**ДИНАМИКА ОВОДНЕННОСТИ
И МАСЛИЧНОСТИ СОЗРЕВАЮЩИХ
ПЛОДОВ ЛИМОННИКА
КИТАЙСКОГО
(*SCHISANDRA CHINENSIS* TURCZ.)**

О.А. Наумова,

аспирант

Г.А. Бережная,

доктор биологических наук, профессор

ФГБОУ ВО, «Нижегородская государственная
сельскохозяйственная академия»

603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97

E-mail: berezhnaya-galina@inbox.ru

E-mail: kafedrabotaniki@mail.ru

Для цитирования: Наумова О.А., Бережная Г.А.
Динамика оводненности и масличности созре-
вающих плодов лимонника китайского (*Schisan-
dra chinensis* Turcz.) // Масличные культуры. На-
учно-технический бюллетень Всероссийского на-
учно-исследовательского института масличных
культур. – 2018. – Вып. 3 (175). – С. 72–75.

Ключевые слова: плод лимонника, плодовая
мякоть, семена, оводненность (гидратация), био-
синтез масла, фазы созревания, дни после опыле-
ния (ДПО).

Проведено изучение динамики изменения
оводненности и липидозапасаения в околоплод-
нике и семенах лимонника китайского в процес-
се созревания плодов. Установлено, что запаса-
ние масла в каждом из этих органах протекает в ус-
ловиях разной влажности тканей: в плодовой мя-
коти на фоне практически неизменного уровня, дос-
тигающего 84–85 % на ранних этапах развития пло-
да, а в семенах – их обезвоживания до 36 % на
протяжении всего периода созревания. Устано-
влено, что в зрелых плодах содержание масла в
семенах было в 4 раза выше, чем в плодовой мя-
коти, и составляло 24,7 и 6,2 % соответственно.

UDC 633.88:177.125

**Dynamics of water and oil contents in ripening
fruits of Chinese magnolia vine (*Schisandra
chinensis* Turcz.).**

O.A. Naumova, post-graduate student

G.A. Berzhnaya, doctor of biology, professor

Nizhegorodskaya state agricultural academy

97, Gagarina str., Nizhny Novgorod, 603107, Russia

72

E-mail: kafedrabotaniki@mail.ru, berezhnaya-galina@inbox.ru

Key words: fruits of Chinese magnolia vine, fruit
pulp, seeds, water content (hydration), biosynthesis of
oil, phase of maturity, days after pollination.

We studied dynamics in changes of water content
and lipids accumulation in pericarp and seeds of Chi-
nese magnolia vine during fruits maturing. We estab-
lished oil accumulation in each of mentioned organs
was conducting with different moisture of tissues.
Moisture of fruit pulp reaches 84–85% at the first
stages of fruit development, and it is almost perma-
nent during oil accumulation. But in seeds oil accu-
mulates under dehydration up to 36% during the
whole maturity period. Oil content in seeds of the
ripened fruits was four times higher than in fruit pulp
– 24.7 and 6.2%, respectively.

Введение. Лимонник китайский
(*Schisandra chinensis* Turcz.) – многолетняя
лиана, в диком виде произрастает в Хаба-
ровском, Приморском краях, Китае и на
Южном Сахалине [1; 2]. В настоящее вре-
мя успешно введен в культуру почти во
всех регионах России, в том числе и Ни-
жегородской области. Лимонник является
лекарственным растением, его плоды
широко используются в традиционной и
народной медицине как противовоспали-
тельное и антимикробное средство, сти-
мулирующее сердечно-сосудистую, нерв-
ную и иммунную системы, обладающее
противоопухолевым действием [3]. Пло-
довая мякоть и семена этого растения на-
капливают биологически активные
вещества, микроэлементы и витамины,
что делает их привлекательными не толь-
ко для фармакологии, но также пищевой
промышленности и косметологии [4; 5].

Главными биологически активными
веществами плодов, обуславливающих
лечебное действие, являются схизандри-
ны, жирорастворимые витамины группы
А и Е, а также эфирные масла [6; 7]. При-
нимая во внимание, что они накаплива-
ются в липидной фракции, изучение
динамики биосинтеза масла в околоплод-
нике и семенах лимонника китайского

представляет научный интерес и практическую ценность.

