

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА АЗИМИНЫ ТРЕХЛОПАСТНОЙ [*ASIMINA TRILOBA* (L.) DUNAL]

А.К. ПОЛОНСКАЯ, кандидат биологических наук;

В.Н. ЕЖОВ, доктор технических наук, профессор, академик УААН;

С.Ю. ХОХЛОВ, кандидат сельскохозяйственных наук;

Б.А. ВИНОГРАДОВ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

В связи с актуальностью расширения сортимента плодовых растений культурами с высоким содержанием биологически активных веществ (БАВ), интерес исследователей обратился к азимине [*Asimina triloba* (L.) Dunal] - культуре, сравнительно недавно интродуцированной на юг Украины.

Азими́на трехлопастная [*Asimina triloba* (L.) Dunal] – невысокое листопадное дерево, встречающееся в Северной Америке от южной части провинции Онтарио (Канада) до штата Флорида. Азими́на обычно произрастает на глубоких плодородных, рыхлых и влажных почвах в лесистых местностях, по берегам рек, как деревья подлеска, образуя густые заросли [12, 13].

Плоды азимины очень питательны, они содержат больше белка, аскорбиновой кислоты и растительного жира, чем яблоки, бананы и апельсины. Это прекрасный источник калия, магния, железа, меди, марганца, фосфора, цинка, ряда незаменимых аминокислот, а также рибофлавина и ниацина [15].

Особый интерес к азимине трехлопастной заключается в том, что это растение способно выдерживать длительные понижения температуры воздуха до $-25-28^{\circ}\text{C}$; кроме этого, она устойчива к болезням и вредителям.

Интродукция *Asimina triloba* (L.) Dunal началась в 1819 г., когда несколько разновозрастных экземпляров этого растения впервые появились среди насаждений Сада [8]. В 1939 году, по сообщению Ф.К. Калайды, диаметры стволов этих растений равнялись 16 см, а площадь их крон составляла 5x5 м. Они характеризовались хорошим ростом и ежегодным плодоношением. К сожалению, в 1994 году в результате установившегося аномально засушливого лета растения азимины погибли. Но уже осенью того же года из питомниководческого хозяйства “Northwoods Nursery Inc.” (США) были получены привитые саженцы двух лучших сортов азимины трехлопастной Prolific и Sunflower. Растения высадили на участок отдела субтропических плодовых и орехоплодных культур Сада, а в 1996 году были сделаны первые посадки азимины в Опытном хозяйстве НБС “Новокаховское” Херсонской области.

Ежегодно, на протяжении десяти лет, генофонд этой культуры пополнялся и в 2004 году коллекция, переданная ГПОХ “Новокаховское”, насчитывала 16 сортов зарубежной селекции и 69 гибридных форм.

Результаты комплексных наблюдений, проводимых за интродуцентами, позволили сделать вывод об успешной акклиматизации растений в новых условиях существования. Об этом, в первую очередь, свидетельствует то, что все растения азимины имеют устойчивую семенную продуктивность как в условиях Южного берега Крыма, так и в Херсонской области.

В связи с перспективой промышленного выращивания культуры азимины трехлопастной [*Asimina triloba* (L.) Dunal], интродуцированной в южные регионы Украины, данная работа выполнена как комплексное биохимическое исследование с целью определения потенциала биологически активных веществ, содержащихся в ее плодах, листьях, побегах и семенах.

Материалы и методы

Объектом исследования служили плоды, листья и побеги двух сортов азимины отечественной селекции - Мичуринка и Новокаховчанка. Отбор средних проб плодов, подготовка к анализу и определение их химического состава проводили общепринятыми в

