоские, широколинейные, 7–15 мм шириной. Зонтик шаровидный, густой. Цветки обоопольные, актиноморфные. Цветоножки в 1,5–2 раза длиннее околоцветника, листочки которого розовые с мало заметной жилкой, 5–6 мм длиной, тупые, продолговатояйцевидные. Цветет в июне и июле в течение 35–50 дней. Плод – локулицидная коробочка [1]. Светолюбивое, засухоустойчивое растение. Применяется в цветочных группах, миксбордерах.

Лук-слизун, или лук понижающий (*Allium nutans* L.), получил свое название потому, что сок его содержит много слизи, а стрелка цветоноса заканчивается зонтиком, который во время роста стрелки поникает (но в

начале цветения стрелка выпрямляется). Это медоносное и фитонцидное растение с приятным, неострым вкусом, сохраняющее пищевые достоинства в течение всего сезона. Оно богато солями железа, калия, никеля, молибдена, марганца, витамином С и витаминами группы В, в нем содержатся каротин, эфирные масла. Все это делает лук-слизун незаменимым продуктом питания при лечении болезней крови, для профилактики атеросклероза, сердечно-сосудистых заболеваний.

Родина лука-слизуна – Сибирь и Средняя Азия, где он произрастает на каменистых склонах, в степях, на сопках, на лугах. Именно происхождение определяет его биологические особенности: это исключительно зимо- и морозостойкое растение. Даже в бесснежные зимы он не повреждается морозами до  $-40^{\circ}\text{C}$ , хорошо переносит засуху. Такая приспособленность к неблагоприятным условиям дает возможность выращивать лук-слизун практически везде, в районах с различными почвенно-климатическими условиями [5].

Как установлено многочисленными авторами, широкие возможности для интродукции открывает привлечение растений из засушливых и особенно горных районов [1]. Материалы по интродукции растений Н.А. Аврорина [6], В.Н. Васильевой с соавт. [7] свидетельствуют о том, что изменение условий произрастания дикорастущих видов и экотипов лука при интродукции приводит к более пышному развитию растений, увеличиваются размер и вес всех частей растений, причем эти изменения касаются не только вегетативных, но и генеративных органов и передаются по наследству. Под влиянием условий культуры растения вновь приобретают утраченные ими признаки. Особенно резко проявляется биоморфологическая изменчивость при выращивании растений из семян и при увеличении сроков культуры [8].

Исследования видов рода *Allium* проведены в ЦСБС СО РАН [9], в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УРО РАН [1]. Большое внимание в исследованиях уделялось разнообразию видового потенциала, выявлению закономерностей изменчивости морфологических признаков интродуцентов одного вида, но разного происхождения. По данным Г.А. Волковой [1], изменчивость морфологических признаков луков связана и с происхождением образца, и с погодными условиями года. Коэффициент вариации размеров листьев, соцветий, цветков, луковиц высокий, что говорит о пластичности и способности к адаптации представителей рода *Allium*.

В Сибирском ботаническом саду Томского государственного университета (СибБС) в лаборатории биоморфологии и цитогенетики интродуцентов создана уникальная коллекция хромосомных форм лука-слизуна из различных экотипов, собранных в Томской, Новосибирской областях, в Республике Алтай, а также привлеченных из ботанических садов Киева, Минска, Москвы, Румынии, Чехии [10]. По результатам многолетнего интродукционного эксперимента выявлены различные хромосомные формы в первом и втором поколениях, которые различаются числом хромосом и рядом биоморфологических признаков: особенностями строения клонов, числом луковиц, соцветий, характером размножения, окраской соцветия, продолжительностью цветения, засухо- и морозостойкостью. По

степени декоративности наибольший интерес представляют формы с  $2n = 48$  и  $64$ , менее – с  $2n = 39$ ,  $38$  и третье место – с  $2n = 40$ . Сроки цветения сочетаются с окраской соцветий: наиболее интенсивно окрашенные московские, киевские, румынские формы ( $2n = 48$ ,  $60$ ,  $40$ ) цветут в ранние и средние сроки: июнь–июль, начало августа. По интродукционной устойчивости этих форм и интенсивности их размножения наиболее высокими показателями отличаются некоторые местные, киевские, московские экотипы [11].

Посадочный материал был получен нами из СибБС, семена местной репродукции 2003–2004 гг. Мы исследовали 6 хромосомных форм *Allium nutans* L. из различных мест произрастания:

- 1) с. Уртам (Томская обл.), 2003 г. ( $2n = 32$ );
- 2) с. Аникино (Томская обл.), 2004 г. ( $2n = 32$ );
- 3) Барнаул (Ботанический сад), 2004 г. ( $2n = 32$ );
- 4) Москва (Главный ботанический сад), 2004 г. ( $2n = 48$ );
- 5) Минск (Ботанический сад), 2004 г. ( $2n = 32$ );
- 6) Киев (Ботанический сад), 2004 г. ( $2n = 39$ ).

