

ЗАВИСИМОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕЙТРАЛЬНЫХ ЛИПИДОВ, ЕГО КОМПОНЕНТНОГО И ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА В ЛУКЕ *ALLIUM SCHOENOPRASUM* L. ОТ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ

© 2010 Н.В. Матистов, О.Е. Валуйских

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Поступила в редакцию 12.05.2010

В работе приведены сведения о количественном содержании нейтральных липидов в растениях *Allium schoenoprasum* L. в зависимости от условий произрастания. Показано, что количественное содержание нейтральных липидов и их распределение по частям растения зависит от эколого-ценотических условий. Компонентный и количественный состав высших жирных кислот стабилен и не зависит от типа местообитания.

Ключевые слова: *Allium schoenoprasum* L., нейтральные липиды, полиненасыщенные высшие жирные кислоты

Одним из таксонов сосудистых растений, характеризующихся богатым набором витаминов, аминокислот, микро- и макроэлементов, стероидных гликозидов, эфирных масел и других биологически активных веществ, является род *Allium* L. [9-13]. По последним данным он включает 750-800 видов, произрастающих во всех зонах – от полупустынной до альпийской и тундровой [14, 15]. На территории России и сопредельных государств насчитывается 332 вида лука [8]. Многие представители этого рода являются ценными ресурсными растениями и используются в сельском хозяйстве, пищевой и фармацевтической промышленности, ветеринарии. Наиболее ценным в хозяйственном отношении видом является *Allium schoenoprasum* L. (лук-скорода, резанец, шнитт) [2]. Этот циркумполярный вид широко распространен на европейском северо-востоке России, где встречается на галечниковых бечевниках, каменистых отмелях рек, пойменных задернованных лугах, тундровых сообществах, известняковых обнажениях в долинах рек, изредка на болотах [8].

Химический состав *A. schoenoprasum* был изучен в последние годы [10-13]. Известно, что по количеству витаминов этот вид является одним из наиболее ценных представителей луков и содержит 0,15 мг% витаминов В₁ и В₂, 1,6 мг% витамина Е, 6 мг% каротина, а в период цветения в его листьях содержится до 250 мг аскорбиновой кислоты на 100 г свежей зелени [3, 4]. Во время первой срезки в листьях *A. schoenoprasum* содержится до 9,3% углеводов [6]. Сахара, основную массу которых составляет сахароза, содержатся в количестве 20-30% сухого вещества листьев этого вида, а в луковиче их количество колеблется от 40%

до 92% от сухого вещества. Содержание эфирных масел в растениях *A. schoenoprasum* в 3-4 раза выше, чем в *A. fistulosum* L., и равно по содержанию с *A. cepa* L. [5, 6]. Характерной особенностью лука-скороды, как и других видов луков, является присутствие необходимых для человека солей, аминокислот и полисахаридов типа инулина – высокомолекулярных соединений из гомологического ряда фруктозанов, содержащих цепь из 30-34 D-фруктозановых единиц [4]. Одним из наименее изученных у видов рода *Allium* является такой важный класс биологически активных веществ, как липиды. Являясь основными продуктами биосинтеза растений, они обладают рзного рода биологической активностью в зависимости от состава и структуры компонентов [7].

Цель работы: изучение содержания нейтральных липидов (НЛ) в образцах *A. Schoenoprasum* и выявление зависимости их количественного содержания, компонентного и жирно-кислотного состава от условий произрастания данного вида.

Материалы и методы. Материал собран в 2009 г. на территории Республики Коми в разных зональных типах растительности: в подзоне северной тайги – на бечевниках разной степени зарастания в долине реки Цильма (табл.: образец 1 – травянистый бечевник, обр. 2 – каменистый мелкогалечниковый бечевник, обр. 3 – выходы известняковых пород у уреза воды, камни – 90-95%), в Большеземельской тундре – на открытом участке в ивняково-можжевелевом сообществе (обр. 4), на травянистом бечевнике в долине реки Уса (обр. 5) и известняковом обнажении (обр. 6). Для сравнения содержания НЛ были использованы интродуцированные растения *A. schoenoprasum*, произрастающие в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН (обр. 7). Сбор растительного сырья производили в фазу цветения особей, не менее 100 побегов из каждой ценопопуляции.

