

УДК 581.14(075.8)

ФИЗИОЛОГО-БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМУЮЩИХ ЛУКОВИЦ ТЮЛЬПАНОВ В МОДЕЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ ВЫПРЕВАНИЯ

О.В. ШЕЛЕПОВА, Т.В. ВОРОНКОВА, В.В. КОНДРАТЬЕВА, Н.Н. ДАНИЛИНА

Учреждение Российской академии наук Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина
127413 Москва, ул. Ботаническая, 4

Изучали процесс истощения луковиц тюльпана ложнодвуцветкового (*Tulipa bifloriformis* Vved.) и сорта Bel Air (группа простые поздние) в моделируемых условиях выпревания. Выявлено, что длительное воздействие низких положительных температур и повышенной влажности вызывает существенные изменения углеводного и азотного метаболизма в запасающих чешуях луковиц. У тюльпана ложнодвуцветкового они были менее интенсивными и относительно равномерными в течение опыта, в луковицах сортового тюльпана скорость этих изменений значительно выше, что приводило к быстрому истощению энергетических и пластических ресурсов в тканях запасающих чешуй. Это может быть одной из причин гибели луковиц сортовых тюльпанов при интродукции в изменяющихся климатических условиях.

Ключевые слова: *Tulipa* L., выпревание луковиц, углеводный метаболизм, азотный метаболизм.

Тюльпан (*Tulipa* L.) — многолетнее травянистое растение семейства лилейных (Liliaceae), широко используемое в ландшафтном озеленении. Ежегодно регистрируется около 50 новых сортов тюльпанов. Однако продолжительность жизни сортовых форм из-за сильной поражаемости грибными и вирусными заболеваниями значительно короче, чем у исходных дикорастущих родительских форм, поэтому проблема сохранения генофонда тюльпанов не потеряла остроту и актуальность. В настоящее время коллекционные посадки тюльпанов зачастую мульчируются органическими материалами, что способствует более раннему цветению растений и увеличению выхода деток [2, 11]. За последние годы существенно возросло количество зим с повышенным температурным фоном. Наличие высокого слоя снега и мульчи на коллекционных посадках способствует длительному незамерзанию почвы и сохранению ее температуры выше 0 °С. Колебания температуры воздуха и почвы влияют на гормональный и углеводный баланс в различных органах луковицы многих сортов тюльпанов, что отражается на интенсивности метаболических процессов и может привести к быстрому истощению энергетических ресурсов тканей запасающих чешуй [10, 12]. Степень истощения луковиц зависит от биологических особенностей вида или сорта, а также от их адаптационного потенциала, при реализации которого существенную роль играют соотношение фитогормонов ингибирующего и стимулирующего действия, ряд углеводов и других соединений [6]. Виды и сорта

тюльпанов, сохраняющие оптимальную скорость метаболических процессов, зимуют значительно лучше.

Для оценки устойчивости образцов коллекции видовых и сортовых тюльпанов к быстрому истощению луковиц нами был поставлен модельный опыт с созданием провокационного фона, в целом аналогичного фону, наблюдаемому при интродукции тюльпанов в открытом грунте зимой — низкая положительная температура и высокая влажность субстрата в течение 4 мес (с ноября по март). Устойчивость к истощению луковиц оценивали по ряду морфологических признаков, скорости расходования углеводов и изменению содержания отдельных форм азота в запасующих чешуях.

Методика

Объектом исследования были луковицы трех разборов (крупные — I, средние — III и мелкие — V) видового (тюльпан ложнодвухцветковый — *Tulipa bifloriformis* Vved.) и сортового (Bel Air из группы простые поздние) тюльпанов. В зависимости от массы и диаметра луковицы тюльпаны каждого сорта делят на несколько разборов: самые крупные относят к I, самые мелкие — к V разбору.