Опыт проводился на базе теплицы и опытного участка СурГУ в период с 30.03.2006 г. по 10.09.2007 г.

Согласно рекомендациям В.П. Амельченко и Н.В. Ревякиной [12], для улучшения прорастания семян производилась их стратификация. Семена после обработки слабым раствором перманганата калия выдерживались в холодильнике при пониженной температуре в течение 3 месяцев. Высадка в закрытый грунт производилась с 1 апреля 2006 г. Для лучшего развития растений в фазе появления одного настоящего листа производилась пикировка в срок с 26 апреля по 6 мая 2006 г. Во время выращивания лука-слизуна в закрытом грунте производился тщательный полив и подкормка рассады азотсодержащей из расчета 2 г/л. Растения были высажены в открытый грунт с 21 июня 2006 г. в фазе 2–3 листьев. Закладка опыта в закрытом и открытом грунтах, посадка, пикировка и уход за растениями проводились по общепринятым методикам [12–15].

В открытом грунте закладывалось 4 варианта опыта в трех повторностях по 30 растений в каждой:

- контроль;
- НРК – с внесением раствора удобрения азофоска (16% N, 16% P, 16% K) из расчета 2 г/л;
- Эпин – обработка корней растений раствором регулятора роста эпина ( $6,25 \cdot 10^{-6}$  г/л эпибрасинолида) в течение 4 ч при высадке в открытый грунт;
- ГА – обработка корней растений раствором регулятора роста гетероауксина (0,02 г/л индолил-3-уксусной кислоты) в течение 4 ч при высадке в открытый грунт.

Для комплексной оценки развития растений нами проводились биометрические и фенологические наблюдения с использованием «Методики фенологических наблюдений...» [16] с периодичностью 10 дней. Это позволило проследить в динамике влияние удобрений и биостимуляторов, а также влияние генетического потенциала на развитие различных хромосомных форм луков. Наши наблюдения проводились в течение двух лет, а у лука-слизуна цветение и плодоношение наблюдаются на третий год жизни, поэтому в статье рассмотрен только прегенеративный этап онтогенеза. Отмечались следующие

щие фенофазы: начало весеннего отрастания, разворачивание листьев, окончание роста побегов, отмирание листьев, полное отмирание листьев. Измеряли общую высоту растений, количество и длину листьев.

Биометрические данные обрабатывались статистически с помощью пакетов программ MS Excel и приложения «Статистика» для Excel. Вычислялись средние

арифметические значения, стандартные ошибки, стандартные отклонения, дисперсии, доверительные интервалы, коэффициенты вариации. Между вариантами опыта определялась достоверность различий по t-критерию Стьюдента для 95% уровня значимости [17].

Фенологическое развитие лука-слизуна представлено в таблице.

Фенологическое развитие лука-слизуна в 2006–2007 гг.

| Хромосомная форма                | Уртамская форма (2n = 32) |       | Аникинская форма (2n = 32) |       | Барнаульская форма (2n = 32) |       | Московская форма (2n = 48) |       | Минская форма (2n = 32) |       | Киевская форма (2n = 39) |       |
|----------------------------------|---------------------------|-------|----------------------------|-------|------------------------------|-------|----------------------------|-------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|
|                                  | 2006                      | 2007  | 2006                       | 2007  | 2006                         | 2007  | 2006                       | 2007  | 2006                    | 2007  | 2006                     | 2007  |
| Начало весеннего отрастания      | 7.04                      | 7.05  | 7.04                       | 4.05  | 8.04                         | 6.05  | 7.04                       | 4.05  | 8.04                    | 8.05  | 8.04                     | 4.05  |
| Разворачивание листьев           | 16.04                     | 13.05 | 17.04                      | 10.05 | 17.04                        | 11.05 | 16.04                      | 10.05 | 18.04                   | 13.05 | 17.04                    | 10.05 |
| Окончание роста побегов          | 21.08                     | 30.08 | 15.08                      | 30.08 | 15.08                        | 29.08 | 27.08                      | 31.08 | 21.08                   | 30.08 | 21.08                    | 31.08 |
| Отмирание листьев                | 27.08                     | 7.09  | 24.08                      | 6.09  | 24.08                        | 6.09  | 1.09                       | 7.09  | 24.08                   | 6.09  | 24.08                    | 7.09  |
| Полное отмирание листьев         | 15.09                     | 27.09 | 15.09                      | 27.09 | 15.09                        | 27.09 | 15.09                      | 27.09 | 15.09                   | 27.09 | 15.09                    | 27.09 |
| Продолжительность вегетации, дни | 161                       | 144   | 161                        | 147   | 160                          | 145   | 161                        | 147   | 160                     | 143   | 160                      | 147   |