биохимии растений методами [9, 11, 12] и в соответствии с существующей нормативно-технической документацией [1-5]. Компонентный состав эфирного масла мякоти плодов определяли методом газожидкостной хроматографии. Элементный состав определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Жирное масло из воздушносухих измельченных семян извлекали путем экстрагирования петролейным эфиром в аппарате Сокслета при температуре кипения 45-50°C [10]. Состав жирных кислот определяли с помощью газожидкостной хроматографии этиловых эфиров этих кислот, полученных после гидролиза масла и последующей этерификации. Подготовку образцов, в частности, превращение триглицеридов жирных кислот в этиловые эфиры проводили по модифицированной нами методике [6], согласно которой пробу масла семян (0,05 мл) при кипении растворяли в 1 мл раствора этилата натрия в 96% этаноле (0,02 моль/л, 0,1%). После растворения, в смесь добавляли 0,05 мл концентрированной HCl, 1 мл этилового спирта и упаривали до 0,1 мл (появление капель этиловых эфиров жирных кислот). После отстаивания и агрегации капель хроматографическим шприцом отбирали для анализа 0,2-0,4 мкл из верхнего слоя. Капиллярную хроматографию масла проводили на хроматографе, снабженном пламенно-ионизационным детектором, кварцевой капиллярной колонкой 30 м с внутренним диаметром 0,33 мм (неподвижная фаза - FFAP; газ-носитель - водород, расход 3 мл/мин; программирование температуры: T нач. колонки – 180°C, скорость нагрева 4 град./мин; T кон. колонки – 220°C; расход воздуха в детекторе – 250 мл/мин, расход водорода – 32 мл/мин, T детектора – 250°C, T испарителя – 250°C. С помощью системы автоматизации анализов САА-006 расчеты концентраций выполняли методом внутренней нормализации, принимая поправочные коэффициенты для всех компонентов смеси за единицу [7].

Для определения состава жирных масел, проводили разложение масла на отдельные составляющие (жирные кислоты) и метилирование выделившихся кислот методом переэтерификации 14% раствором BCl_3 в безводном метаноле (K.Blau & J.Halket. Handbook of Derivatives for Chromatography (2nd ed.) John Wiley & Sons, NY, 1993). Для этого в виалу на 2 мл наливали 1 мл метилирующего реактива (Supelco, #3-3033) и добавляли 1-2 мг жирного масла. Нагревали реакционную смесь в виале, плотно закрытой тефлоновой крышкой, при 85-90 градусах в течение двух часов. После того как капля жира растворялась, виалу охлаждали, а реакционную смесь нейтрализовали 0,3-0,5 мл 5%-ным раствором NaOH, контролируя процесс нейтрализации при помощи универсальной индикаторной бумаги. Раствор при проведении нейтрализации становился молочно-мутным. Затем, в него добавляли 0,2-0,3 мл хлороформа и слегка встряхивали. При этом метиловые эфиры жирных кислот переходят в раствор хлороформа. Используя микрошприц, из нижнего слоя полученного раствора отбирали пробу для хроматографирования. Идентификацию компонентов проводили методом хромато-масс-спектрометрии (хроматограф Agilent Technologies 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973 и базой данных NIST02). Условия для проведения хроматографического анализа: колонка кварцевая HP-5 (Agilent Technologies, США) длиной 30 м и внутренним диаметром 0,25 мм; газ-носитель - гелий; расход газа-носителя – 1 мл/мин.; температура самплера - 270°C; температуру термостата программировали от 100 до 230°C (5 град./мин); объем образца – 0,2-2 мкл.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены данные, характеризующие пищевую ценность плодов азимины. Можно видеть, что в плодах изучаемой культуры содержатся такие энергетически-эссенциальные компоненты, как углеводы, жиры, белки; ориентируясь на известные нормы получения человеком энергии через продукты питания, можно сделать заключение, что суточное потребление двух плодов азимины (около 300 г) покрывает энергетический “голод” человека примерно на 10%.

Таблица 1

Основные показатели пищевой ценности плодов азимины

Показатель	Массовая доля, г/100 г сырой массы	Суточная потребность, г
углеводы	16,8-22,4	382
растительные масла	0,6-1,4	102
белок	0,8-1,4	85
калорийность (ккал/100 г)	77-89	2775

Детальное изучение углеводной составляющей плодов азимины показало, что содержание в них клетчатки колеблется в пределах 1,4-3,5, сахарозы - 6,0-13,3, глюкозы - 1,8-4,0 и фруктозы - 1,3-2,8 г на 100 г сырой массы. Сумма пектиновых веществ, на 33% представленных водорастворимой фракцией, достигает 2,02 г/100 г (табл. 2).

