

Information about the authors

Zh. Sergalikyzy* – master's student of the Department "Biotechnology"; Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan; e-mail: zhansayass1@gmail.com.

N.S. Mamytova – associate professor of the Department "Biotechnology" M.O.; Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan; e-mail: mamytovanur@gmail.com.

DOI: 10.53360/2788-7995-2022-4(8)-5

МРНТИ: 65.09.30

Я.В. Смольникова*, А.В. Коломейцев, О.В. Стутко, Д.В. Брошко

Красноярский государственный аграрный университет
660049, Российская Федерация, г. Красноярск, проспект Мира 90

*e-mail: ya104@yandex.ru

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЛКОВОГО ИЗОЛЯТА РАПСА СОРТА СИБИРСКИЙ

Аннотация: В качестве альтернативного источника растительного белка особый интерес представляют отходы переработки масличных культур семейства Brassicaceae. В статье представлены результаты исследования функционально-технологических свойств белкового изолята из рапсового жмыха сорта Сибирский. Были определены: водосвязывающая и водоудерживающая способности, жироудерживающая способность, эмульгирующая способность и стабильность эмульсии. Также было исследовано влияние pH среды на пенообразование и стабильность пены белкового изолята рапса. В результате исследования было установлено, что при гидромодуле 1:3 рапсовый изолят обладает максимальными показателями водосвязывающей и водоудерживающей способностей. При добавлении 1 см³ масла на 1 г рапсового изолята его жироудерживающая способность составила 100%, далее снижаясь по мере увеличения количества добавляемого масла. При проведении эксперимента было выявлено, что рапсовый изолят обладает высокой эмульгирующей способностью и стабильностью эмульсии. В результате проведенного исследования установлено, что снижение pH до 2 приводит к увеличению пеноемкости (на 30%) и стабильности пены (на 50 %) по сравнению с pH 10. Из полученных результатов следует, что рапсовый изолят способен повысить водосвязывающую, водоудерживающую, жироудерживающую, эмульгирующую способности мясных систем. Таким образом, установлено, что белковый изолят из рапсового жмыха сорта Сибирский может представлять интерес в качестве альтернативы соевому белку, и является перспективной технологической добавкой для применения в мясных продуктах.

Ключевые слова: рапсовый жмых, белковый изолят, функционально-технологические свойства белков

Введение

Растительная диета и, в частности, растительные белки предназначены для удовлетворения потребностей растущего населения в питании и одновременно снижения негативного воздействия производства продуктов питания на окружающую среду [1]. Включение в рецепт растительных добавок обогащает продукты белками, витаминами и минералами. Также он позволяет значительно снизить калорийность продукта. Добавление добавок в мясные изделия позволяет улучшить вкусовые качества вареных колбас, повысить их функциональные свойства, улучшить физико-химические свойства, расширить ассортимент вареных колбас [2].

Перспективным направлением развития сельского хозяйства является расширение посевных площадей под масличные культуры, а так как в современном производстве одним из главных методов производства растительного масла является способ прессования [3], образовавшийся после отделения масла жмых является перспективным сырьем для дальнейшей переработки.

При поиске новых источников белков особое внимание следует уделять масличным культурам семейства *Brassicaea*, включающим сорта рапса, поскольку они содержат питательно ценные белки, которые потенциально могут быть использованы в пищу, но в настоящее время редко или вообще не используются в качестве пищевых компонентов. В целом, белки рапса обладают полезной питательной ценностью и функциональными свойствами и, как считается, играют важную роль, как в пищевом, так и в непищевом и некормовом применении [1].

Известны исследования о пищевом применении изолята рапсового белка в производстве безглютенового теста [4]. Имеется информация о потенциале концентрата рапсового белка в качестве альтернативы растительному белку для мясных аналогов. Результаты этого исследования продемонстрировали потенциал концентратов рапсового белка для структурирования, что является шагом к его коммерческому использованию в качестве экологически устойчивого мясного аналога [5].

Таким образом, исследование рапсового белка, как перспективного ингредиента пищевых систем представляется актуальной задачей.

Целью данной работы являлась оценка функционально-технологических свойств белкового изолята рапса сорта Сибирский, для оценки возможности его применения его в мясных продуктах.