На первом году жизни изучаемые растения вегетировали с 7–8.04.2006 г. по 15.09.2006 г. (160–161 день), в открытом грунте – с 21.06.2006 г. (87 дней). Разные формы лука-слизуна достаточно ровно проходили основные фазы развития, имели почти одинаковую продолжительность вегетации, но у уртамской и московской форм на несколько дней позже отмирали листья, рост побегов был также довольно продолжительным.

На второй год развития отрастание листьев началось с 4–8.05.2007. Вегетация окончилась срезкой листьев 27.09.2007, продолжительность вегетации составляла соответственно 143–147 дней. У московской, киевской и аникинской форм вегетационный период был на несколько дней дольше, чем у других форм,

отрастание и разворачивание листьев начались на несколько дней раньше. У московской и киевской форм на 1–2 дня дольше росли побеги и вегетировали листья.

Данные по срокам максимального развития представлены на рис. 1 и 2. Значения показателей высоты побега и длины листа в прегенеративном периоде коррелируют друг с другом, хотя и несколько различаются. В статье приведён подробный анализ значений показателя длины листа. Для определения влияния удобрений и биостимуляторов на морфометрические показатели различные варианты опыта сравнивались между собой и с контролем соответствующей даты по каждой форме и по влиянию на отдельные показатели.

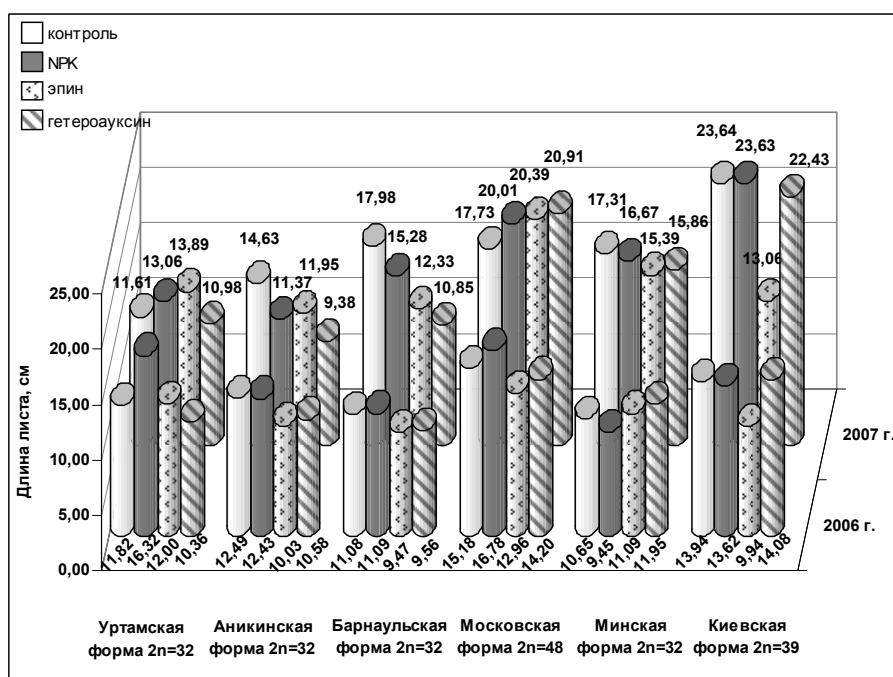


Рис. 1. Средняя длина листа разных хромосомных форм *Allium nutans* L. при интродукции в г. Сургуте