Таблица 2

Содержание углеводов в мякоти плодов азимины

Клетчатка, г/100г	Сахара, г/100 г			Пектины, г/100 г		
	сахароза	глюкоза	фруктоза	сумма	водорастворимый пектин	протопектин
1,4-3,5	6,0-13,3	1,8-4,0	1,3-2,8	2,02	0,66	1,36

Органические кислоты представлены в плодах азимины преимущественно яблочной и лимонной кислотами, их суммарное содержание определено нами на уровне 0,3-1,0%.

В таблице 3 представлен состав и содержание аминокислот белка плодов азимины трехлопастной.

Таблица 3

Содержание кислот в белке плодов азимины

Аминокислоты	Содержание, г/100 г белка	Аминокислоты	Содержание, г/100 г белка
аргинин	3,00-3,83	метионин	0,9-1,4
гистидин	1,55-2,19	фенилаланин	3,7-4,9
изолейцин	4,7-6,8	треонин	3,2-4,6
лейцин	5,8-8,2	триптофан	0,4-0,9
лизин	4,2-6,3	валин	4,2-6,0

- жирным шрифтом выделены незаменимые аминокислоты.

Можно констатировать, что в составе белка азимины присутствуют восемь незаменимых аминокислот, что повышает биологическую ценность изучаемой культуры.

В таблице 4 представлен жирнокислотный состав растительного масла плодов азимины.

Таблица 4

Жирнокислотный состав плодов азимины

Жирные кислоты	% от общего содержания
линолевая	8,1-9,0
линоленовая	16,9-24,4
олеиновая	23,3-38,0
пальмитиновая	18,6-24,4
пальмитолеиновая	5,8-10,2

Всего идентифицировано пять жирных кислот, из которых четыре – ненасыщенные кислоты, содержащие двойные связи (линолевая, линоленовая, олеиновая, пальмитолеиновая), с преобладанием олеиновой кислоты. Содержание насыщенной жирной пальмитиновой кислоты колеблется в пределах 18,6-24,4% от общего содержания жиров.

Таким образом, по индексу содержания ненасыщенных жирных кислот, жиры плодов азимины относятся к полувывсыхающим растительным маслам.

В таблице 5 представлен витаминный состав плодов азимины. Из данных таблицы видно, что 100 г изучаемого продукта могут обеспечить в значительной степени суточную потребность в витаминах, особенно это касается витамина С.

Таблица 5

Содержание витаминов в плодах азимины

Витамин	Содержание, мг/100 г сырой массы	Норма суточного потребления, мг
А (IU/100 г)*	1,5-66,0	10,0
С	7,6-20,9	70,0
ниацин (РР)	1,1-1,2	19,0
рибофлавин (В ₂)	0,09	2,0
тиамин (В ₁)	0,01	1,7

* - IU, ME международные единицы - мера количества жирорастворимого витамина А.

1 ME витамина А = 0,3 мкг витамина А или 0,6 мкг бета-каротина.

1 мг витамина А = 3300 ME.

В таблице 6 приводится минеральный состав плодов азимины трехлопастной. Как следует из таблицы, в плодах преобладают калий, магний, цинк; среди микроэлементов – фосфор и железо. Показательно, что в мякоти плодов содержится калия 314-368 мг/ 100 г сырой массы при потребности взрослого человека 2500-5000 мг в сутки. Содержание в плодах магния в количестве 109-120 мг / 100 г сырой массы (при суточной потребности 400 мг) позволит наряду с калием в достаточной степени обеспечить организм человека, нормализуя его энергетический обмен и стабильность работы нервной системы. Во многом это относится также к железу и фосфору.

Таблица 6

Содержание макро- и микроэлементов в плодах азимины

Минеральные элементы	Содержание, мг / 100 г сырой массы		
		1	2
калий	314-368	сера	62-78
кальций	53-76	железо	6,8-7,2
натрий	12-20	медь	0,4-0,6
магний	109-120	марганец	2,5-2,6
		фосфор	43-53
		цинк	0,9-0,9

Фенольные вещества обладают широким спектром биологического действия и различаются разнообразной химической, биохимической, физиологической и фармацевтической активностью (табл. 7).

Таблица 7

Содержание фенольных веществ в плодах азимины

Фенольные вещества, мг / 100 г				
сумма фенольных веществ	лейкоантоцианы	антоцианы	катехины	флавонолы
183-188	85-91	5-10	68-74	40-45

Как видно из данных таблицы 7, в плодах азимины присутствует заметное количество фенольных веществ, среди которых выделяются лейкоантоцианы и катехины.