Условия и методы исследования

Для исследования были выбраны семена ярового рапса сорта Сибирский, произрастающего в хозяйстве ООО «ОПХ Соляное». Хозяйство расположено в Канской лесостепной зоне. Уборку семян осуществляли на стадии полной спелости зерна (101-110 день от всходов) в 2021 г. Рапсовый жмых был получен методом однократного прессования.

Получение белкового изолята проводили по методике [6].

Функционально-технологические характеристики рапсового изолята определялись по стандартным методиками [7,8].

Результаты и обсуждение

Результаты показателей ВСС и ВУС представлены на рисунке 1.

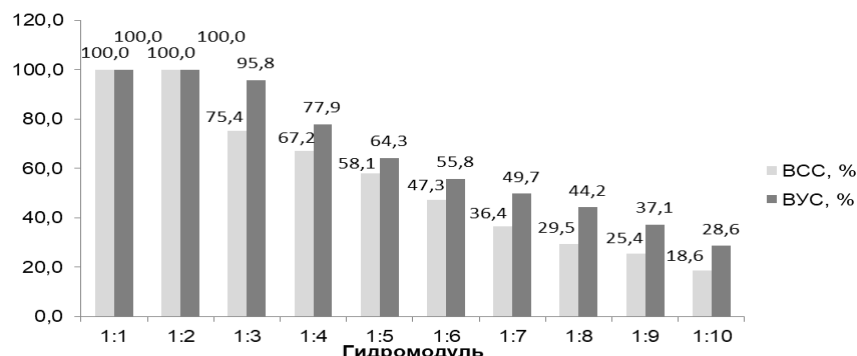


Рисунок 1 – ВСС и ВУС белкового изолята рапса при различном гидромодуле

Как видно из полученных результатов, при добавлении воды к белковому изоляту рапса в соотношении 1:1 и 1:2 наблюдалось полное поглощение жидкости. При дальнейшем разведении количество отделившейся жидкости увеличивалось, снижая показатели как влагосвязывающей, так и водоудерживающей способностей.

Важное значение при формировании мясных продуктов имеет жирудерживающая способность (ЖУС) моделируемых фаршей, которая зависит от наличия в белковых молекулах гидрофобных групп.

Результаты исследования жирудерживающей способности белкового изолята рапса представлены на рисунке 2.

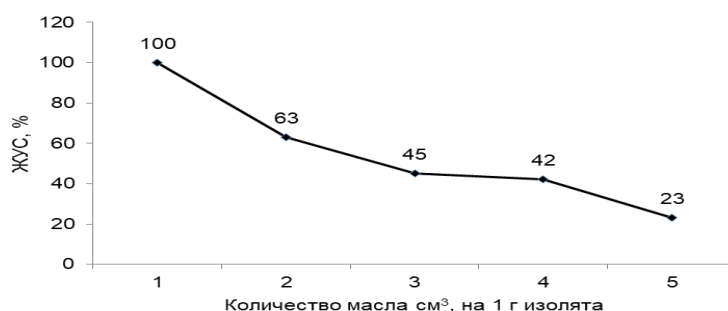


Рисунок 2 – Жироудерживающая способность белкового изолята рапса

При добавлении масла к рапсовому изоляту в соотношении 1:1 наблюдалось полное поглощение жировой фазы, дальнейшее добавление жировой фазы снижало жироудерживающую способность изолята.

Для оценки поверхностно-активных свойств белкового изолята рапса было проведено исследование эмульгирующей способности (ЭС) и стабильности эмульсии (рис. 3).

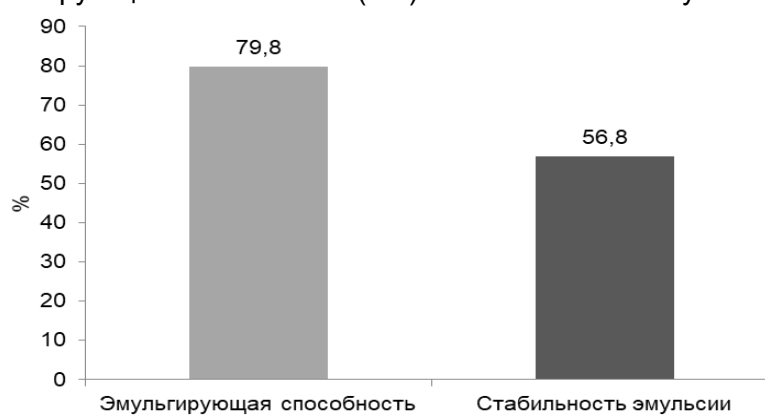


Рисунок 3 – Эмульгирующая способность и стабильности эмульсии белкового изолята рапса

Анализируя рисунок 3 можно сделать вывод о том, что белковый изолят рапса характеризуется достаточно высокими показателями эмульгирующей способности и стабильностью эмульсии (79,8% и 56,8% соответственно), что дает возможность рекомендовать данный продукт для разработки эмульсионных продуктов.