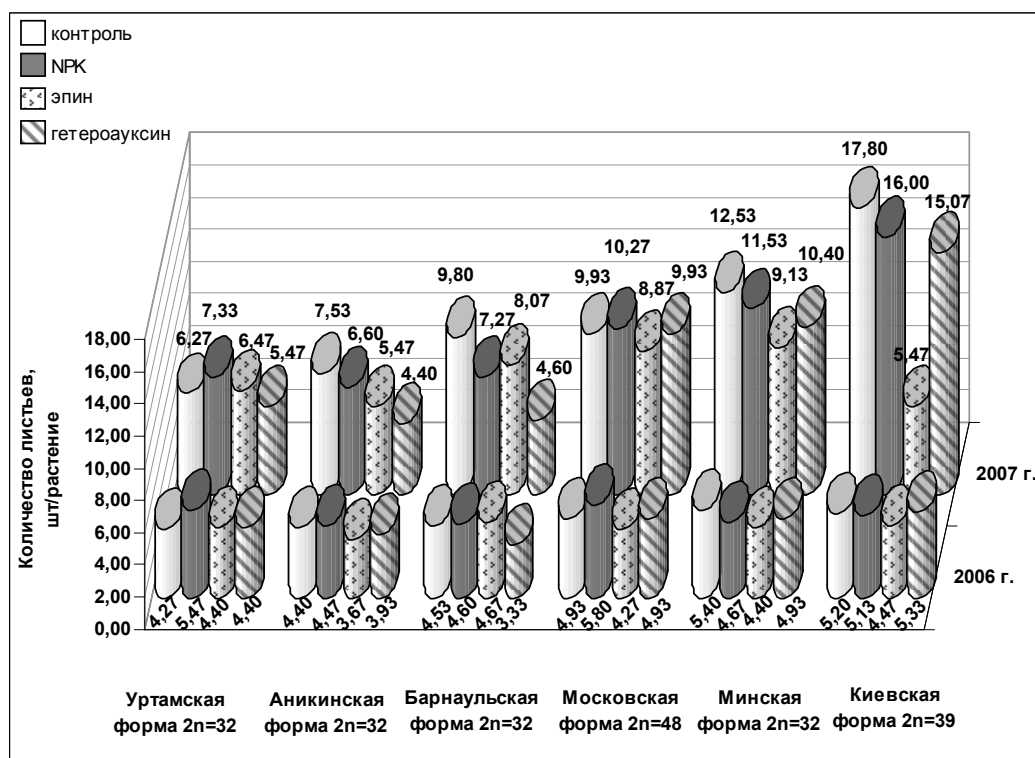


Рис. 2. Среднее количество листьев разных хромосомных форм *Allium nutans* L. при интродукции в г. Сургуте

Средняя длина листа (см. рис. 1) в первый год развития лука-слизуна в контрольных образцах разных хромосомных форм колебалась в довольно широких пределах – от 10,65 (минская форма) до 15,18 см (московская форма). Аникинская, киевская и московская формы *A. nutans* L. выделялись максимальными значениями длины листа растений на контроле. Показатели длины листьев барнаульских луков из сибирских форм оказались на контроле ниже, чем у аникинских и уртамских.

По этому показателю использование азофоски на сибирских растениях в 2006 г. дало наибольший эффект по сравнению с другими вариантами опыта – особи этого варианта в основном или соответствовали, или превышали контроль. Минская форма из европейских луков отрицательно отреагировала на использование удобрений. И в целом для европейских луков более заметным оказалось воздействие гетероауксина.

Использование удобрений и биостимуляторов наибольшее положительное воздействие на развитие сибирских форм оказало в начале вегетационного сезона. Например, у уртамской формы ранее всего закончилось возрастание длин листьев варианта с гетероауксином, тогда как вариант с NPK сохранял отчетливое (достоверное) превышение длин листьев над контролем с начальных измерений. Контрольный вариант барнаульской формы достиг своих максимальных значений по длине листа лишь в августе, к этому времени рост листьев у вариантов с эпином и гетероауксином замедлился, т.е. регуляторы роста сдвигали интенсивный рост на более ранние сроки.

Московская форма *A. nutans* L. характеризуется тем, что уже на первом сроке наблюдений длина листа контроля превысила максимальные размеры контрольных

образцов растений аникинской формы. В дальнейшем величины длин листьев контрольных образцов и опытных образцов с NPK выравнивались, а другие варианты начали отставать в росте. Похоже, что снижение размеров листьев было связано с сухой и жаркой погодой середины июля, поскольку когда в первой декаде августа установилась прохладная и дождливая погода, размеры листьев всех образцов увеличивались до конца сезона вегетации.

Минская и киевская формы *A. nutans* L. медленно развивались до установления дождливой погоды в августе, причем контрольные и опытные образцы мало отличались по размерам. В августе началось увеличение длин листьев всех вариантов минской формы, контрольные образцы и вариант с азофоской достигли максимальных значений. Увеличение длин листьев вариантов с эпином и гетероауксином не прекратилось, и в конце августа эти образцы лука превысили контроль. Существенный прирост длины листа растений киевской формы на варианте с азофоской и гетероауксином произошел в первой декаде августа, а вариант с эпином начал достоверно отставать от контроля. К концу сезона вегетации получены максимальные значения длин листьев у всех вариантов (кроме варианта с применением эпина), но показатели достоверно не отличаются.