Матистов Николай Вячеславович, аспирант. E-mail: matistov@ib.komisc.ru

Валуйских Ольга Евгеньевна, кандидат биологических наук, инженер. E-mail: valuyiskikh@ib.komisc.ru

Растения разделяли на части – корни, луковицы, покровные чешуи, листья, соцветия, измельчали и сушили при комнатной температуре и постоянном вентилировании.

Для выделения НЛ мелко измельченные части растений подвергали трехкратной экстракции гексаном при комнатной температуре и постоянном перемешивании. Полученные экстракты фильтровали через слой безводного сульфата натрия и упаривали в вакууме на роторном испарителе при температуре не выше 40°C до полного исчезновения запаха растворителя. Тонкослойную хроматографию (ТСХ) липидных фракций проводили на пластинках «Merck» (Германия) в системе растворителей: гексан – диэтиловый эфир – ледяная уксусная кислота 73: 25: 5 (v/v/v). Обнаружение пятен НЛ осуществляли обработкой высушенных после проявления пластинок 10%-ным раствором фосфорно-молибденовой кислоты в этаноле с последующим выдерживанием в сушильном шкафу при температуре 100°C до появления темносиних пятен. В качестве свидетелей для идентификации НЛ использовали стандарты Lipid Standard, Sigma (Швейцария), содержащие: холестерин, олеат холестерина (C 18: 1, cis - 9), олеиновую кислоту (C 18: 1, cis - 9), метиловый эфир олеиновой кислоты, триолеин; β-ситостерин, а также стигмастерин (stigmaterol (3β-hydroxyl-24-ethyl-5,22-cholestadiene), Sigma. Разделение НЛ на узкие фракции проводили на колонке с силикагелем. Высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ) осуществляли на оборудовании фирмы Esom Spol, S.R.O. (Чехия) в изократическом режиме. Анализ липидов проводили на колонке Диасфер 110 – C18, 5 мкм, 4*250 мм «БиохимМак, Россия», петля дозирования объемом 20 мкм, детектор UV ДЕТЕКТОР LCD 2082, длина волны 207 нм. Расход подвижной фазы 1,5 мл/мин.

Жирнокислотный состав устанавливали методом газо-жидкостной хроматографии метиловых эфиров (МЭЖК) на газовом хроматографе «Кристалл 2000 М» (Россия) с плазменно-ионизационным детектором [1]. МЭЖК разделяли в изотермическом режиме при температуре термостата колонок (200°C) на кварцевой капиллярной колонке 30 м x 0,2 мм (TR-WAX, Thermo). Газ-носитель – гелий, чистота 99,99%. Скорость потока газа-носителя через колонку 0,6 мл/мин, деление потока – 1:50. Расход вспомогательных газов: водород – 20 мл/мин, воздух – 200 мл/мин. Температура испарителя и детектора 250°C. Регистрацию и обработку хроматограмм осуществляли с помощью системы сбора и обработки хроматографических данных «Хроматэк» (Кристалл, Россия). Идентификацию МЭЖК проводили методом хромато-масс-спектрометрии на приборе TRACE-DSQ (Thermo).

Результаты и обсуждение. Известно, что химический состав растений изменяется в зависимости от фазы развития особей, эколого-ценотических условий их произрастания и географического положения района исследований [6, 9-11]. Все исследованные природные образцы в той или иной мере различаются по количественному содержанию НЛ. Самым высоким общим содержанием НЛ характеризуются растение обр. 2, в котором отмечено значительное повышение содержания НЛ в корнях (более 1%) и соцветиях (табл.). Все природные образцы отличаются по содержанию НЛ от интродуцированных особей *A. schoenoprasum*, как более низким содержанием, так и по распределению их по частям растения. В луке-интродуценте максимальное содержание НЛ, значительно превышающее природные образцы, обнаружено в листьях и покровных чешуях.