Далее проводили оценку пенообразующей способности белкового изолята рапса (рисунок 4).

В результате проведенного исследования установлено, что снижение pH до 2 приводит к увеличению пеноемкости (на 30%) и стабильности пены (на 50 %) по сравнению с pH 10. Таким образом, белковые рапсовые изоляты являются предпочтительными в использовании для получения пенообразных масс с высокой кислотностью.

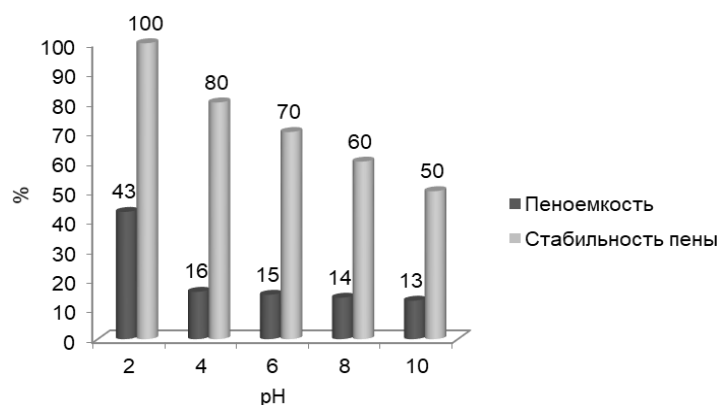


Рисунок 4 – Изменение пенообразования и стабильности пены белкового изолята рапса в зависимости от pH среды

Заключение

Результаты проведенных исследований дают основание рассматривать белковый изолят рапса сорта Сибирский в качестве технологического ингредиента для моделирования мясных фаршей. Рапсовый изолят способен повысить водосвязывающую, водоудерживающую, жирудерживающую, эмульгирующую способности мясных систем.

Благодарности. Результаты получены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках выполнения научных исследований и разработок по проекту «Создание комплексного высокотехнологичного производства растительного масличного сырья и продуктов его переработки в условиях Сибири».

Список литературы

1. Chmielewska A., Kozłowska M., Rachwał D., Wnukowski P., Amarowicz R., Nebesny E., Rosicka-Kaczmarek J. Canola/rapeseed protein – nutritional value, functionality and food application / *Food Science and Nutrition*. – 2021. – V. 61. – P. 3836-3856. DOI: 10.1080/10408398.2020.1809342.
2. Ахметова В.Ш., Машанова Н.С. Технология мясного продукта для функционального питания / *Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки*. – 2020. – № 4. – С. 108-111.
3. Мурсалыкова М.Т., Какимов М.М., Касенов А.Л., Тохтаров Ж.Х. Математическое моделирование процесса прессования сафлорового масла / *Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки*. – 2021. – № 3. – С. 6-11.
4. Witczak M., Chmielewska A., Ziobro R., Korus J., Juszczak L. Rapeseed protein as a novel ingredient of gluten-free dough: Rheological and thermal properties / *Food Hydrocolloids*. – 2021. – Volume 118. – P. 106813. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106813>.
5. Jia W., Curubeto N., Rodríguez-Alonso E., Keppler J.K., Jan van der Goot A. Rapeseed protein concentrate as a potential ingredient for meat analogues / *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2021. – Volume 72. – P. 102758. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102758>.
6. Смольникова Я.В., Бопп В.Л., Коломейцев А.В., Стутко О.В., Ханипова В.А., Брошко Д.В. Применение ферментативного гидролиза для получения белковых концентратов из жмыха *Camelina sativa* / *Техника и технология пищевых производств*. – 2022. – Т. 52. – № 1. – С. 199-209. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-1-199-209>.
7. Deng Y., Huang L., Zhang C., Xie P., Cheng J., Wang X., Li S. Physicochemical and functional properties of Chinese quince seed protein isolate / *Food Chemistry*. – 2019. – V. 283. – P. 539-548. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.083>.
8. Elsohaimy S. A., Refaay T. M., Zaytoun M. A. M. Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate / *Annals of Agricultural Sciences*. – 2015. – V. 60(2). – P. 297–305. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aoas.2015.10.007>.