В целом по этому показателю наибольший интерес представляют московская, киевская и уртамская формы, высокочувствительные к действию комплексных удобрений и стимуляторов роста. Луки, и особенно европейские формы, на первом году жизни в засушливое время, вероятно, требуют полива, т.к. обычная в июле в Сургуте жаркая погода не позволяет этим лукам реализовывать возможности стимуляторов и удобрений

(кроме высокоплоидной московской формы, которая, однако, тоже уменьшает размеры листьев в засуху).

Следует отметить, что по отношению к предыдущему году *средние длины листьев* луков в 2007 г. на контроле в большинстве случаев возросли, кроме уртамской формы. Вероятно, что уртамская форма обладает не очень высоким природным потенциалом длины листа, однако она отзывчива на внесение биостимуляторов. Также наблюдалось увеличение длины листьев по сравнению с 2006 г. до 1,5 раз по вариантам опыта на всех формах, кроме аникинской (гетероауксин, NPK) и уртамской (NPK) (см. рис. 1).

Анализ влияния удобрений и биостимуляторов на сибирские формы в динамике по фенологическим датам показал, что во все сроки варианты опыта уртамской формы превышали контроль, причем достоверные отличия по эпину и азофоске были получены уже в начале вегетации и сохранялись почти до самого конца вегетационного периода. На последнем сроке длина листа варианта с гетероауксином недостоверно отставала от контроля. Причиной послужило то, что особи лука контрольных образцов активно продолжали рост до конца августа, а особи других вариантов опыта практически затормозили рост. Достоверное превышение длины листа по отношению к контролю сохранилось лишь в варианте с обработкой эпином. В целом уртамская форма проявила чувствительность к улучшению агротехнического фона.

У аникинской формы во все фенологические сроки наблюдалось отставание длины листа по вариантам опыта от контроля, к концу вегетации — достоверно. При этом рост особей продолжался во всех вариантах опыта. В целом выявилась некоторая положительная отзывчивость данной формы к эпину на втором году жизни по сравнению с другими биостимуляторами. Особи барнаульской формы на протяжении вегетационного сезона лучше реагировали на эпин, хотя по абсолютным значениям на последнем сроке отставание длины листа от показателя контроля было наименьшим у особей варианта с азофоской.

Европейские формы в 2007 г. имели в целом более длинные листья. В меньшей степени влияние удобрений и биостимуляторов сказалось на минской форме. Киевская форма выделилась по отрицательному воздействию эпина на длину листа, так же как и на рост растений.

Московская форма характеризовалась увеличением длины листа в течение всего вегетационного сезона. Варианты опыта с эпином и гетероауксином в конце августа достоверно начали превышать контроль, в особенности вариант с гетероауксином. По абсолютным значениям на конец вегетации превышение контроля по длине листа в варианте с азофоской составило около 3 см, однако эти различия находятся в пределах доверительного интервала. В целом эта форма наиболее отзывчива к улучшению агрофона.

Минская форма отличалась тем, что все варианты опыта по абсолютным значениям длины листа оказались несколько ниже контроля. Вариант с гетероауксином только к концу вегетации стал недостоверно отличаться от контроля, а у варианта с эпином длина листа осталась достоверно меньше контроля. Однако эта

форма имеет изначально высокий природный потенциал по длине листа и не нуждается на второй год развития в стимуляторах.

Киевская форма показала наилучшие результаты при оценке по длине листьев как на контроле, так и в вариантах с внесением в предыдущий год удобрений и с использованием гетероауксина. Длина листа в варианте с эпином была достоверно ниже в течение всего периода вегетации, различие с контролем на конец вегетации составило около 40%. В целом по показателю длины листьев на второй год жизни наибольший интерес представляют европейские формы (особенно киевская), а из сибирских — барнаульская (см. рис. 1).

Распределение показателей *среднего количества листьев* (см. рис. 2) в 2006 г. оказалось сходным с показателем высоты растений. Некоторые отличия проявились у уртамской (оба регулятора роста показали одинаковый результат) и барнаульской форм (число листьев варианта с эпином стало соответствовать вариантам с удобрениями и контрольному).

Наилучшие результаты по количеству листьев у уртамской формы почти на всех сроках показали особи варианта с азофоской (в первой половине августа отличия от контроля достоверны). Варианты этой формы с применением регуляторов роста при последнем измерении в конце августа были недостоверно выше контроля. Варианты с обработкой регуляторами роста особей аникинской формы показали отставание по количеству листьев от контроля, эта форма оказалась наименее отзывчивой по отношению к эпину. Вариант же с азофоской незначительно превышал контроль. Варианты с применением удобрений и эпина барнаульской формы лука-слизуна недостоверно превышали контроль по количеству листьев. При этом результат варианта с эпином имел тенденцию к превышению варианта с применением удобрений. Вариант с гетероауксином отставал от контроля, и хотя рост лука продолжался до первой декады августа, по темпам роста этот вариант уступал контролю, и с начала августа эти отличия достоверны.

