

УДК 1544.2:635.1(575.2)

**АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ДИКОРАСТУЩИХ ПЛОДОВ И ЯГОД  
ОРЕХОВО-ПЛОДОВЫХ ЛЕСОВ КЫРГЫЗСТАНА**

*Искакова Жаңыл Турсуновна*, к.т.н., и.о. доцента кафедры «Экологическая инженерия» КТУ «Манас», Кыргызская Республика, e-mail: janil.iskakova@gmail.com

*Сманалиева Жамила Насировна*, к.т.н., доцент кафедры «Технология пищевых продуктов питания» КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, e-mail: jamila.smanalieva@gmail.com

**Аннотация.** В статье изложены результаты по исследованию антиоксидантной активности дикой алычи (*Prunus divaricata*), яблока (*M. sieversii* var. *kirgisorum*), груши (*Pyrus korshinskyi* Litv.), шиповника (*Rosa canina*), барбариса (*Berberis oblonga*) произрастающих в орехово-плодовых лесах Кыргызстана. Антиоксидантная способность дикорастущих плодов и ягод была высокой по сравнению с культурными сортами плодов и ягод. Среди исследованных образцов самой высокой антиоксидантной активностью обладают барбарис (1,0-1,7 мкл/мл) и шиповник (1,3-1,4 мкл/мл), что связано с большим содержанием в них витамина С, а также полифенольных веществ.

**Ключевые слова:** дикорастущие плоды, ягоды, Кыргызстан, антиоксидант, полифенол

## КЫРГЫЗСТАНДЫК ЖАПАЙЫ ЖЕМИШТЕРДИН ЖАНА ЖАМАК ЖЕМИШТҮҮ ТОКОЙЛОРУНУН ЖЕРЛЕРИНИН АНТИОКСИДАНТТЫК ИШИ

*Искакова Жаныл Турсуновна*, т.и.д., м.а. Экологиялык инженерия кафедрасынын доценти, “Манас” КТУ, Кыргыз Республикасы, e-mail: janil.iskakova@gmail.com

*Сманалиева Жамила Насировна*, т.и.к., Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин Тамак-аш технологиясы кафедрасынын доценти И. Раззакова, Кыргыз Республикасы, электрондук почта: jamila.smanalieva@gmail.com

**Аннотация.** Макалада жапайы алча өрүгүнүн (*Prunus divaricata*), алманын (*M. sieversii* var. *kirgisorum*), алмуруттун (*Pyrus korshinskyi* Litv.), Итмурундун (*Rosa canina*), зайтундун (*Berberis oblonga*) антиоксиданттык активдүүлүгүн жаңгак-жемиш токойлорунда өстүрүүчү изилдөөнүн натыйжалары келтирилген. Кыргызстан. Жапайы жемиштер менен мөмөлөрдүн антиоксиданттык сыйымдуулугу мөмө-жемиштердин өстүрүлгөн сортторуна салыштырмалуу жогору болгон. Изилденип жаткан үлгүлөрдүн арасынан зирек (1,0-1,7 мкл / мл) жана итмурун (1,3-1,4 мкл / мл) антиоксиданттык активдүүлүгү жогору, бул алардын курамында С витамининин жана полифенол заттарынын көп болушу менен байланыштуу. ...

**Ачкыч сөздөр:** жапайы жемиштер, мөмө-жемиштер, Кыргызстан, антиоксидант, полифенол

### Введение

На юге Кыргызстана на высоте от 800 до 2000 метров над уровнем моря располагаются самые крупные на планете орехово-плодовый заказник с площадью которого составляет 630,9 тыс. га, в том числе покрытая лесом площадь - 254,4 тыс. га [1]. Орехово-плодовые леса являются уникальным объектом исследования для различных областей науки, таких как: биологическая, аграрная, географическая, геологическая, экономическая, социальная и т.д. Для иностранных ученых он был открыт в 90-годы после получения независимости Кыргызстана. Сегодня многие иностранные ученые ведут исследовательские работы в регионе в рамках разных проектов. Анализ базы данных научных статей «Web of Science» показал, что были опубликованы 30 статей по теме: «Kyrgyzstan walnut fruit forests». Целью научных проектов, касающихся плодово-ореховых лесов, были изучение почвы, биоразнообразия, селекция, экономические и социальные проблемы, а также менеджмент леса.