Следующий этап нашей работы посвящен подробному изучению летучих веществ мякоти плодов азимины (рис. 1).

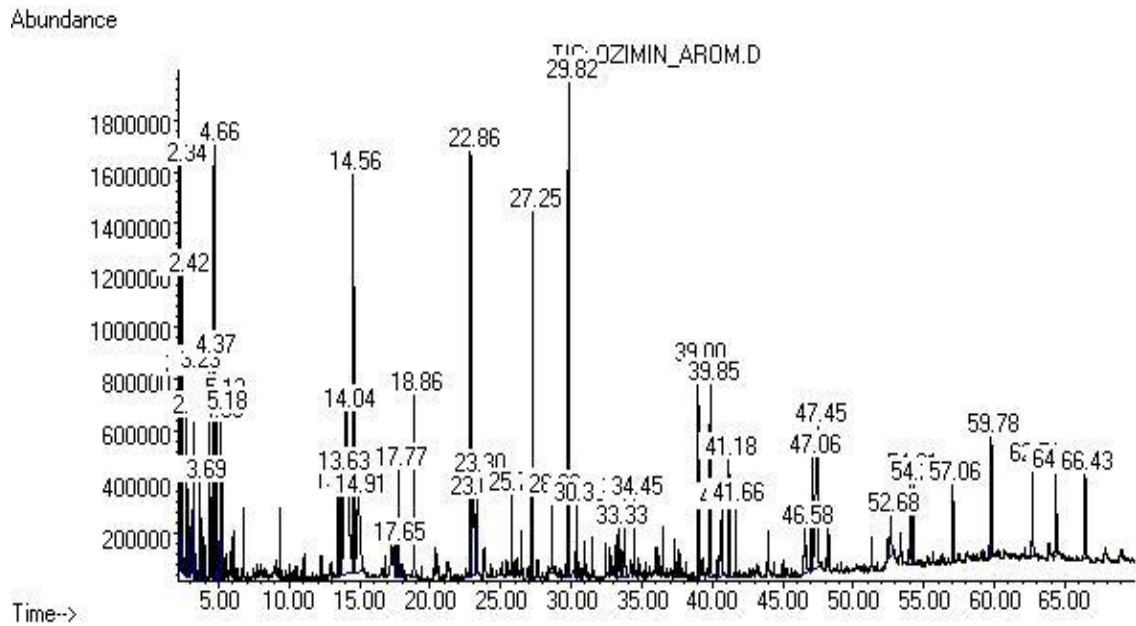


Рис. 1. Хроматограмма компонентов ароматического комплекса плодов азимины

Из представленной хроматограммы видно, что ароматический комплекс плодов азимины включает в себя очень широкий спектр самых различных классов веществ, которые можно разделить на 9 групп (табл. 8).

Таблица 8

Суммарный состав ароматического комплекса мякоти плодов азимины

Наименование группы веществ	% от общего содержания
альдегиды и их производные	4,65
спирты	2,70
сложные эфиры	6,72
кислоты	10,76
нормальные алканы	10,00
монотерпеновые соединения	3,53
сесквитерпеновые углеводороды, спирты и дитерпены	25,30
другие компоненты	10,05
загрязняющие примеси	2,88
неидентифицированные компоненты	30,13

Альдегиды и их производные, содержащиеся в ароматическом комплексе мякоти плодов азимины, составляют 4,65% от суммы летучих соединений и представлены главным образом изовалериановым альдегидом (смесь изомеров 2- и 3-метилбутаналь), обладающим резким, раздражающим, неприятным запахом; в тоже время, 2-гексеналь обладает запахом свежей зелени, а ряд жирных альдегидов (гептаналь, нонаналь и деканаль) имеют запах, напоминающий апельсин (табл. 9).