Европейские формы луков оказались немного более облиственными по сравнению с сибирскими формами. На всех европейских формах результаты особей варианта с эпином уступали показателям остальных вариантов. Обработка удобрениями растений московской формы достоверно увеличила количество листьев по сравнению с контролем в конце периода вегетации, в то время как вариант с обработкой гетероауксином в целом соответствовал контрольным значениям. На минскую форму гетероауксин влиял более заметно, чем азофоска, на всех сроках, но достоверного превышения контроля по количеству листьев не наблюдалось. По абсолютным значениям количества листьев на киевской форме вариант с гетероауксином незначительно превысил варианты с применением удобрений, и контрольный, его положительный эффект стал проявляться к концу августа — на последнем сроке измерений этот вариант достоверно превзошел по числу листьев контроль, вариант с удобрением — недостоверно. Очевидна высокая отзывчивость киевской формы на внесение гетероауксина и азофоски, их воздействие характеризуется долговременностью эффекта.

В целом, по показателю количества листьев наблюдалась большая отзывчивость европейских форм к гетероауксину, а у сибирских форм – чаще наблюдается больший эффект от эпина, чем гетероауксина.

По показателю *среднего количества листьев в 2007 г.* прослеживались те же закономерности, что и по высоте. Эти показатели – высота растений и количество листьев – в определенной степени взаимосвязаны, т.к. величина облиственности определяет фотосинтез и продуктивность растений, а следовательно, и возможность для роста.

Европейские формы отличались лучшей облиственностью по сравнению с сибирскими. Значения контрольных образцов были выше или соответствовали показателям вариантов опыта (за исключением уртамской формы). Наилучшими показателями характеризовалась киевская форма. Она по облиственности, так же как и по высоте, выделялась отрицательной реакцией на эпин. Из сибирских форм по количеству листьев выделялась барнаульская форма, ее контрольные образцы практически достигали показателей московской формы. Уртамская форма по абсолютным значениям количества листьев улучшала показатели при использовании азофоски и эпина.

**Влияние генетического потенциала на морфометрические показатели лука-слизуна.** Для оценки влияния числа хромосом лука-слизуна на его развитие мы сравнили между собой максимальные значения показателей контрольных вариантов всех хромосомных форм. По данным «Флоры Сибири» [18], для природных популяций *Allium nutans* L. характерно тетраплоидное число хромосом  $2n = 32$ .

По количеству листьев в 2006 г. наилучшие результаты были получены у особой минской ( $2n = 32$ ) и анеуплоидной киевской форм ( $2n = 39$ ), они достоверно отличаются от результатов тетраплоидных уртамской и аникинской форм ( $2n = 32$ ). Количество листьев у гексаплоидной московской ( $2n = 48$ ) формы также превышало значения этого показателя аникинской и уртамской форм ( $2n = 32$ ), но недостоверно. В 2007 г. киевская ( $2n = 39$ ) и минская тетраплоидная формы также достоверно превышали остальные формы по этому показателю.

По длине листа в 2006 г. полиплоидные московская и киевская формы достоверно превышали значения всех четырех тетраплоидных форм (уртамская, аникинская, барнаульская, минская), за исключением недостоверного превышения длины листа киевской формы над значениями уртамской и аникинской форм. При этом киевская форма несколько уступала московской форме с максимальным среди исследуемых образцов числом хромосом. Вероятно, число хромосом прямо влияет на длину листьев и высоту побега. У аникинской формы отмечены наиболее длинные листья из четырех тетраплоидных форм, но эти отличия недостоверны.

В 2007 г. по всем признакам достоверно выделялась киевская форма с  $2n = 39$ . Лидировавшая в 2006 г. по длине листа московская форма с  $2n = 48$  на второй год достоверно превысила по всем показателям только тетраплоидные ( $2n = 32$ ) уртамскую и аникинскую формы. Тетраплоидные барнаульская и минская формы недостоверно превышали по длине листа гексаплоидную московскую форму.

В целом полиплоидные московская и киевская формы лука-слизуна чаще достоверно превышали показатели тетраплоидных форм, хотя в отдельных случаях и тетраплоидные формы могли оказаться на одной из лидирующих позиций. Следовательно, повышенное число хромосом увеличивает устойчивость растений в неблагоприятных условиях Севера. Однако состояние кариотипа у интродуцированных в условиях г. Сургута форм лука-слизуна требует уточнения. Возможно изменение хромосомного набора в результате перекрестного опыления, также нестабильное анеуплоидное число хромосом киевской формы могло в ходе мейоза перейти в более стабильные формы.