References

1. Chmielewska A., Kozłowska M., Rachwał D., Wnukowski P., Amarowicz R., Nebesny E., Rosicka-Kaczmarek J. Canola/rapeseed protein – nutritional value, functionality and food application / *Food Science and Nutrition*. – 2021. – V. 61. – P. 3836-3856. DOI: 10.1080/10408398.2020.1809342 (In English).
2. Akhmetova V.Sh., Mashanova N.S. Meat product technology for functional nutrition / *Bulletin of Shakarim University. Series of technical sciences*. – 2020. – No. 4. – P. 108-111. (In Russian).
3. Mursalimova M.T., Kakimov M.M., Kasyanov A.L., Tokhtarov Zh.Kh. Mathematical modeling of the safflower oil pressing process / *Bulletin of Shakarim University. Series of technical sciences*. – 2021. – No. 3. – P. 6-11 (In Russian).
4. Witczak M., Chmielewska A., Ziobro R., Korus J., Juszczak L. Rapeseed protein as a novel ingredient of gluten-free dough: Rheological and thermal properties / *Food Hydrocolloids*. – 2021. – Volume 118. – P. 106813. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106813> (In English).
5. Jia W., Curubeto N., Rodríguez-Alonso E., Keppler J.K., Jan van der Goot A. Rapeseed protein concentrate as a potential ingredient for meat analogues / *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2021. – Volume 72. – P. 102758. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102758> (In English).

6. Smolnikova Ya.V., Bopp V.L., Kolomeitsev A.V., Stutko O.V., Hanipova V.A., Broshko D.V. Application of enzymatic hydrolysis for obtaining protein concentrates from *Camelina sativa* cake / Technique and technology of food production. – 2022. – Vol. 52. – No. 1. – P. 199-209. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-1-199-209> (In Russian).
7. Deng Y., Huang L., Zhang C., Xie P., Cheng J., Wang X., Li S. Physicochemical and functional properties of Chinese quince seed protein isolate / Food Chemistry. – 2019. – V. 283. – P. 539-548. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.083> (In English).
8. Elsohaimy S. A., Refaay T. M., Zaytoun M. A. M. Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate / Annals of Agricultural Sciences. – 2015. – V. 60(2). – P. 297-305. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aoas.2015.10.007> (In English).

Я.В. Смольникова*, А.В. Коломейцев, О.В. Стутко, Д.В. Брошко

Красноярск мемлекеттік аграрлық университеті,
660049, Ресей Федерациясы, Красноярск қ., Мира даңғыл 90
*e-mail: ya104@yandex.ru

СІБІРЛІК СҰРЫБЫ РАПСЫНЫҢ АҚУЫЗДЫ ИЗОЛЯТЫНЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН БАҒАЛАУ

Өсімдік ақуызының балама көзі ретінде *Brassicaceae* тұқымдасына жататын майлы дақылдарды қайта өңдеу қалдықтары ерекше қызығушылық тудырады. Мақалада Сібірлік сұрыбы рапс күнжарасының ақуызды изолятының функционалдық-технологиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Су байланыстырғыш және суұстағыш қабілеттері, майұстағыш қабілеті, эмульгирлегіш қабілеті және эмульсия тұрақтылығы анықталған болатын. Сонымен қатар, рН ортасының рапстың ақуызды изолятының көбіктенуіне және көбігінің тұрақтылығына әсері зерттелген. Зерттеу нәтижесінде гидромодулі 1:3 кезінде рапс изоляты су байланыстырғыш және суұстағыш қабілеттерінің максималды көрсеткіштеріне ие болатыны анықталған. 1 г рапс изолятына 1 см³ май қосқан кезде оның майұстағыш қабілеті 100% құрайды, кейін қосылатын майдың мөлшері ұлғайған сайын төмендеп келеді. Эксперимент жасаған кезде рапс изолятының жоғары эмульгирлегіш қабілеті және эмульсия тұрақтылығы бар болғаны айқындалды. Жүргізілген зерттеу нәтижесінде рН 10-мен салыстырғанда рН 2-ге дейін төмендеуі көбік сыйымдылығының (30%-ға) ұлғаюына және көбіктің (50%) тұрақтылығына әкеп соқтыратыны анықталған. Осылайша, Сібірлік сұрыбы рапс күнжарасының ақуызды изоляты соялық ақуызының баламасы ретінде қызығушылық тудыруы мүмкін және ет өнімдерінде қолдану үшін перспективалық технологиялық қоспа болып табылады.