Однако, исследования пищевой ценности по химическим показателям и биологически активным веществам диких плодов и ягод орехово-плодовых лесов Кыргызстана, отсутствуют [2]. Актуальность этого исследования заключается в том что, современное состояние реликтовых ореховых лесов продолжает оставаться неудовлетворительным. Население пасет скот и вырубает деревья, идет интенсивный сбор грецкого ореха, тем самым разрушается самовосстановление лесов. В тоже время многие дикорастущие ягоды и плодов (до 50 %) остается в лесу из-за неорганизованности их сбора [3]. Это связано с

недостаточной исследованностью химических показателей и биологических активных веществ этих растений, а между тем некоторые из них отличаются морозостойкостью, засухоустойчивостью и высокой урожайностью [4]. Такое состояние лесов указывает на необходимость изучить химический состав, качественные показатели, биохимические особенности отдельных видов плодов и ягод, что даст возможность более эффективно и бережно использовать их.

#### **Материалы и методы**

Плоды дикой алычи (*Prunus divaricata*), яблока (*M. sieversii var. kirgisorum*), груши (*Pyrus korshinskyi Litv.*), шиповника (*Rosa canina*), барбариса (*Berberis oblonga*) были собраны 2017 и 2018 годов в орехово-плодовом лесу Арсланбап (N41°18'20.903", E 72°57'48.209", высота 1300) и Кызыл Ункур (N 41° 18' 20.903", E 72° 57' 48.209", высота 1466 м). Собранные образцы были заморожены при температуре -25°C в лаборатории и хранились в этом режиме до начала анализа.

Суммарные антиоксиданты определяли согласно Hangan-Balkir и McKenney [5]. Для приготовления экстракта, 5 г образца свежих фруктов размяли, добавили 20 мл 80% раствор этанола и перемешивают около 20 мин. Затем центрифугировали при 5000 об/мин в течение 3 мин. Супернатант хранили в виде жидкого образца для дальнейшего анализа. Были приготовлены индивидуальные растворы антиоксидантов в пяти концентрациях (1; 2,5; 5; 7,5 и 10 мкг/мл) в 80% растворе этанола. Два миллилитра 0,01% раствора DPPH (2,2 дифенил-1-пикрилгидразил) в 80% этаноле добавляли к каждому соответствующему 2 мл раствору антиоксидантов в пробирках. Растворы встряхивали и инкубировали 30 мин при комнатной температуре. Два миллилитра 80% этанола в сочетании с 2 мл смеси DPPH использовали в качестве контроля. Абсорбцию контрольного и пробного растворов измеряли при 517 нм. с помощью спектрофотометра UV – Vis (Specord 50, Analytic Jena, Германия).

Содержание общих полифенолов было определено согласно [6], подготовка проб для анализа как описано в литературе [7].

#### **Результаты и обсуждение**

Антиоксиданты – вещества, которые могут ингибировать окислительное действие свободных радикалов и других веществ. Концентрация ингибирования радикалов или антиоксидантная активность IC 50 – это концентрация антиоксиданта, при которой наблюдается 50% ингибирование активности свободных радикалов. Результаты исследования показали, что черная и желтая алыча имеют более высокую антиоксидантную активность, чем красные плоды (рис. 1). Концентрация ингибирования радикалов (IC50) черной алычи из Кызыл-Ункур была найдена в количестве 5,2 мкг/мл, а желтой в количестве 5,4 мкг/мл, что говорит о том, что антиоксидантная активность выше, чем у красных образцов (6,5 мкг/мл). Черные и желтые сорта дикой алычи из Арсланбапа также показали более высокую антиоксидантную активность чем красные. Эта антиоксидантная активность находится в соответствии с антиоксидантной активностью культурных слив (*Prunus domestica*) из Коста-Рики, которая варьировалась в кожице от 5,19 мкг/мл и мякоти 5,95 мкг/мл [8].