Одновременное запасание масла в плодовой мякоти и семенах свойственно сравнительно немногим растениям (маслина, авокадо, масличная пальма, облепиха и некоторые другие). Изучение биосинтеза масла в плодовой мякоти и семенах облепихи позволило установить, что в каждом из этих органов синтезируются разные по составу и содержанию масла в условиях неодинаковой степени оводненности этих органов [8; 9; 10].

Продолжая изучение биосинтеза масла в плодах с сочными околоплодниками, мы выбрали в качестве объекта лимонник китайский (*Schisandra chinensis* Turcz.), являющийся лекарственным растением, которое успешно возделывается в условиях Нижегородской области.

Цель работы. Изучение динамики изменения оводненности и масличности плодовой мякоти и семян лимонника китайского, интродуцированного в условиях Нижегородской области.

Материалы и методы. Объектом исследования служили созревающие и зрелые плоды лимонника китайского. Пробы отбирали с интервалом 5–9 дней, с 36-го по 114-й день после опыления (ДПО). Принимая во внимание, что в процессе созревания плодов происходит постепенный переход хлоропластов на хромопласты, содержащие пигменты антоциановой группы, придающие плодам окраску от розовой до ярко-красной, было выделено 6 фаз зрелости (по изменению окраски плодов): 1. Зеленые (36 ДПО); 2. Начало покраснения плодов (45–51 ДПО); 3. Покраснение разной интенсивности (51–64 ДПО); 4. Полное покраснение плодов (73–80 ДПО); 5. Ботаническая зрелость (94 ДПО); 6. Техническая зрелость (114 ДПО). Плоды срезали, составляли средние пробы, разделяли на плодовую мякоть и семена, делали навески тканей массой 1–3 г, в зависимости от предполагаемого уровня масличности тканей этих органов в каждую фазу зрелости плодов. Перед экстракцией липидов из плодовой мякоти и семян лимонника приготавливали пакеты

из фильтровальной бумаги, помещали их в бюксы и высушивали при температуре 100 °С. Для остывания бюксы с фильтр-пакетами помещали в эксикатор, заполненный прокаленным хлористым кальцием для предотвращения поглощения влаги из атмосферы. После охлаждения их взвешивали на аналитических весах до четвертого знака. Процедуру повторяли несколько раз до установления постоянной массы. Затем в фильтр-пакеты помещали ранее приготовленные измельченные навески плодовой мякоти или семян и сушили в тех же бюксах до постоянной массы при 100 °С. Массовую долю влаги (%) вычисляли по формуле:

$$100 \% - X,$$

где X – масса абсолютно сухого вещества, %.

$$X = (m - m_1) \times 100\% : m_2,$$

где m – масса бюкса с навеской до высушивания, г;

m_1 – масса бюкса с навеской после высушивания, г;

m_2 – масса навески плодовой мякоти или семян, г.

Высушенные пакеты с пробами помещали в аппарат Сокслета и экстрагировали диэтиловым эфиром (этоксиганом) при температуре его кипения (37–38 °С), затем их извлекали из аппарата Сокслета, сушили сначала на воздухе, а потом в термостате при 100 °С, после чего пакеты с пробами взвешивали на аналитических весах до четвертого знака. Процедуру повторяли несколько раз, до достижения постоянной массы. Массовую долю масла (%) определяли по формуле:

$$X = (m - m_1) \times 100 \% : m_2,$$

где X – содержание масла (жира) в воздушно сухом веществе, %;

m – масса навески с бюксом до обезжиривания, г;

m_1 – масса навески с бюксом после обезжиривания, г;

m_2 – масса навески исследуемой ткани (плодовая мякоть или семена).

Достоверность различия между средними арифметическими трех измерений (x) определяли по критерию Стьюдента с вероятностью $P > 95 \%$.

Результаты и обсуждение. Результаты определения степени оводненности плодовой мякоти и семян созревающих плодов лимонника представлены на рисунке 1. Как видно из рисунка, на ранних этапах онтогенеза плода (36 ДПО) по уровню влажности плодовая мякоть и семена лимонника практически не различались между собой: 83,9 и 85,6 % соответственно. Однако в процессе созревания плодов динамика этого процесса в каждом из органов приобретала все более существенные различия, которые выражались в том, что на фоне практически неизменного уровня гидратации плодовой мякоти (84–85 %) происходило ее снижение в семенах на протяжении всего периода созревания плодов до достижения 36 % уровня.