Таблица 9

Содержание альдегидов в летучей фракции азимины

Наименование	% содержания во фракции
ацеталь	0,73
1-этоксипентан	0,36
3-метилбутаналь	0,81
2-метилбутаналь	1,14
2-гексеналь	0,14

гептаналь	0,31
нонаналь	0,86
деканаль	0,10
фенилацетальдегид	0,20
Итого	4,65

Присутствующие во фракции спиртов ненасыщенные спирты (гексенолы) имеют запах свежей зелени, в летучей фракции их достаточно мало – около 2/3 от общей суммы спиртов (табл. 10).

Таблица 10

Содержание спиртов в летучей фракции азимины

Наименование	% от содержания во фракции
3-метилбутанол	0,27
2-метилбутанол	0,34
3-гексен-1-ол, цис	0,98
2-гексен-1-ол, транс	1,01
октанол	0,10
Итого	2,7

Сложные эфиры занимают важное место в составе летучих веществ, придавая композиции оттенки фруктовых направлений; в этой связи в составе сложных эфиров плодов азимины уместно выделить метил- и этилкапронаты, метил- и этилкаприлаты, составляющих почти 90% от общей суммы сложных эфиров (табл. 11).

Таблица 11

Содержание сложных эфиров в летучей фракции азимины

Наименование	% от содержания во фракции
бутилацетат	0,22
метилкапронат	0,43
этилкапронат	0,64
метилкаприлат	3,36
этилкаприлат	1,10
этилкапринат	0,58
этиллауринат	0,16
этилпальмитат	0,23
Итого	6,72

Количественное содержание кислот в анализируемом экстракте достаточно большое, но в таких концентрациях они оказывают очень слабое влияние на формирование ароматического комплекса, так как запахом обладают лишь каприловая и каприновая кислоты, у остальных – он отсутствует (табл. 12).

Таблица 12

Содержание кислот в летучей фракции азимины

Наименование	% от содержания во фракции
каприловая	0,80
каприновая	0,13
пеларгоновая	0,15
лауриновая	0,82
миристиновая	1,67
пентадекановая	0,65
пальмитолеиновая	1,15
пальмитиновая	4,57
линоленовая	0,23
олеиновая	0,37
олеиновая (изомер)	0,22
Итого	10,76

Несмотря на то, что в летучей фракции плодов азимины нормальные алканы содержатся в большом количестве, они представляют собой вещества не обладающие запахом и, как следствие, не способны оказывать влияние на формирование аромата экстракта (табл. 13).

Таблица 13

Содержание алканов в летучей фракции азимины

Наименование	% от содержания во фракции
октан	0,67
тетрадекан	0,43
пентадекан	0,25
гексадекан	0,83
гептадекан	0,21
октадекан	0,68
нонадецен-1	0,16
нонадекан	0,16
эйкозан (20)	0,69
хенейкозан (21)	0,39
докозан (22)	0,90
трикозан	0,76
тетракозан	1,23
пентакозан	1,25
гексакозан	1,39
Итого	10,00

Очень важным классом пахучих веществ, главным образом обладающих запахами цветочных оттенков, являются монотерпеновые соединения. Особую роль среди них играют сложные эфиры гераниола (геранилацетат и другие), которым присущи исключительно сильные, приятные запахи цветочно-фруктового направления. Важно отметить, что на долю этих соединений приходится почти половина от суммарного содержания монотерпенов в летучей фракции плодов азимины (табл. 14).

Таблица 14

Содержание монотерпенов в летучей фракции азимины

Наименование	% от содержания во фракции
линалоолоксид 1	0,15
линалоолоксид 2	0,17
линалоол	0,72
терпинен-4-ол	0,19
пара-цимен-8-ол	0,35
α -терпинеол	0,10
гераниол	0,29
геранилацетат	0,37
геранилпропионат	0,22
геранилизобутират	0,20
геранилизовалерат	0,45
геранилвалерат	0,32
Итого	3,53

Сесквитерпеновые углеводороды, спирты и дитерпены – в летучей фракции плодов азимины эти соединения содержатся в достаточно больших количествах (табл. 15). Однако их запах, слабый и неопределенный, напоминает оттенки древесины, плесени и сырой земли. Поэтому, вклад этой группы соединений в формирование аромата летучей фракции незначителен. Тем не менее, определенное значение могут иметь сесквитерпеновые спирты, неролидол и фарнезол, которые обладают очень приятным запахом цветочного направления.