**Анализ интродукционных перспектив лука-слизуна в условиях округа.** В первый год развития лука-слизуна выявилась значимость для морфометрических показателей как биостимуляторов, так и числа хромосом. Высокоплоидные московская ( $2n = 48$ ) и киевская ( $2n = 39$ ) формы проявили большую отзывчивость к удобрениям и гетероауксину, чем низкоплоидные. Кроме того, на контроле эти формы также характеризовались более высокими показателями вегетативной массы (особенно по длине листа и высоте побегов). Сибирские тетраплоидные формы ( $2n = 32$ ) в целом характеризовались меньшими размерами и кустистостью, это свойство касается и минской формы. Отличия вариантов опыта от контроля были достоверными в основном на московской, киевской, уртамской формах, на остальных – чаще недостоверны. Применение удобрений и стимуляторов оказало свое действие, но оно оказалось кратковременным. Свое влияние оказали и эпин (в основном на сибирские формы), и гетероауксин (на европейские формы). Все формы отличаются интродукционной устойчивостью, однако по показателям вегетативной массы наибольший интерес представляют из сибирских форм – уртамская, а из европейских – московская и киевская.

На второй год интродукционного эксперимента выяснилось, что на контроле из высокоплоидных форм по показателям надземной части по-прежнему лидирует киевская форма ( $2n = 39$ ). Высокими же показателями по высоте и длине листа отличались на второй год исследований барнаульская ( $2n = 32$ ), московская ( $2n = 48$ ) и минская ( $2n = 32$ ) формы. Опытные варианты по показателям вегетативной массы превышали контрольные у европейских форм – московской и киевской; наибольшее воздействие оказали комплексные удобрения и гетероауксин, варианты с эпином были либо ниже контрольных, либо достоверно не отличались от вариантов с удобрениями.

Из сибирских форм по высоте побегов и длине листа лидировала барнаульская форма, однако только показатели уртамской формы ( $2n = 32$ ) улучшались при воздействии удобрений и биостимуляторов. Показатели всех остальных сибирских форм были ниже контроля. В целом сибирские формы отличаются меньшими размерами изучаемых показателей и менее чувствительны к биостимуляторам.

Таким образом, проведенные в течение двух лет исследования показали, что все изученные формы отличаются интродукционной устойчивостью, однако по размерам вегетативной части лидируют европейские формы, среди них – высокоплоидные московская и ки-

евская. Они же более чувствительны к применению удобрений и биостимуляторов, в особенности гетероауксина. Лучше всего на обработку эпином отзывались уртамская и барнаульская формы.

Сибирские формы отличались меньшими размерами и меньшей чувствительностью к стимуляторам. Но поскольку мы не изучали развитие подземной части и лук еще не вступил в генеративную фазу, то окончательный вывод о малой пригодности сибирских форм для местных климатических условий делать рано. При сравнении полученных нами результатов с опубликованными [1, 19] выяснилось, что все формы лука-слизуна в наших условиях отличаются меньшими размерами по показателям высоты побегов, длины листа. Однако выращенные в Сургуте особи киевской формы отличаются большей кустистостью. По мнению М.В. Культиасова [20] и М.Т. Мазуренко [21], «миниатюризация» растений в климатических условиях Крайнего Севера указывает на успешность их адаптации к суровым северным условиям. Возможно, уменьшение размеров надземных частей лука-слизуна в наших климатических условиях также носит приспособительный характер и способствует лучшей адаптации в условиях г. Сургута.

В.П. Амелеченко и Л.А. Малахова [11] среди наиболее перспективных форм выделяют московскую, киевскую и уртамскую. По нашим двухлетним данным, уртамская форма не вошла в число наиболее перспективных. Однако сибирский лук как более мелкий может применяться в озеленении в сочетании с европейскими формами в создании композиций разной высоты (например, луковая горка, цветочные группы). При использовании луков в качестве пищевых растений очевидна перспективность европейских форм как обладающих более развитой массой надземных органов.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Применение удобрений и стимуляторов роста оказало положительное воздействие на высоту побегов, длину и количество листьев, но для большего эффекта следует увеличить кратность обработок.

2. В наибольшей степени действие биостимуляторов достоверно проявлялось на московской, киевской, уртамской формах. На европейские формы из регуляторов роста лучше воздействовал гетероауксин, а на сибирские формы – эпин.