Таблица. Количественное содержание нейтральных липидов в разных частях *A. schoenoprasum* L.

№	Часть растения	Массовая доля нейтральных липидов, %						
		обр.1	обр.2	обр.3	обр.4	обр.5	обр.6	обр.7
1	корни	0,481	1,064	–	0,317	0,155	–	0,296
2	луковица	0,362	0,332	0,324	0,227	0,285	–	0,182
3	покровные чешуи	0,662	0,377	0,791	0,383	0,323	–	1,132
4	лист	0,747	0,640	0,793	0,890	0,954	0,988	1,450
5	соцветия	2,071	2,473	1,676	1,678	1,472	1,818	1,296
Общее содержание нейтральных липидов, %		4,323	4,886	–	3,495	3,189	–	4,356

Примечание: "-" определение не проводилось

Согласно данным ТСХ-анализа нейтральные липиды всех изученных образцов имеют одинаковый качественный состав. Основными компонентами липидных фракций всех образцов являются стерины ($R_f=1,18$), свободные жирные кислоты ($R_f=0,36$), эфиры жирных кислот ($R_f=0,48$), триацилглицериды ($R_f=0,57$) и эфиры стеринов ($R_f=0,8$). Структурное многообразие липидов, их физико-химические свойства, биологическая активность в основном обусловлены наличием в их составе жирных кислот различного строения.

Анализ полученных результатов показал, что в нейтральные липиды входят молекулы кислот с длиной цепи $C_{16}-C_{20}$ и четным числом углеродных атомов. Основными по содержанию являются полиненасыщенные высшие жирные кислоты (ПНВЖК) линолевая и линоленовая. Во всех образцах преобладает линолевая кислота (C18:2), содержание которой в корнях, луковицах и соцветиях достигает 60% от общего содержания кислот, в листьях оно несколько ниже, но тоже достигает 30-35%. Линоленовая кислота (C18:3),

продуктами перекисного окисления которой являются фитогормоны – жасмоновая кислота и ее многочисленные производные, в максимальных количествах обнаружена в листьях всех образцов, где ее содержание достигает 30%. Линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты являются незаменимыми (эссенциальными) высшими жирными кислотами, которые иногда называют витамином F. Полученная с пищей линолевая кислота в организме человека образует весь набор ω -6 эссенциальных ПНЖК, которые включаются в липидный бислой клеточных мембран, регулируя их микровязкость, проницаемость, электрические свойства, снижая возбудимость, формируя соответствующее липидное окружение мембранных белков и ферментов. ПНЖК как антиатеросклеротический фактор способствуют метаболизму холестерина в печени и его элиминированию из организма, а также выступают как ингибиторы фермента (ГМГ-редуктаза), контролирующего биосинтез холестерина. Для всех изученных нами образцов характерно высокое содержание насыщенной пальмитиновой кислоты (C16:0) – от 25 до 40%, которая в растениях совместно со стеариновой кислотой (C18:0) участвует в биосинтезе ненасыщенных высших жирных кислот.

Выводы: было показано, что количественное содержание нейтральных липидов и их распределение по частям растения зависит от эколого-ценотических условий произрастания. Компонентный и количественный состав высших жирных кислот стабилен и не зависит от типа местообитания.