Рисунок 1 – Динамика изменения влажности плодовой мякоти и семян лимонника

В отличие от плодовой мякоти, процесс обезвоживания семян на разных этапах созревания происходил с неодинаковой скоростью. Более значительное снижение влажности наблюдалось с 51 по 59 ДПО. За этот период она уменьшилась в 1,4 раза (с 78 до 62 %) при скорости $2 \text{ \%} \cdot \text{сут}^{-1}$. Второй пик высокой скорости обезвоживания семян наблюдался с 73 по 80 ДПО, который совпадал с фазой покраснения плодов. Скорость дегидротации семян в этот период была максимальной и составляла $2,4 \text{ \%} \cdot \text{сут}^{-1}$ на фоне снижения влажности в 1,5 раза, уро-

вень которой к 80 ДПО достигал 37 %, после чего практически не изменялся до стадии технической зрелости (114 ДПО).

Результаты изучения динамики запаса масла в семенах и плодовой мякоти лимонника представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Динамика изменения масличности плодовой мякоти и семян лимонника

Анализируя рисунок 2, можно видеть, что к 36 ДПО содержание масла в плодовой мякоти составляло 3,0 % и уступало семенам практически в 4 раза, после чего его концентрация в околоплоднике увеличивалась с очень маленькой скоростью на протяжении всего периода созревания плодов, достигая к стадии ботанической зрелости (94 ДПО) 6,2 %, после чего не изменялась.

Динамика биосинтеза масла в семенах, в отличие от околоплодника, имела более сложный характер (рис. 2). Так, к 36 ДПО уровень масличности семян достигал 11,3 %. Период с 45 по 51 ДПО характеризовался началом покраснения плодов, максимальной скоростью маслообразования (до $1,4 \text{ \%} \cdot \text{сут}^{-1}$) и увеличением масличности с 13 до 21,5 %, после чего скорость этого процесса снижалась до $0,1 \text{ \%} \cdot \text{сут}^{-1}$. К достижению плодами ботанической зрелости ((94 ДПО), концентрация масла в семенах достигала 24,7 % и не изменялась до стадии технической зрелости (114 ДПО).

Результаты настоящей работы соответствуют имеющимся литературным данным. Сравнивая динамику оводненности и маслообразования в плодовой мякоти и семенах лимонника, облепихи [8; 10], кабачка, мака и тыквы [11; 12], можно видеть, что они имеют одинаковую направленность. Максимальная степень

влажности околоплодников (75–85 %) и их масличности (4,5–6 %) достигались на ранних этапах онтогенеза плода, в отличие от семян, обезвоживание которых доходило до 25–36 %, а запас масла составлял от 28 до 52 % на протяжении всего периода их созревания, в зависимости от видовых и сортовых особенностей.

Выводы. 1. Динамика биосинтеза масла и процесс обезвоживания в семенах, в отличие от околоплодника, имели более сложный характер. 2. Накопление масла в плодовой мякоти лимонника проходило в условиях относительно постоянного уровня влажности тканей, достигавшего 84–85 %, а в семенах – при их обезвоживании до 36 %. 3. Концентрация масла в зрелых семенах была в 4 раза выше, чем в плодовой мякоти, и достигала 24,7 %.