Для опыта луковицы, прошедшие период покоя в стандартных сухих условиях, в ноябре высаживали в ящики с песком и помещали в темную камеру охлаждения с относительной влажностью 90 % и температурой +4 °С, что имитировало основные неблагоприятные факторы, наблюдаемые в естественных условиях под слоем мульчи и снега. Для моделирования условий выпревания использовали влажный песок, потому что он так же, как и снег, обладает хорошей проницаемостью для атмосферных газов [8]. Первые пробы по 6—8 луковиц в каждом варианте были взяты в ноябре, в день посадки. Затем их брали ежемесячно. У луковиц каждого разбора фиксировали массу, количество зачаточных цветков, содержание сухого вещества и массу генеративного побега. В дальнейшем из луковиц выделяли запасующие чешуи, среднюю пробу из которых фиксировали жидким азотом, лиофилизировали, измельчали и использовали для дальнейших анализов. Содержание моносахаридов, водорастворимых полисахаридов определяли фотоколориметрически с пикриновой кислотой по модифицированному методу Соловьева на СФ-24, крахмала — методом кислотного гидролиза [4], общего азота — фотоколориметрически феноловым методом после мокрого озоления пробы по методу Гинзбург; этим же методом находили содержание белковой формы азота после осаждения белка сульфатом меди в щелочной среде [4]. Содержание небелковых форм азота вычисляли по разнице между содержанием общего и белкового азота. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием стандартной программы Microsoft Excel. Результаты представлены в пересчете на сухое вещество.

Результаты и обсуждение

Исследования луковиц тюльпана ложнодвухцветкового и сорта Bel Air показали, что в начале опыта масса луковиц всех разборов сорта Bel Air в 1,8—2,2 раза превышала аналогичные показатели тюльпана ложнодвухцветкового. В течение опыта масса луковиц I и III разборов тюльпана

ложнодвуцветкового практически не изменилась, только у луковиц V разбора снизилась на 20 %. В то же время крупные и средние луковицы сорта Bel Air за время опыта потеряли 42—45 % своей исходной массы.

У тюльпана ложнодвуцветкового максимальная гибель зачаточных цветков зафиксирована в мелких луковицах — количество зачаточных цветков уменьшилось на 48 % по сравнению с началом опыта. В крупных луковицах гибель была значительно ниже — 32 %. В луковицах I разбора сорта Bel Air в начале опыта фиксировалось в среднем 2,5 цветка, к концу опыта гибель зачаточных цветков составила 60 %, а у средних и мелких луковиц — соответственно 80 и 100 %.

В начале опыта содержание сухого вещества в луковицах всех разборов тюльпана ложнодвуцветкового было в 1,3—1,5 раза выше, чем в луковицах сорта Bel Air (таблица). Динамика снижения содержания су-

Содержание сухого вещества и углеводов в луковицах тюльпанов ложнодвуцветкового (а) и сорта Bel Air (б)

Срок отбора	I разбор		III разбор		V разбор	
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>б</i>
Сухое вещество, г/100 г массы сырого вещества						
Ноябрь	56,6 ± 0,4	38,2 ± 2,2	55,2 ± 3,4	36,1 ± 3,4	47,3 ± 3,2	36,7 ± 3,2
Декабрь	47,3 ± 0,9	36,8 ± 1,5	41,2 ± 1,5	26,3 ± 5,6	41,0 ± 1,4	23,0 ± 0,5
Январь	46,0 ± 0,9	32,1 ± 1,9	38,2 ± 4,1	25,1 ± 2,6	33,4 ± 2,8	18,6 ± 0,6
Февраль	41,1 ± 1,2	19,7 ± 1,4	31,6 ± 2,8	16,9 ± 1,3	24,2 ± 2,4	7,8 ± 0,4
Крахмал, мг/г сухого вещества						
Ноябрь	598,2 ± 2,4	293,5 ± 2,4	506,1 ± 10,1	248,1 ± 6,7	390,7 ± 3,4	190,9 ± 4,5
Декабрь	531,1 ± 1,7	284,1 ± 1,8	480,4 ± 5,6	220,5 ± 7,1	373,3 ± 4,5	162,7 ± 6,0
Январь	443,2 ± 3,9	227,4 ± 3,6	460,3 ± 4,2	160,1 ± 5,6	359,3 ± 6,7	81,0 ± 1,3
Февраль	341,2 ± 4,0	163,6 ± 4,7	361,3 ± 3,1	134,3 ± 6,0	311,1 ± 1,3	31,3 ± 1,2
Водорастворимые полисахариды, мг/г сухого вещества						
Ноябрь	25,9 ± 3,1	52,8 ± 1,7	21,9 ± 5,8	56,4 ± 2,0	30,4 ± 0,9	40,0 ± 1,2
Декабрь	101,8 ± 2,8	134,2 ± 2,4	110,5 ± 4,9	191,1 ± 2,4	127,0 ± 1,0	145,0 ± 1,4
Январь	120,3 ± 2,1	197,8 ± 3,5	156,1 ± 1,5	221,2 ± 1,5	188,1 ± 2,4	228,9 ± 1,7
Февраль	114,5 ± 3,0	146,9 ± 4,1	132,2 ± 1,3	265,2 ± 2,9	231,9 ± 3,8	311,9 ± 2,5
Моносахариды, мг/г сухого вещества						
Ноябрь	9,0 ± 0,1	8,9 ± 0,5	10,2 ± 0,3	10,0 ± 0,4	11,3 ± 0,7	8,5 ± 0,4
Декабрь	10,1 ± 0,3	18,9 ± 0,1	8,3 ± 0,1	20,7 ± 0,5	10,0 ± 0,5	22,6 ± 0,6
Январь	9,7 ± 0,2	27,6 ± 0,1	19,6 ± 0,2	51,0 ± 0,1	30,4 ± 0,1	82,8 ± 0,9
Февраль	9,4 ± 0,4	45,8 ± 0,2	28,9 ± 0,2	83,4 ± 0,1	75,3 ± 0,2	124,8 ± 1,4
Соотношение моносахариды/водорастворимые полисахариды						
Ноябрь	0,35	0,17	0,47	0,18	0,37	0,21
Декабрь	0,09	0,14	0,08	0,10	0,08	0,16
Январь	0,08	0,14	0,13	0,23	0,16	0,36
Февраль	0,08	0,31	0,22	0,31	0,23	0,30