Работа выполнена при финансовой поддержке конкурсного проекта "Состояние ресурсов полезных растений европейского Северо-Востока России, мониторинг и разработка биотехнологических подходов по рациональному использованию и воспроизводству" Программы Отделения биологических наук РАН "Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. А.с. 542932, СССР, G 01 N 1/28. Способ приготовления проб липидов / К.М. Синяк, И.И. Даниленко, З.П. Васюренко и др.; Киевский НИИ эпидемиологии, микробиологии и паразитологии; № 2138675; заявл. 26.05.75; опубл. 15.01.77. Бюл. № 2.
2. Алексеева, М.В. Культурные луки. – М.: Изд-во «Колос», 1960. – 204 с.
3. Булох, И.В. Влияние возраста многолетних луков на урожайность и биохимические показатели // Научн. Тр. Зап.-Сиб. Овоще-картофельной селекц. опытной станции НИИ овощного хозяйства. – Барнаул, 1986, вып. 5. – С. 138-144.
4. Дайнеко, Г.И. Липиды, жирные кислоты и углеводы видов *Allium L.* // Раст. ресурсы. – 1985. – Т. 21, вып. 2. – С. 221-227.
5. Казакова, А.А. Влияние условий выращивания на химический состав и хозяйственные признаки некоторых видов лука / А.А. Казакова, Г.А. Луковникова // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1959. – Т. 32, вып. 3. – С. 16-133.
6. Комарова, Р.А. Биохимический состав луков в зависимости от условий их выращивания // Сб. трудов аспирантов и молодых научных сотрудников ВИР. – 1966. - № 7 (11). – С. 257-261.
7. Левачев, М.М. Жиры, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды: биологическая роль, применение в профилактической и клинической медицине. – М.: Наука, 1992. – 124 с.
8. Флора северо-востока европейской части СССР. – Л.: Наука, 1976. – Т. 2. – С. 112-114.
9. Черемушкина, В.А. Корневищные луки Северной Азии: биология, экология, интродукция / В.А. Черемушкина, Ю.М. Днепровский, В.П. Гранкина, В.П. Судобина. – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма, 1992. – 159 с.
10. Ширинова, Т.И. Содержание азота и протеиногенных аминокислот в луке *Allium schoenoprasum L.* (Alliaceae) / Т.И. Ширинова, И.В. Бешлей // Раст. рес. – 2008. – Т. 44, вып. 2. – С.82-87.
11. Ширинова, Т.И. Содержание макро- и микроэлементов в луке *Allium schoenoprasum L.* (Alliaceae) / Т.И. Ширинова, И.В. Бешлей // Раст. рес. – 2009. – Т.45, вып. 2. – С. 97-105.
12. Ширинова, Т.И. Липиды и высшие жирные кислоты в луке *Allium schoenoprasum L.* / Т.И. Ширинова, И.В. Бешлей, И.В. Груздев // Раст. рес. – 2008. – Т.44, вып. 1. – С. 75-81.
13. Ширинова, Т.И. Биологически активные вещества некоторых видов рода *Allium L.* / Т.И. Ширинова, Г.А. Волкова // Раст. ресурсы. – 2006. – Т. 42, вып. 3. – С. 59-66.
14. Hanelt, P. Notes on some infragenetic taxa in *Allium L.* / P. Hanelt, R. Fritsch // Kew Bulletin. – 1994. – Vol. 49, № 3. – P. 559-564.
15. Stearn, W.G. How many species of *Allium* are known? // The Kew bot. magazine. – 1992. – Vol. 9, Pt. 4. – P. 180-182.

DEPENDENCE OF QUANTITATIVE CONTENTS OF NEUTRAL LIPIDS, ITS COMPONENTAL AND FATTY ACIDS COMPOUND IN ONION *ALLIUM SCHOENOPRASUM L.* FROM CONDITIONS OF HABITATION

© 2010 N.V. Matistov, O.E. Valuyshkih
Institute of Biology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar

In work data on the quantitative contents of neutral lipids in plants *Allium schoenoprasum L.* depending on conditions of growth are brought. It is shown, that the quantitative contents of neutral lipids and their distribution in parts of plants depends on ecological-coenotic conditions. The componental and quantitative compound of the highest fat acids is stable and does not depend on type of a habitation place.

Key words: *Allium schoenoprasum L.*, neutral lipids, polyunsaturated highest fat acids