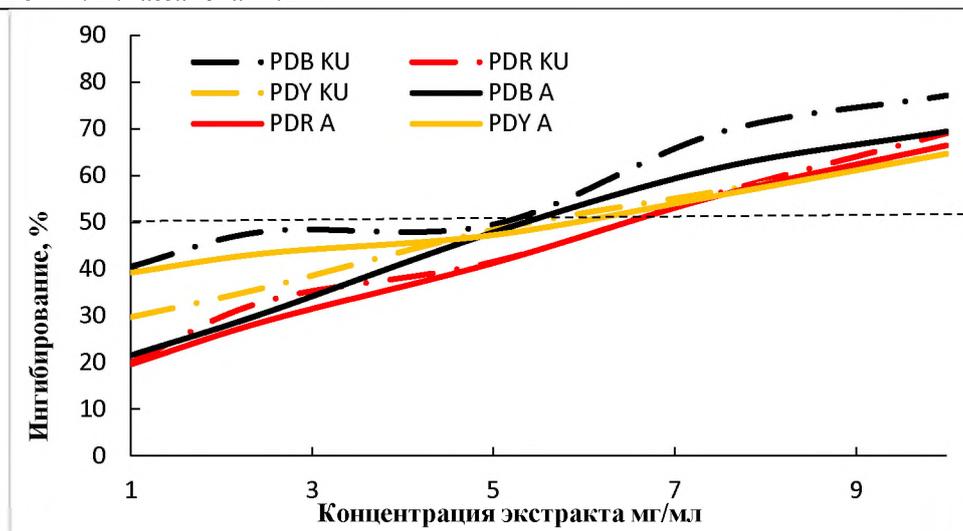


Рис. 1. Антиоксидантная активность плодов желтой, красной и черной дикой алычи произрастающих в лесах А: Арсланбап; КУ -Кызыл –Ункур

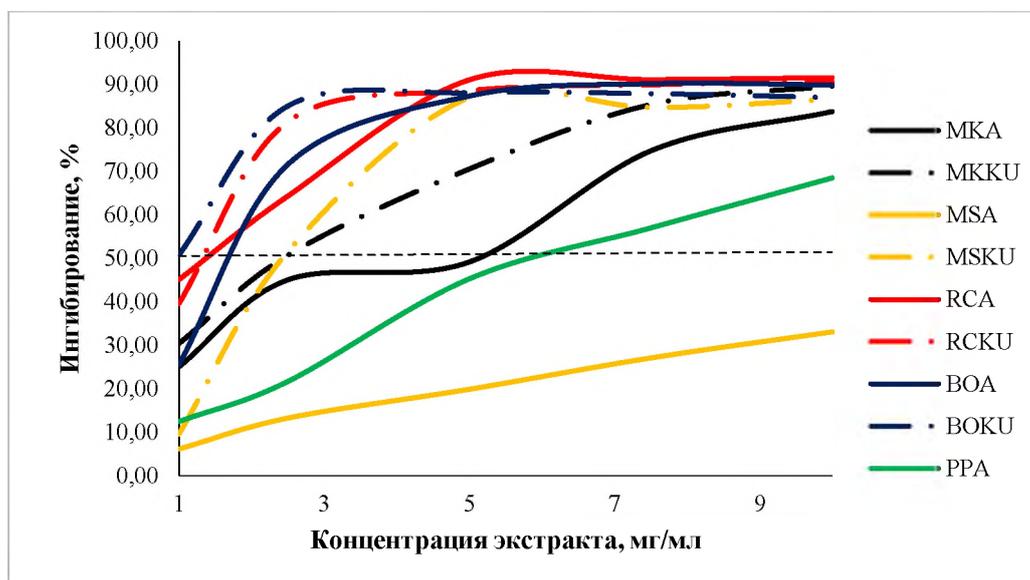


Рис.2 Ингибирование радикалов экстрактами дикорастущих фруктов и ягод

Все исследованные образцы из Кызыл-Ункура (КУ) показали более высокую антиоксидантную активность (активность по ингибированию радикалов) по сравнению с образцами из Арсланбапа (А). Ингибирующая концентрация (IC<sub>50</sub>) барбариса Кызыл-Ункура (BOKU) составила 1,0 мкг/мл и 1,7 мкг/мл барбариса Арсланбапа (BOA). IC<sub>50</sub> образцов шиповника составляла 1,3 мкг / мл (RCKU) и 1,4 мкг/мл (RCA). Для сравнения, IC<sub>50</sub> трех иранских видов барбариса колебались от 58,4 до 221,1 мкг/мл [9], что является значительно более низкой антиоксидантной способностью, чем дикий барбарис из орехово-плодовых лесов Кыргызстана. Дикие яблоки из Кызыл-Ункура (MSKU, 10,0 мкг/мл) также показали более высокие показатели антиоксидантной активности, чем дикие яблоки из Арсланбапа (MSA, 11,2 мкг/мл). Однако Navarro et al. [8] сообщили о более высокой антиоксидантной способности, то есть более низкой IC<sub>50</sub> яблока (*M. domestica*) из Коста-Рики: 4,5 (кожица) и 6,6 мкг/мл (мякоть). Антиоксидантная способность фенольных соединений в основном обусловлена гидроксильными группами и их окислительно-восстановительными свойствами, которые позволяют им действовать как восстановители, доноры водорода, гасители синглетного кислорода или хелаторы металлов. Предполагается, что полифенолы являются основными фитохимическими веществами, ответственными за антиоксидантную активность растительного материала [10].

Между общим содержанием полифенолов и антиоксидантной активностью (DPPH) дикорастущих фруктов и ягод была найдено линейная корреляция ( $R^2 = 0,73$ ) (рис. 3А).