хого вещества в луковицах видового и сортового тюльпанов в течение первых 60 сут опыта в среднем была аналогична: в крупных луковицах — 18—16 %, в средних — 30 % и только в мелких луковицах сорта Bel Air она была выше на 20 % (потеря сухого вещества составила 49 % начального показателя). Таким образом, у крупных луковиц запас питательных веществ расходовался медленнее, чем у средних и мелких. К концу опыта содержание сухого вещества уменьшалось быстрее и у видового, и у сортового тюльпанов (см. таблицу). Снижение содержания сухого вещества в луковицах связано с частичным отмиранием запасающих чешуй, что обусловлено расходом запаса питательных веществ на дыхание и ростовые процессы. Доля отмерших тканей в луковицах сорта Bel Air была значительно выше, чем в луковицах тюльпана ложнодвуцветкового. Кроме того, у видового и сортового тюльпанов мелкие луковицы истощались сильнее, чем крупные и средние.

Известно, что при низких положительных температурах при отсутствии света и фотосинтеза наблюдается рост отдельных органов растений, который при высокой влажности среды может значительно ускоряться. Так, в период с декабря по январь масса генеративного побега с листьями у тюльпана ложнодвуцветкового возросла на 19 (луковицы I разбора) — 50 % (луковицы III разбора). В ходе опыта скорость прироста этого показателя увеличивалась. У луковицы тюльпана сорта Bel Air прирост массы генеративного побега на начальном этапе также составлял 25—50 %. В дальнейшем он увеличился в 2,2—5,6 раза по сравнению с луковицами тюльпана ложнодвуцветкового.

Истощение запасающих чешуй луковиц в первую очередь связано с расходом неструктурных углеводов, в частности крахмала, содержание которого у тюльпана ложнодвуцветкового было в 2—2,3 раза выше, чем у сорта Bel Air в луковицах всех разборов (см. таблицу). В первый месяц опыта в запасающих чешуях тюльпана ложнодвуцветкового скорость расщепления крахмала в крупных луковицах была максимальной — снижение составило 12 %. В средних и мелких луковицах содержание крахмала снижалось незначительно — на 4—5 %. Крупные луковицы сорта Bel Air потеряли только 4 % крахмала, средние и мелкие — 15 %. В течение последующих месяцев расщепление крахмала протекало более интенсивно, скорость этого процесса к концу наблюдения нарастала. Так, в луковицах I разбора тюльпана ложнодвуцветкового и сорта Bel Air за время опыта его было использовано соответственно 43 и 44 % (см. таблицу). Скорость утилизации крахмала в последний месяц опыта составила 23—28 %, тогда как в первый месяц она не превышала 5—12 %. Наиболее значительное снижение содержания крахмала зафиксировано в средних и мелких луковицах сорта Bel Air — 46—84 % по сравнению с началом опыта, тогда как содержание крахмала в луковицах аналогичных разборов тюльпана ложнодвуцветкового снизилось на 29—30 %.