3. Повышенное число хромосом способствует устойчивости растений и их адаптации к неблагоприятным условиям Севера. Высокоплоидные московская и киевская формы характеризовались более высокими показателями вегетативной массы и проявили большую отзывчивость к удобрениям и гетероауксину, чем тетраплоидные сибирские и минская формы.

4. Наибольшим адаптивным потенциалом по результатам двухлетней комплексной оценки обладает киевская форма с нестабильным числом хромосом  $2n = 39$ .

5. Все формы отличаются интродукционной устойчивостью, однако по показателям вегетативных надземных органов наибольший интерес представляют из сибирских форм – уртамская, а из европейских – московская и киевская.

6. Уменьшение размеров надземных частей растений, вероятно, носит приспособительный характер и способствует лучшей адаптации лука-слизуна в климатических условиях г. Сургута.

Наши выводы пока предварительны, окончательно интродукционные перспективы форм лука-слизуна можно будет оценить на третьем году жизни после наступления генеративной фазы, образования семян и оценки их жизнеспособности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова Г.А. Биоморфологические особенности видов рода *Allium* L. при интродукции на европейский северо-восток. Сыктывкар: Коми Научный центр УРО РАН, 2007. 200 с.
2. Экология ХМАО / Под ред. В.В. Плотникова. Тюмень: СофтДизайн, 1997. 288 с.
3. Обзор состояния окружающей среды города Сургута 1993–2002 гг. / Отв. ред. К.И. Лопатин. Сургут: Дефис, 2003. 148 с.
4. Шепелева Л.Ф., Филимонова М.В. Биохимия растительного сырья в условиях техногенных ландшафтов ХМАО: синтез низкомолекулярных антиоксидантов и накопление микроэлементов. Томск: ТМЛ-Пресс, 2008. 118 с.
5. Октябрьская Т.А., Разинова Л.Б. Многолетние и декоративные луки. М.: Изд. дом МСП, 2006. 32 с.
6. Аврорин Н.А. Переселение растений на Полярный Север (эколого-географический анализ). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 286 с.
7. Васильева В.Н., Горбунов А.Б., Днепровский Ю.М. и др. Интродукция пищевых растений в лесостепи Западной Сибири // Интродукция растений в Сибири / Отв. ред. И.Ю. Коропачинский. Новосибирск: Наука, 1977. С. 93–127.
8. Соболевская К.А., Тимохина С.А. Закономерности биоморфологической изменчивости нагорных ксерофитов в культуре в связи с их происхождением // Полезные растения природной флоры Сибири. Новосибирск, 1967. С. 35–42.
9. Черемушкина В.А. Биология луков Евразии. Новосибирск: Наука, 2004. 280 с.
10. Амелеченко В.П. Принципы и методы культивирования травянистых редких растений в Сибирском ботаническом саду Томского государственного университета // Бюллетень Главного ботанического сада. М., 2002. Вып. 184. С. 39–45.
11. Амелеченко В.П., Малахова Л.А. Изучение отборных хромосомных форм лука-слизуна в Сибирском ботаническом саду ТГУ для целей интродукции // Проблемы эволюционной цитогенетики, селекции и интродукции: Материалы науч. чтений. Томск, 1997. С. 92–93.
12. Амелеченко В.П., Ревакина Н.В. Декоративные травянистые растения Сибири в культуре. Барнаул: Стимул, 2007. 152 с.
13. Климовская З.А., Чабан М.К., Ваганова В.Н. Цветы. Алма-Ата: Казгосиздат, 1964. 262 с.
14. Доспехов Б.А. Основы методики полевого опыта. М.: Просвещение, 1967. 176 с.
15. Батманова В.Н. Цветоводство. Калининград: Кн. изд-во, 1991. 255 с.
16. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах // Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР. 1979. Вып. 113. С. 3–8.
17. Лакин Г.Ф. Биометрия. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
18. Флора Сибири. Agaseae–Orchidaceae / Сост. Н.В. Власова, В.М. Доронькин, Н.И. Золотухин и др. Т. 4. Новосибирск: Наука, 1987. 348 с.
19. Амелеченко В.П., Малахова Л.А., Игнатенко Н.А. Изучение хромосомного полиморфизма и жизненных циклов редких растений Томской области (с северной границей ареала в пределах области) в естественных популяциях и в интродукционном эксперименте: Заключительный отчет по НИР СибБС ТГУ. Томск, 1991. 64 с.
20. Культиасов М.В. Эколого-исторический метод в интродукции растений // Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР. 1953. Вып. 15. С. 24–39.
21. Мазуренко М.Т. Биоморфологические адаптации растений Крайнего Севера. М.: Наука, 1986. 209 с.