AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

Dose letal imediata de radiação gama para espécies de carunchos do feijão utilizando irradiador multipropósito

Immediate lethal dose of gamma radiation for three species of weevil of bean used multipurpose irradiator

Fabrício Caldeira Reis
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/USP)
E-mail: fabriciocaldeirareis@hotmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-3721-1704

Marcio Martins de Araujo
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/USP)
E-mail: marcio_araujo@usp.br
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-6367-6126

Jamile Icassatti Saud Romano
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/USP)
E-mail: jisaud@usp.br
OrcID: https://orcid.org/0000-0001-8075-2023

Marcos Roberto Potenza (*in memoriam*)
Instituto Biológico de São Paulo
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-5836-3774

Valter Arthur
Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP)
E-mail: arthur@cena.usp.br
OrcID: https://orcid.org/0000-0003-3521-9136

Data de recebimento: 06/04/2022
Data de aprovação: 28/06/2022
DOI: https://doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.15712

Resumo: Este trabalho teve como objetivo determinar a dose letal imediata de radiação gama do Cobalto-60 (^{60}Co) para *Acanthocelides obtectus, Zabrotes subfasciatus* e *Callosobruchus maculatus* utilizando o irradiador multipropósito IPEN/CNEN. Os insetos foram mantidos em grãos de feijão das variedades *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* acondicionados em potes plásticos. Utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, foram selecionados 20 indivíduos adultos com idade entre 3–7 dias, para cada repetição, num total de 5 repetições por tratamento. Foram aplicadas doses crescentes de radiação gama até atingir a mortalidade total dos insetos. A dose de 3,0 kGy foi estabelecida para controle imediato dos insetos adultos das espécies estudadas.

Palavras-chave: Caruncho do feijão. Controle. Irradiação de alimentos.

Abstract: This work aimed to investigate the immediate lethal dose of gamma radiation of Cobalt-60 (Co^{60}) for *Acanthocelides obtectus*, *Zabrotes subfasciatus* and *Callosobruchus maculatus*, using the IPEN/CNEN Multipurpose irradiator Cobalt-60. Insect's keeping in

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

grains of common beans (*Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata*) conditioned in plastic pots. Using the completely randomized experimental design, twenty pre-emergent adult individuals (3-7 days), totaling 5 replicates per dose, we parted. Fractional increasing doses of gamma radiation we applied until total insect mortality we reached. The dose of 3.0 kGy we established to immediate control adult insects of the species studied.

Key words: Bean weevil. Control. Food Irradiation.

1 Introdução

Os feijões *P. vulgaris* Linnaeus e *V. unguiculata* (L.) Walpers são cultivados em praticamente todo território nacional e desempenham papel fundamental na geração de renda e subsistência de muitos agricultores familiares. Trata-se de uma leguminosa muito versátil, com diferentes formas de consumo, além de fazer parte de crenças e costumes dos brasileiros (CONAB, 2018). Devido ao valor nutricional, o feijão é cultivado para consumo de grãos secos ou verdes, fazendo parte da alimentação humana e também sendo utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para nutrição animal e adubo verde para proteção do solo (De Andrade *et al*., 2002). Os principais insetos que atacam o feijão no período de armazenamento são os caruncho: *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)*, Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) e *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae), sendo este último considerado a principal praga de *V. unguiculata* armazenado devido ao seu potencial depreciativo (Marsaro Jr & Vilarinho, 2011; Lorini, Krzyzanowski, França-Neto, Henning, Henning, 2015).

As fêmeas de *A. obtectus* realizam a postura na superfície externa dos grãos como uma adaptação evolutiva à abundância de hospedeiros. A presença contínua de machos e a oportunidade para múltiplos acasalamentos não afeta a fecundidade ou viabilidade dos ovos (Parsons & Credland, 2003). *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* frequentemente ocorrem de forma conjunta, não apresentando interações negativas em instalações de armazenamento de grãos e sementes de feijão (Mallqui, Oliveira, Guedes, 2013). Já a espécie *C. maculatus* apresenta alto poder de dano, completando diversas gerações por ano, uma vez que, as fêmeas adultas depositam seus ovos férteis na superfície externa dos grãos (Beck & Blumer, 2014).

Gbaye, Millard e Holloway (2012) ressaltam que o desenvolvimento da resistência *C. maculatus* a inseticidas é complexa e envolve interação multifatorial de fatores ambientais, que precisam ser considerados para maximizar o êxito no manejo desta praga. Gbaye, Oyeniyi e Ojo (2016) identificam diversos níveis de resistência em cinco populações de *C. maculatus* à molécula do inseticida diclorvós (Organofosforado), e como consequência, a utilização de uma concentração do produto superior ao recomendado pelo fabricante, resultando em elevado custo de controle e risco à saúde.