Наблюдаемая корреляция между антиоксидантной активностью и общим содержанием полифенолов по другим исследованиям для шиповника составила  $R^2 = 0,71$  [11], для яблоко 0,72 [12] и для алычи 0,98 [13]. Высокая активность диких фруктов ингибировать свободные радикалы также может связано с наличием других биоактивных компонентов, такие как витамин С, токоферолы, пигменты, а также взаимодействием этих соединений [14]. В нашем исследовании корреляция между содержанием витамина С и антиоксидантной активностью была равно 0,86 (рис. 3 Б), что согласуется с данными Roman et al. [11]. Однако мы должны признать, что на корреляцию между антиоксидантной активностью и общим содержанием полифенолов или содержанием витамина С также влияет разница между помологических сортов плодов и ягод.

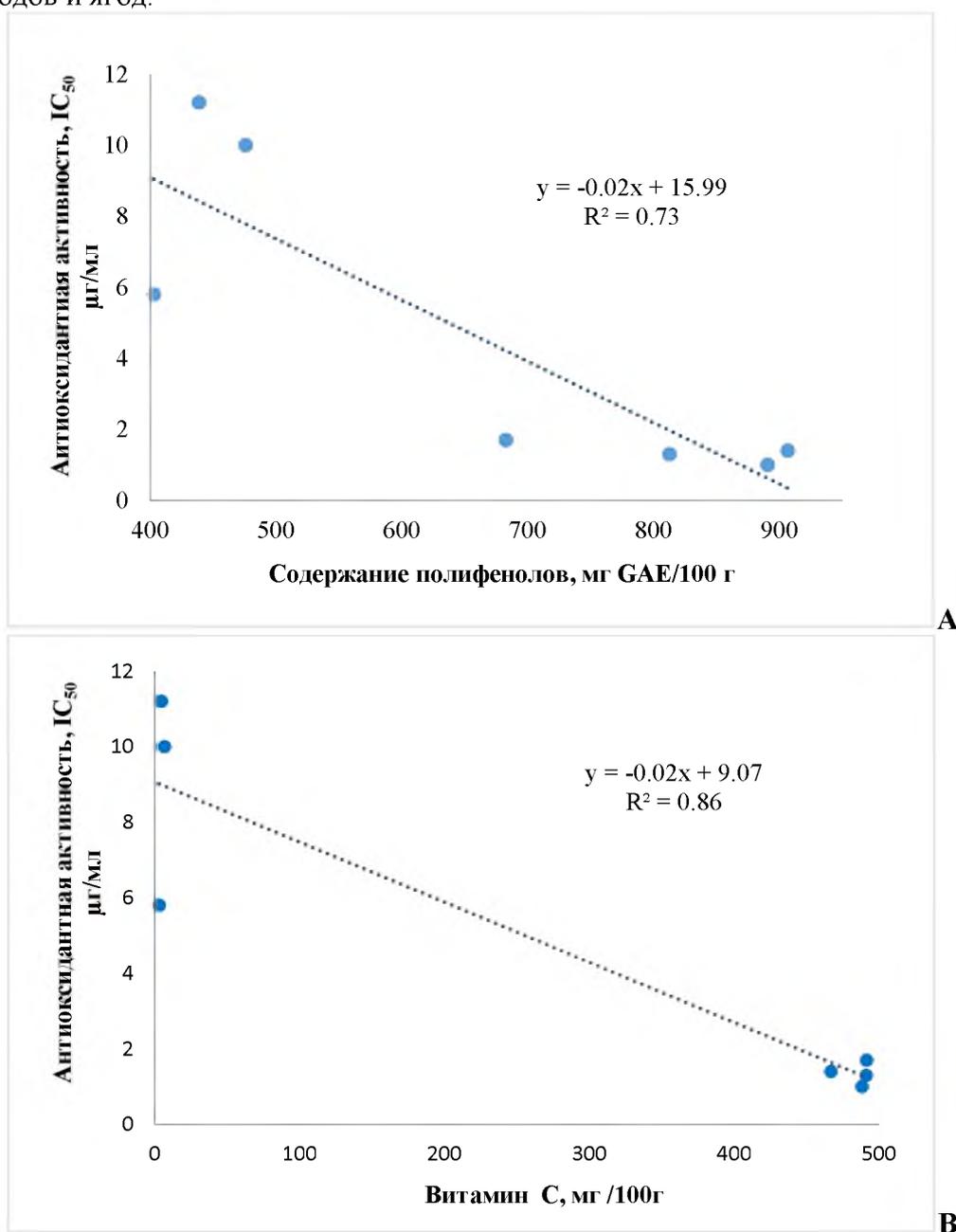


Рис. 3 Корреляция антиоксидантной активности (IC50) с (А) общим содержанием полифенолов (TPC) и (Б) содержанием витамина С в дикорастущих фруктах и ягодах