Продуктами гидролиза крахмала являются водорастворимые полисахариды (ВПС), которые, в свою очередь, гидролизуются до моносахаридов (МС). Существует предположение, что соотношение моносахаридов и водорастворимых полисахаридов (МС/ВПС) существенно влияет на развитие цветочных бутонов в верхушечной почке луковицы [10]. ВПС играют также роль протекторов, снижая концентрацию токсичных веществ при охлаждении растений [6]. МС наряду с фитогормонами присуща сигнальная функция при экспрессии генов, связанных с регуляцией процессов роста, развития и цветения [9], поэтому особое вни-

мание при оценке устойчивости луковиц тюльпанов к истощению уделялось этим неструктурным углеводам. Содержание ВПС в течение всего опыта было выше в луковицах всех размеров у сорта *Bel Air* (см. таблицу). Резкий рост содержания данных соединений в луковицах всех разборов видового и сортового тюльпанов (в среднем в 3,7 раза) в течение первого месяца опыта обусловлен гидролизом крахмала, так как ВПС луковиц тюльпанов — мальтодекстрины являются промежуточными продуктами его распада. К концу опыта в крупных луковицах зафиксировано снижение содержания ВПС: у тюльпана ложнодвуцветкового — на 5, у сорта *Bel Air* — на 26 %.

Моносахариды — глюкоза и фруктоза необходимы для обеспечения клеток растущей верхушечной почки энергией и пластическими веществами [5]. Содержание МС на начальном этапе в луковицах всех разборов видового и сортового тюльпанов отличалось незначительно (см. таблицу). В течение опыта динамика содержания МС в луковицах имела различный характер: в крупных луковицах тюльпана ложнодвуцветкового в первый месяц содержание МС на 12 % увеличивалось, в луковицах III и V разборов — снижалось. В дальнейшем в луковицах I разбора оно снижалось на 4 % ежемесячно, а в луковицах III и V разборов — увеличивалось. С уменьшением размеров луковиц скорость прироста содержания МС возрастала и была максимальной в запасующих чешуях луковиц V разбора. В луковицах сорта *Bel Air* содержание МС повышалось в течение всего опыта. Более значительный прирост содержания этих углеводов зафиксирован в средних и мелких луковицах — соответственно в 8,3 и 14,7 раза.

Одним из показателей эффективности использования углеводов может служить соотношение содержания МС/ВПС (см. таблицу). Увеличение этого показателя свидетельствует о повышении скорости метаболических процессов, в частности гидролиза крахмала, и, как следствие, о более быстром истощении луковиц в отсутствие притока ассимилятов. Кроме того, рост генеративного побега из почки возобновления и его последующее цветение также во многом определяется интенсивностью гидролиза крахмала и преобладанием уровня моносахаридов над дисахаридами [10]. В начале опыта соотношение содержания МС/ВПС в луковицах тюльпана ложнодвуцветкового было значительно выше, чем в луковицах сорта *Bel Air*. Однако в течение первого месяца опыта оно существенно снизилось. В крупных луковицах тюльпана ложнодвуцветкового в последующие месяцы соотношение содержания МС/ВПС практически не изменялось, тогда как в луковицах III и V разборов начало увеличиваться и к концу опыта возросло до 0,22—0,23. В луковицах сорта *Bel Air* соотношение содержания МС/ВПС незначительно снизилось в первый месяц и оставалось более высоким в течение всего опыта по сравнению с аналогичными показателями тюльпана ложнодвуцветкового.