Түйін сөздер: рапс күнжарасы, ақуызды изолят, ақуыздардың функционалдық-технологиялық қасиеттері.

Ya. Smolnikova*, A. Kolomeitsev, O. Stutko, D. Broshko

Krasnoyarsk State Agrarian University
660049, Russian Federation, Krasnoyarsk, 90 Mira Avenue,
*e-mail: ya104@yandex.ru

EVALUATION OF FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PROTEIN ISOLATE OF RAPESEED OF THE SIBERIAN VARIETY

As an alternative source of vegetable protein, waste from the processing of oilseeds of the *Brassicaceae* family is of particular interest. The article presents the results of a study of the functional and technological properties of a protein isolate from rapeseed cake of the Siberian variety. The following were determined: water-binding and water-retaining abilities, fat-retaining ability, emulsifying ability and stability of the emulsion. The influence of the pH of the medium on the foaming and stability of the foam of the protein isolate of rapeseed was also investigated. As a result of the study, it was found that with a hydromodule of 1:3, rapeseed isolate has the maximum indicators of water-binding and water-retaining abilities. When adding 1 cm³ of oil per 1 g of rapeseed isolate, its fat-holding capacity was 100%, further decreasing as the amount of oil added

increases. During the experiment, it was revealed that rapeseed isolate has a high emulsifying ability and emulsion stability. As a result of the study, it was found that a decrease in pH to 2 leads to an increase in foam capacity (by 30%) and foam stability (by 50%) compared to pH 10. It follows from the results obtained that rapeseed isolate is able to increase the water-binding, moisture-retaining, fat-retaining, emulsifying abilities of meat systems. Thus, it has been established that protein isolate from rapeseed cake of the Siberian variety may be of interest as an alternative to soy protein, and is a promising technological additive for use in meat products.

Key words: rapeseed cake, protein isolate, functional and technological properties of proteins

Сведения об авторах

Я.В. Смольникова* – кандидат технических наук, заведующая Научно-исследовательской лаборатории проблем переработки масличных культур, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, Российская Федерация, г. Красноярск, e-mail: ya104@yandex.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-8709-3822>.

А.В. Коломейцев – кандидат биологических наук, доцент, проректор по науке ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, Российская Федерация, г. Красноярск, e-mail: avk1978@list.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-2203-3415>.

О.В. Стутко – научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории проблем переработки масличных культур, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, Российская Федерация, г. Красноярск, e-mail: stutko_ov@mail.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-7500-2866>.

Д.В. Брошко – аспирант Научно-исследовательской лаборатории проблем переработки масличных культур, ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, Российская Федерация, г. Красноярск, e-mail: qeryou@yandex.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-0215-206X>.

Information about the authors

Ya. Smol'nikova* – Candidate of Technical Sciences, Head of the Research Laboratory of Problems of Processing Oilseeds, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: ya104@yandex.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-8709-3822>.

A. Kolomeitsev – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Science, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: avk1978@list.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-2203-3415>.

O. Stutko – Researcher at the Research Laboratory of Problems of Processing Oilseeds, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: stutko_ov@mail.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-7500-2866>.

D. Broshko – post-graduate student of the Research Laboratory of Problems of Processing Oilseeds, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: qeryou@yandex.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-0215-206X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Я.В. Смольникова* – техникалық ғылымдардың кандидаты, Майлы дақылдарды өңдеу мәселелерінің ғылыми-зерттеу зертханасының меңгерушісі, Красноярск мемлекеттік аграрлық университеті ЖБ ФМББМ, Ресей Федерациясы, Красноярск қ., e-mail: ya104@yandex.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-8709-3822>.

А.В. Коломейцев – биологиялық ғылымдардың кандидаты, Красноярск мемлекеттік аграрлық университеті ЖБ ФМББМ доценті, ғылым жөніндегі проректоры, Ресей Федерациясы, Красноярск қ., e-mail: avk1978@list.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-2203-3415>.