### Выводы

Целью исследования была изучение питательного потенциала дикорастущих плодов и ягод орехово-плодовых лесов Арсланбоба и Кызыл-Ункура в производстве высокоусвояемых

продуктов питания. Изучив антиоксидантную способность дикорастущих плодов и ягод и различные аспекты их использования, можно сделать вывод, что дикорастущие плоды и ягоды обладают высокой антиоксидантной активностью и эти ресурсы остаются незаслуженно обделенными вниманием со стороны местного населения и бизнеса. Более того, результаты исследований указывают на новые возможности использования дикорастущих плодов и ягод, которые могут служить ориентиром для развития различных инициатив и бизнес проектов и заинтересуют местное население в сохранении реликтовых ореховых лесов.

### Литература

1. Ashimov K.S. The condition of and prospects for scientific research in the Kyrgyzstan walnut fruit forests. In: Blaser J., Carter J., Gilmour D. (Eds). Biodiversity and sustainable use of Kyrgyzstan's walnut fruit forests. Cambridge (UK): Gland, 1998.- P. 87–90.
2. Сманалиева Ж.Н, Искакова Ж., Осконбаева Ж. Джурупова Б.К, Вихерн Ф, Дарр Д. Пищевая ценность дикорастущих плодов и ягод орехово-плодовых лесов Кыргызстана / «Научно-техническое обеспечение эффективности и качества производства продукции АПК». Сборник материалов международной научно-практической конференции. – ВНИИПП, 2019. – 300 с.
3. Бикиров Ш.Б, Джумабаева С.А. Сохранение и восстановление орехово-плодовых лесов. Сохранение и устойчивое использование биоразнообразия плодовых культур и их диких сородичей // Вестник КНАУ – 2011. – № 2 (20). – С. 102 – 105.
4. Orozumbekov A, Cantarello E, Newton A.C. Status, distribution and use of threatened tree species in the walnut-fruit forests of Kyrgyzstan. For Trees Livelihoods. 2015.-№24(1).- С.1–17.
5. Hangun-Balkir Y, McKenney M.L. Determination of antioxidant activities of berries and resveratrol// Green Chem Lett Rev. - 2012.- №5(2). - С.147–153.
6. Smanalievа J, Iskakovа J, Oskonbaeva, Z.Wichern F, Darr D. Determination of physicochemical parameters, phenolic content, and antioxidant capacity of wild cherry plum (*Prunus divaricata* Ledeb.) from the walnut-fruit forests of Kyrgyzstan // Eur Food Res Technol.- 2019.-№ 245, С. 2293–2301.
7. Kalt W, Forney C.F, Martin A, Prior R.L. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits // J Agric Food Chem.- 1999.-№47.- С. 4638–4644.
8. Navarro M, Moreira I, Arnaez E, Quesada S, Azofeifa G, Vargas F, Alvarado D, Chen P. Polyphenolic characterization and antioxidant activity of *Malus domestica* and *Prunus domestica* cultivars from costa rica //Foods.- 2018.- №7(15). - С.1–19.
9. Rahimi-Madiseh M, Gholami-Arjenaki M, Bahmani M, Mardani G, Farzan M, Rafieian-Kopaei M. Evaluation of minerals, phenolics and anti-radical activity of three species of Iranian berberis fruit // Der Pharma Chemica .-2016.- №8(2).- С.191–197.
10. Balasundram N, Sundram K, Sammar S. Phenolic compounds in plants and agrindustrial by-products: antioxidant activity //Occur Potential Uses Food Chem.-2006. - №99(1).-С. 191–203.
11. Roman I, Stanila A, Stanila S. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania // Chem Cent.- 2013.-№7(73). С.1–10.
12. Vieira F.G.K, Borges G.D.C, Copetti C, Amboni R.D.M.C, Denardi F, Fett R. Physicochemical and antioxidant properties of six apple cultivars grown in southern Brazil// Sci Hort. - 2009- №122.- С.421–425.
13. Wang Y, Chen X, Zhang Y, Chen X. Antioxidant activities and major anthocyanins of myrobalan plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.)// J Food Sci. -2012.- №77(4).- С. 388–393.
14. Barros L, Carvalho A.M, Morais J.S, Ferreira ICFR. Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: detailed characterization in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. Food Chem.-2010.- №120. С.247–254