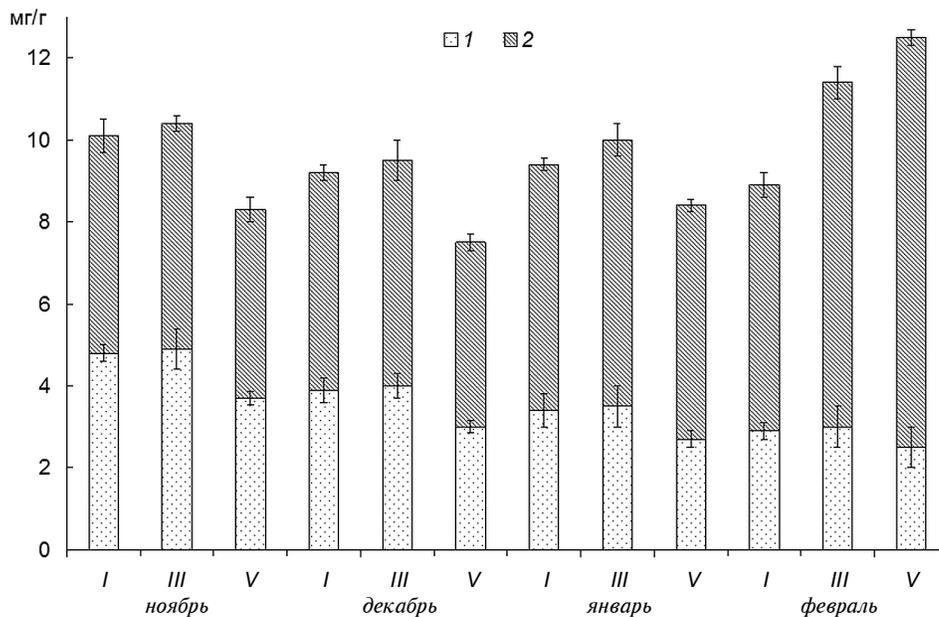
Таким образом, полученные нами результаты подтверждают важную роль углеводов в адаптации луковиц к условиям выпревания: гибель большей части зачаточных цветков в мелких и средних луковицах обоих объектов исследования обусловлена пониженным содержанием углеводов по сравнению с крупными луковицами, сохранившими большой запас углеводов к концу опыта. У тюльпана ложнодвуцветкового метаболизм запасных углеводов был менее интенсивным и относительно равномерным в течение периода наблюдений, что позволило избежать

сильного истощения углеводного пула тканей запасающих чешуй луковиц. В то же время в луковицах сорта *Bel Air* отмечены существенные изменения уровня неструктурных углеводов, что приводило к значительному снижению энергетических запасов в их тканях в моделируемых условиях выпревания.

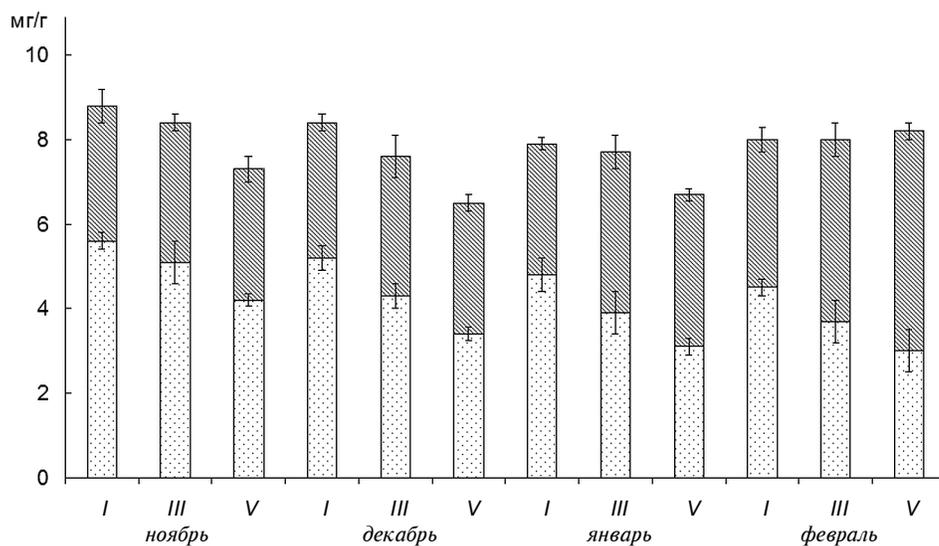
Под влиянием неблагоприятных внешних факторов в запасающих чешуях луковиц тюльпанов наряду с углеводным обменом происходили изменения азотного метаболизма. Наиболее ощутимые зафиксированы в луковицах сорта *Bel Air*, содержание общего азота в которых было на 15–20 % выше, чем в луковицах тюльпана ложнодвуцветкового (рисунок). Если в первый месяц опыта содержание общего азота в луковицах всех разборов сорта *Bel Air* снизилось на 9–10 %, то в дальнейшем данный показатель увеличивался, причем скорость прироста в течение опыта возрастала по мере уменьшения размеров луковиц. Повышение содержания общего азота в луковицах может быть связано с деградацией белковых структур в отмирающих тканях, обуславливающей рост небелковых форм азота [8], а также уменьшением массы сухого вещества луковиц вследствие расхода углеводов на дыхание. В луковицах тюльпана ложнодвуцветкового динамика общего азота в целом имела аналогичный характер.