Список литературы

1. Фруентов Н.К., Константинов А.А., Шилова Л.М. Лимонник. – Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1970. – 23 с.
2. Колбасина Э.И. Актинидия и лимонник в России. – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 204 с.
3. Барабаш С.В., Лященко М.В., Куркин В.А. Лимонник китайский: итоги и перспективы исследований // Рынок БАД. – № 3, май/июнь. – 2006. – С. 14–17.
4. Кротова И.В., Ефремов А.А. Исследование химического состава плодов лимонника китайского // Химия растительного сырья. – 1999. – № 4. – С. 131–133.
5. Орлин Н.А. О биологически активных веществах лимонника китайского // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. – № 4. – С. 115–120.
6. Колбасина Э.И. Перспективы использования лимонника *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. в качестве пищевого и растительного сырья // Аграрная Россия. – 2001. – № 6. – С. 20–29.
7. Короткова И.В., Ефремов А.А. Возможности рационального использования эфиромасличных растений // Химия растительного сырья. – 2002. – № 3. – С. 29–33.
8. Бережная Г.А., Калье А.И. Динамика содержания липидов в созревающих плодах облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides*), интродуцированной в Нижегородской области // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – Нижний город. – 2012. – № 2 (3). – С. 113–118.
9. Бережная Г.А., Озернина О.В., Елисеев И.П., Цыдендамбаев В.Д., Верецагин А.Г. Динамика абсолютного содержания и жирно-кислотного состава ацилсодержащих липидов в созревающих плодах облепихи // Физиология растений. – 1992. – Т. 39. – Вып. 6. – С. 1187–1196.
10. Бережная Г.А. Маслообразование в плодах облепихи крушиновидной // Селекция, интродукция плодовых и ягодных культур: сборник научных трудов НГСХА. – Н. Новгород, 2003. – С. 55–56.
11. Нечипоренко Г.А., Рыбалова Б.А. Водобмен плодов кабачка при созревании // Физиология растений. – 1983. – Т. 30. – Вып. 2. – С. 286–293.
12. Прокофьев А.А., Рыбалова Б.А., Нечипоренко Г.А. Водобмен созревающих сухих и сочных плодов мака масличного и кабачка // Физиология растений. – 1983. – Т. 30. – Вып. 6. – С. 1135–1147.

References

1. Fruyentov N.K., Konstantinov A.A., Shilova L.M. Limonnik. – Vladivostok: Dal'nevostochnoye kn. izd-vo, 1970. – 23 s.
2. Kolbasina E.I. Aktinidiya i limonnik v Rossii. – M.: Rossel'khozakademiya, 2000. – 204 s.
3. Barabash S.V., Lyashchenko M.V., Kurkin V.A. Limonnik kitayskiy: itogi i perspektivy issledovaniy // Rynok BAD. – No 3, may/iyun'. – 2006. – S. 14–17.
4. Krotova I.V., Efremov A.A. Issledovaniye khimicheskogo sostava plodov limonnika kitayskogo // KHimiya rastitel'nogo syr'ya. – 1999. – № 4. – S. 131–133.
5. Orlin N.A. O biologicheskii aktivnykh veshchestvakh limonnika kitayskogo // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. – 2009. – № 4. – S. 115–120.
6. Kolbasina E.I. Perspektivy ispol'zovaniya limonnika *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. v kachestve pishchevogo i rastitel'nogo syr'ya // Agrarnaya Rossiya. – 2001. – № 6. – S. 20–29.
7. Korotkova I.V., Efremov A.A. Vozmozhnosti ratsional'nogo ispol'zovaniya efiromaslichnykh rasteniy // KHimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2002. – № 3. – S. 29–33.
8. Berezhnaya G.A., Kal'ye A.I. Dinamika sodержaniya lipidov v sozrevayushchikh plodakh oblepikhi krushinovidnoy (*Hippophae rhamnoides*), introdutsirovannoy v Nizhegorodskoy oblasti // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. – Nizhniy gorod. – 2012. – № 2 (3). – S. 113–118.
9. Berezhnaya G.A., Ozerina O.V., Elishev I.P., TSyendambayev V.D., Vereshchagin A.G. Dinamika absolyutnogo sodержaniya i zhirno-kislotnogo sostava atsilsoderzhashchikh lipidov v sozrevayushchikh plodakh oblepikhi // Fiziologiya rasteniy. – 1992. – T. 39. – Vyp. 6. – S. 1187–1196.
10. Berezhnaya G.A. Masloobrazovaniye v plodakh oblepikhi krushinovidnoy // Selektsiya, introduktsiya plodovykh i yagodnykh kul'tur: sbornik nauchnykh trudov NGSKHA. – N. Novgorod, 2003. – S. 55–56.
11. Nechiporenko G.A., Rybalova B.A. Vodoobmen plodov kabachka pri sozrevanii // Fiziologiya rasteniy. – 1983. – T. 30. – Vyp. 2. – S. 286–293.
12. Prokof'yev A.A., Rybalova B.A., Nechiporenko G.A. Vodoobmen sozrevayushchikh sukhikh i sochnykh plodov maka maslichnogo i kabachka // Fiziologiya rasteniy. – 1983. – T. 30. – Vyp. 6. – S. 1135–1147.

Получено: 02.04.2018 Принято: 17.09.2018

Received: 02.04.2018 Accepted: 17.09.2018