О.В. Стутко – Майлы дақылдарды өңдеу мәселелерінің ғылыми-зерттеу зертханасының ғылыми қызметкері, Красноярск мемлекеттік аграрлық университеті ЖБ ФМББМ, Ресей Федерациясы, Красноярск қ., e-mail: stutko_ov@mail.ru. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-7500-2866>.

Д.В. Брошко – Майлы дақылдарды өңдеу мәселелерінің ғылыми-зерттеу зертханасының аспиранты, Красноярск мемлекеттік аграрлық университеті ЖБ ФМББМ,

FTAXP: 50.51.15

Б.К. Макеев¹, Д.Т. Беккасимова², Т.С. Жылқыбаев³, Д.Т. Конысбек⁴

¹Радиотехника және байланыс колледжі,
071401, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Абай к-сі, 76

²Ғылыми-тәжірибелік білім беру және туризм орталығы,
071400, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Селевин к-сі, 12 Б

³Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071410, Қазақстан, Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

⁴Облыстық инновациялық-әдістемелік орталығы,
071400, Қазақстан, Республикасы, Семей қ., К. Мухамедханов к-сі, 8

*e-mail: beccasimova@mail.ru

ҒЫЛЫМИ ЖОБАЛАР ӨЗІРЛЕУДЕГІ STEM ТЕХНОЛОГИЯ

Аңдатпа: Мақалада STEM білім берудің маңыздылығы мен дәстүрлі ғылыми оқытудан несімен ерекшеленетіні баяндалады, сонымен қатар білім алушылар ғылыми әдісті қайда және қалайша қолдануға болатынығы жайлы ақпарат беріледі. Arduino контроллерлерінің көмегімен электроника және құрылғыларды басқару саласындағы білім беруге қатысты STEM жобасының мүмкіндіктері қарастырылады. STEM жобаларының әдістерін жүзеге асыруды Autodesk компаниясының TinkerCad виртуалды ортасының мүмкіндіктері мен құрылымы, сонымен қатар TinkerCad виртуалды ортасын қолданып электрондық құрылғыларды бағдарламалау, модельдеу және құрастыру және Arduino UNO контроллерімен байланыстыру мысалы келтіріледі. Педагогтер үшін STEM технологиясын қолдана отырып оқытудың артықшылықтары баяндалады, сонымен қатар білім алушылармен жүргізілген бақылау және эксперимент нәтижесінде Arduino платформасында электроника және техникалық жүйелерді басқару саласындағы білім беру STEM-жобаларын іске асыруда анықталған бірқатар тенденциялар көрсетіледі.

TinkerCad сайтының көмегімен алдын-ала құрастырудың арқасында білім алушылар алдымен модельді жинап, оның жұмыс қабілеттілігін тексеру мүмкіндігіне ие болады. Тексеруден кейін білім алушы нақты радиоэлементтерде тізбекті құрастыруды бастап кетеді. Сайттың мүмкіндіктерін пайдалана отырып, STEAM технологиясының талаптары қамтылады және өз бетінше оқыту мен қателерді іздеуді жүзеге асыру жүзеге асады.

Түйін сөздер: STEM, Arduino, білім беру робототехникасы, виртуалды орта, кәсіби білім, қосымша білім, жоба, TinkerCad.

STEM білім беру – бұл перспективалы инновациялық білім беру технологиялары мен әдістерін енгізуге байланысты ғылымдағы жаңа бағыт. STEM: S – (science) ғылым, T – (technology) технология, E – (engineering) инженерия, M – (mathematics) математика, немесе: жаратылыстану ғылымдары, технология, инженерия, математика. Бір сөзбен айтқанда, қазіргі әлемде ең көп сұранысқа ие болып отырған пәндер. Бүгінгі таңда STEM технологияның дамуы әлемдік білім берудегі басты тенденциялардың бірі болып отырғаны таңқаларлық емес.

Дәстүрлі ғылыми оқытуға қарағанда STEM-технологияларымен оқыту несімен ерекшеленеді? STEM – бұл аралас оқу ортасын білдіреді және білім алушыларға ғылыми әдісті күнделікті өмірге қалай қолдануға болатындығын көрсетеді. STEM – бұл білім алушылардың сабақ уақытында және сабақтан тыс іс-әрекеттеріндегі жобаларды іске асыру бағыттарының бірі. Болашақ – STEM технологиясында, ал STEM технологиясының болашағы – өз білімімен білім алушылардың көкжиегін шексіз кеңейте алатын жаңа