Наблюдение за динамикой белковых форм азота показало, что в течение всего опыта их содержание в луковицах тюльпана ложнодвуцветкового в 1,1–1,2 раза выше, чем в луковицах сорта *Bel Air*. Наиболее существенные изменения в луковицах всех разборов видового и сортового тюльпанов происходили в течение первого месяца: после 30 сут опыта содержание белкового азота у тюльпана ложнодвуцветкового снижалось на 7–14 %, у сорта *Bel Air* — на 19–23 %. В течение последующих месяцев опыта оно продолжало снижаться, но с меньшей скоростью. К концу опыта потери белкового азота в крупных луковицах тюльпана ложнодвуцветкового составили 20 % первоначального содержания, в средних и мелких — 27–28 %. При этом содержание небелковых форм азота в луковицах I разбора не изменялось в течение 60 сут опыта и только к 90 сут опыта возрастало на 12 %. В запасающих чешуях средних и мелких луковиц повышение содержания небелковых форм азота отмечено уже ко второму месяцу опыта — на 15–16 %, к концу периода наблюдения оно ускорялось — у луковиц III разбора на 30, у луковиц V разбора — на 68 % (см. рисунок, б).

Изменения азотного метаболизма в луковицах тюльпана сорта *Bel Air* были более существенны — потери белкового азота за 90 сут опыта составили 40–32 %, содержание небелковых форм азота в течение 60 сут возросло на 13–27 % (см. рисунок, а). Таким образом, в моделируемых условиях выпревания наиболее сильные изменения в содержании общего, белкового и небелкового азота происходили в средних и мелких луковицах тюльпана сорта *Bel Air*: содержание небелкового азота возрастало, содержание белкового — снижалось. Вероятно, в темноте при низкой положительной температуре и высокой влажности уже в первые месяцы как в луковицах тюльпана ложнодвуцветкового, так и, особенно, сорта *Bel Air* происходили нарушения процессов азотного метаболизма, связанные с возможным распадом белка и накоплением легкорастворимых азотсодержащих соединений, которые являются питательной средой для таких патогенов, как тифулез и склеротиния, что может приводить к дополнительному негативному сдвигу углеводного метаболизма [1, 8].



a



б

Содержание белковой (1) и небелковой (2) форм азота в запасующих чешуях луковиц тюльпанов сорта *Bel Air* (a) и ложнодвуцветкового (б), мг/г сухого вещества:

I — луковицы I разбора; III — луковицы III разбора; V — луковицы V разбора; ноябрь, декабрь, январь, февраль — сроки отбора

Таким образом, отмирание генеративных, вегетативных и запасующих органов луковиц видовых и сортовых тюльпанов при выпревании, наблюдаемое при низкой положительной температуре и повышенной влажности в темноте, вероятно, вызвано истощением углеводного пула клеток запасующих чешуй и изменением в них белкового метаболизма. При этом расходование углеводов и распад белковых соединений происходят практически одновременно. Наиболее подвержены негативным изменениям углеводного и азотного метаболизма луковицы тюльпана сор-

та Bel Air, так как они более интенсивно расходуют пластические вещества на дыхание и ростовые процессы. В изменяющихся климатических условиях для снижения негативных последствий сочетания повышенной влажности и низкой положительной температуры для сохранения коллекционных посадок тюльпанов необходима доработка технологий выращивания данной культуры.