Таблица 15

Содержание углеводов в летучей фракции азимины

Наименование	% от содержания во фракции	1	2
1	2	гумуленэпоксид	0,24
α - копаен	0,22	аромадендреноксид	0,21
β - боурбонен	0,93	неролидол	0,38
β - элемен	0,29	β - фарнезол	0,17
кариофиллен	3,66	спатуленол	0,30
α - боурбонен	0,33	кариофилленоксид	1,12
α - гумулен	1,00	α - кадиол	0,56
β - фарнезен	0,21	α - фарнезол	2,16
гермакрен D	7,38	метилгераниат	1,10
бициклогермакрен	1,12	метилфарнезат	1,17
транс- α -бергамотен	0,43	дитерпеновый аналог фарнезола	1,12
γ - кадинен	0,15	ацетат дитерпенового фарнезола	0,20
δ - кадинен	0,46	Итого	25,30
аромадендрен	0,39		

Из других веществ, присутствующих в летучей фракции, лишь 2-метокси-4-винилфенол, содержащийся в очень большом количестве, обладает характерно сильным, приятным запахом, что и обуславливает основной тон в ароматическом комплексе экстракта (табл. 16). В дополнение к этому, слабый запах чернослива имеют производные фурфурола.

К загрязняющим примесям техногенного происхождения, содержащимся в летучей фракции азимины, были отнесены фталаты и фосфаты (табл. 17).

Таким образом, в летучей фракции плодов азимины обнаружено 145 химических веществ, из которых идентифицировано 94 вещества. Все они в своей совокупности формируют неповторимый аромат плодов азимины трехлопастной, но особая роль принадлежит этиловым эфирам капроновой и каприловой кислот, сложным эфирам гераниола.

Таблица 16

Содержание других веществ в летучей фракции азимины

Наименование	% от содержания во фракции
1,2,3-тетраметилциклопентен-4-он	0,17
2,3-дигидробензофуран	1,86
2-метокси-4-винилфенол	6,47
фурфурол	1,40
5-метилфурфуриловый спирт	0,15
Итого	10,05

Таблица 17

Содержание загрязняющих примесей в летучей фракции азимины

Наименование	% от содержания во фракции
диметилфталат	0,18
дибутилфталат	1,16
моно(2-этилгексил) - фталат	1,38
трифенилфосфат	0,16
Итого	2,88

Помимо плодов, изучали и другие вегетативные органы азимины трехлопастной, в частности, листья и побеги (табл. 18).

Таблица 18

Содержание некоторых веществ в листьях и побегах азимины

Сортообразец	Сухие вещества, г/100 г	Аскорбиновая кислота, мг/100г	Сумма фенольных веществ, мг/100 г	Лейкоантоцианы, мг/100 г	Катехины, мг/100 г	Флавонолы, мг/100 г
листья						
Мичуринка	91,05	15,74	460	17	98	269
Новокаховчанка	90,50	14,38	540	17	160	246
побеги						
Мичуринка	94,32	11,26	452	35	112	137
Новокаховчанка	94,85	9,15	521	31	98	145

Из таблицы 18 видно, что при сухой массе 90,5-91,0% содержание аскорбиновой кислоты в листьях находится на уровне 14,38-15,74 мг/100 г, фенольных веществ 460-540 мг / 100 г, из них на долю флавонолов приходится 246-269 мг / 100 г, на долю катехинов – 98-160 мг / 100 г. Несколько ниже уровень перечисленных компонентов в побегах. Исходя из этих данных, листья и побеги представляют интерес как источники растительных антиоксидантов.

Из семян азимины выделено жирное масло, установлены его физико-химические показатели (табл. 19) и жирнокислотный состав (табл. 20).

Выход жирного масла семян составляет 28,7%; по физико-химическим характеристикам его можно отнести к полувывсыхающим. В таблице 20 приведен состав жирного масла семян азимины трехлопастной.