1. *Василисков В.Ф.* Влияние сроков посева на углеводно-белковый обмен и зимостойкость лисохвоста лугового на Кольском севере // Науч.-техн. бюл. ВИР. — 1990. — **200**. — С. 15—19.
2. *Каракулов А.В.* Сохранение генофонда сортовых тюльпанов на Новосибирской зональной плодово-ягодной опытной станции им. И.В. Мичурина // Сб. трудов междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию образования Мичурин. гос. аграр. ун-та. — 2001. — **3**. — С. 212—215.
3. *Кружилин А.С., Шведская З.М.* Устойчивость озимых растений к выпреванию. — М.: Наука, 1986. — 88 с.
4. *Минеев В.Г.* Практикум по агрохимии. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. — 689 с.
5. *Обручева Н.В., Литягина С.В., Рихтер А.* Динамика углеводов в осевых органах семян конского каштана при переходе от покоя к прорастанию // Физиология растений. — 2006. — **53**, № 6. — С. 869—879.
6. *Трунова Т.И.* Растения и низкотемпературный стресс // 64-е Тимирязевское чтение. — М.: Наука, 2007. — 53 с.
7. *Туманов И.И., Бородина И.Н., Олейникова Т.В.* Роль снежного покрова при перезимовке озимых посевов (выпревание) // Тр. по прикл. ботанике, генетике, селекции. — 1935. — **3**, № 6. — С. 3—57.
8. *Шведская З.М., Кружилин А.С., Астахова Н.В., Шелепова О.В.* Изменение азотного обмена озимой пшеницы при выпревании // Физиология растений. — 1977. — **24**, вып. 6. — С. 1276—1281.
9. *Eckardt N.A.* Abscisic acid biosynthesis gene underscores the complexity of sugar, stress, and hormone interactions // Plant Cell. — 2002. — **14**. — P. 2645—2649.
10. *Lambrechts H., Rook F., Kolloffel C.* Carbohydrate status of tulip bulbs during cold-induced flower stalk elongation and flowering // Plant Physiol. — 1994. — **104**. — P. 515—520.
11. *Rasmussen E., Henriksen K.* Early mulching in tulips // Tidsskr. Planteavl. — 1990. — **94**, N 4. — P. 419—422.
12. *Saniewski M., Kawa-Miszczak L.* Hormonal control of growth and development of tulips // Acta Hort. — 1992. — **325**. — P. 43—50.

Получено 18.02.2009

ФІЗИОЛОГО-БИОМЕТРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗИМУЮЧИХ ЦИБУЛИН ТЮЛЬПАНІВ ЗА МОДЕЛЬОВАНИХ УМОВ ВИПРІВАННЯ

О.В. Шелепова, Т.В. Воронкова, В.В. Кондратьева, Н.М. Даниліна

Установа Російської академії наук Головний ботанічний сад ім. М.В. Цицина, Москва

Вивчали процес виснаження цибулин тюльпана несправжньодвоквіткового (*Tulipa bifloriformis* Vved.) і сорту Bel Air (група прості пізні) за модельованих умов випрівання. Виявлено, що тривала дія низьких позитивних температур і підвищеної вологості спричинює істотні зміни вуглеводного й азотного метаболізму в запасуючих лусках цибулин. У тюльпана несправжньодвоквіткового вони були менш інтенсивними і відносно рівномірними упродовж дослідів, в цибулинах сортового тюльпана швидкість цих змін значно вища, що призводило до швидкого виснаження енергетичних і пластичних ресурсів у тканинах запасуючих лусок. Це може бути однією з причин загибелі цибулин сортових тюльпанів за їх інтродукції в змінних кліматичних умовах.

PHYSIOLOGY-BIOMETRIC PECULIARITIES OF WINTERING TULIP BULBS UNDER
ARTIFICIAL ENVIRONMENTS OF ASPYEXIATION

O.V. Shelepova, T.V. Voronkova, V.V. Kondrat'eva, N.N. Danilina

Institution of Russian Academy of Sciences N.V. Tsitsin Main Botanical Garden
4 Botanicheskaja St., Moscow, 127413, Russia

Exhaustion process of tulip bifloriformis (*Tulipa bifloriformis* Vved.) and cultivar Bel Air (single late group) bulbs under artificial environments of aspyexiation in climatic camera was studied. It was revealed that long affecting of low positive temperature and high humidity cause negative alterations of the carbohydrate and nitrogen metabolism of tulip bulb scales. The alterations in tulip bifloriformis were less intensive and relatively even during experiment, while in tulip's cultivar bulbs the rate of negative alterations was more considerably and resulting in rapid exhaustion of energy and plastic recourses. Obviously, this process must be one of the reasons of destruction introducing tulip cultivars under changing climate conditions.

Key words: *Tulipa* L., bulb, aspyexiation, carbohydrate metabolism, nitrogen metabolism.