Таблица 19

Физико-химические свойства масла семян азимины

Выход масла, %	Показатель преломления	Удельный вес	Кислотное число	Число омыления	Эфирное число	Йодное число
28,7	1,4729	0,9231	5,85	163,6	157,5	113,56

Таблица 20

Состав масла семян азимины

Жирная кислота	Содержание, %
пальмито-олеиновая кислота (16:1)	0,7
линолевая кислота (18:2)	43,8
олеиновая кислота (18:1)	42,4
линоленовая (18:3)	8,3
стеариновая кислота (18:0)	0,9

Жирнокислотный состав масла представлен на 43,8% линолевой (18:2), на 42,4% олеиновой (18:1), на 8,3% пальмитиновой (16:0), на 3,8% стеариновой (18:0), на 0,9% линоленовой (18:3), на 0,7% пальмито-олеиновой (16:1) кислотами, наличие незаменимых жирных кислот свидетельствует о пищевой ценности масла азимины, а также о возможности его применения в качестве средства от ожогов.

Выводы

1. Определена пищевая ценность и калорийность плодов азимины.
2. Изучен углеводный состав плодов азимины трехлопастной и установлено содержание в них клетчатки, пектинов, сахарозы, глюкозы, фруктозы.
3. Изучен аминокислотный состав белка плодов азимины, он представлен 10-ю аминокислотами, в том числе 8 из них - незаменимые.
4. Установлено содержание в плодах азимины витаминов А, С, ниацина, рибофлавина, тиамина, чем подтверждена их витаминная ценность.
5. Определено содержание в плодах азимины 10-ти макро- и микроэлементов, среди которых особое значение могут иметь калий, магний, фосфор и железо.
6. Определено наличие и уровни содержания в плодах и семенах пяти жирных кислот: линолевой, линоленовой, олеиновой, пальмитиновой, пальмитолеиновой; по индексу ненасыщенности масло семян азимины отнесено к категории полувывсыхающих.
7. Получены данные по содержанию биологически активных веществ в вегетативных частях азимины трехлопастной (листья, побеги). Наличие в вегетативных органах азимины значительных количеств аскорбиновой кислоты и фенольных веществ, позволяет считать их потенциальным источником биологически активных веществ.
8. Методом хромато-масс-спектрометрии выявлено 145 и идентифицировано более 90 летучих веществ в плодах азимины, формирующих их аромат. Особую роль при этом играют сложные эфиры каприловой капроновой кислот, а также гераниола.
9. На основании данных обобщенного анализа биохимического состава мякоти плодов, листовых пластин и побегов азимины трехлопастной можно сделать вывод о перспективах данной культуры как потенциального источника биологически активных веществ.

Список литературы

1. ГОСТ 8756.1-79. Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей, массы нетто или объема и массовой доли составных частей.

2. ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы испытаний.
3. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.
4. ГОСТ 28038-89. Продукты переработки плодов и овощей. Правила приемки, методы отбора проб.
5. ГОСТ 28562-90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ.
6. ГОСТ 40418-96. Масла растительные. Метод определения жирно-кислотного состава. ГОСТ 51483-99. Масла растительные и жиры животные.
7. ГОСТ 51483-99. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме.
8. Деревья и кустарники // Труды ГНБС. – Ялта, 1939. – Т. XXII. – Вып. 2. – С. 104-105.
9. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И. и др. Методы биохимического исследования растений. – Л.: Колос. – 1972. – 447 с.
10. Методы биохимического исследования растений /Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
11. Руководство по методам исследования и технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / Под ред. В.П. Ржежина, Л.С. Сергеева. – Л.: Пищевая промышленность. – 1973. – 530 с.
12. Справочник «Химический состав пищевых продуктов» / Под ред. Скурихина И.М. – М.: Агропромиздат, 1987. – 312 с.
13. Allard H.A. The native pawpaw // Atlantic Naturalist. – 1955. – Vol. 10, N 4 – P. 197-203.
14. Callaway M. B. The Pawpaw (*Asimina triloba*). – Frankfort: Kentucky State University, 1990. – 22 p.
15. Peterson R.N. Research in the pawpaw (*Asimina triloba*) at the University of Maryland // Northern Nut Growers Association Annual Report. – 1986. – Vol. 77. – P. 73-78.

Biologically active substances of *asimina* [*Asimina triloba* (L.) Dunal]

Polonskaya A.K., Ezhov V.N., Khokhlov S.Yu., Vinogradov B.A.

The results of complex researches done for the purpose to determine the potential of biologically active substances in fruits, leaves, shoots and seeds of *asimina* [*Asimina triloba* (L.) Dunal] have been given.