Os relatos globais de resistência de pragas de produtos armazenados à fosfina levantam uma preocupação de que possa se tornar um fumigante ineficaz, devido ao seu uso intensivo no comércio internacional que exige aplicações comerciais ou regulatórias no momento da expedição das *commodities* (Nayak, Daglish, Phillips, Ebert, 2020).

Entre os tratamentos utilizados para desinfestação de grãos, a radiação gama vem se destacando pela sua eficiência, fato que pode aumentar a vida de prateleira do produto (Da Silva *et al*., 2014). As radiações ionizantes podem ser um promissor tratamento fitossanitário para produtos armazenados, sua utilização na redução da disseminação de insetos de importância quarentenária apresenta diversas vantagens para o comércio internacional de *commodities* (Hallman, 2013), eliminando o risco de incursões de pragas e reduzindo as perdas pós-colheita, sem danificar ou alterar sua qualidade, sendo um tratamento cada vez mais atraente para os produtores e

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

distribuidores, uma vez que, permite irradiar o alimento, já embalado, no ponto de origem ou mesmo após o envio, no ponto de chegada (Follett & Wall, 2013).

Conforme Enu e Enu (2014), a desinfestação da maioria dos alimentos secos, por meio do processo de irradiação, pode ser alcançada com doses baixas (até 1 kGy). Porém, a sensibilidade à radiação varia conforme a ordem do inseto e estágio de desenvolvimento.

Para *C. chinensis* Linnaeus a longevidade de ambos os sexos e a fecundidade foram afetadas dose-dependente pela irradiação gama. A esterilidade foi alcança nas faixas de 200-600 Gy. Os mesmos autores ainda observaram na dose de 300 Gy (menor impacto na longevidade de fêmeas) redução na liberação de feromônios sexuais (Chiluwal *et al*., 2019).

A dose de 200 Gy pode efetivamente prevenir formação de adultos a partir de estágios pré-imaginais e inibir a formação de gerações subsequentes independentemente da idade e sexo dos bruquídeos irradiados (Seth *et al*., 2020).

Estudos de Ibrahim *et al*. (2017) recomendam a dose de irradiação de 20 Gy para induzir a semiesterilidade e causar efeitos deletérios no potencial reprodutivo e na espermatogênese de adultos de *C. maculatus*. Para Hammad, Gabarty e Zinhoum (2020), não houve emergência de adultos de *C. maculatus* após a irradiação de larvas e pupas com 650 Gy e ovos com 450 Gy de radiação gama. Em teste confirmatório de larga escala com 27.754 adultos de *C. maculatus* submetidos à dose de 650 Gy, não houve emergência na geração F_1 e alterações físico-químicas significativas nas sementes.

Com base no exposto, o trabalho foi conduzido com objetivo de determinar a dose letal imediata de radiação gama (^{60}Co) para três espécies de caruncho do feijão (*A. obtectus, Z. subfasciatus e C. maculatus*), utilizando o irradiador multipropósito IPEN/CNEN.

2 Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Artrópodes do Instituto Biológico (IB/APTA) e as irradiações realizadas no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN), no período de Janeiro a Julho de 2018, utilizando um irradiador multipropósito ^{60}Co com taxa de dose de 3,31 kGy/h.

Populações de *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* foram confinadas em grãos de *P. vulgaris* e *C. maculatus* em grãos de *V. unguiculata*, em sala condicionada a 27 ± 2°C com umidade relativa de 60 ± 10 % e fotoperíodo igual a 12h. Adultos recém-emergidos com 3 a 7 dias de idade, não sexados, foram utilizados para determinar as doses letais de radiação gama. Utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, 13 tratamentos foram dispostos com 5 repetições e 20 insetos cada, confinados em recipiente de polietileno (10 mL). As parcelas experimentais foram submetidas às doses crescentes de radiação gama: 0; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,6; 2,8; 3,0; 3,2 e 3,4 kGy. A mortalidade foi avaliada no intervalo de duas a quatro horas após a irradiação.

Os dados foram submetidos à análise de Probit-9 através do programa POLO PLUS (Robertson, Preisler & Russel, 2003) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

3 Resultados e Discussão

As doses de radiação gama necessárias para atingir 90% (DL_{90}) de mortalidade imediata de indivíduos adultos de *C. maculatus, A. obtectus e Z. subfasciatus* foram 2,76; 3,23 e 2,29 kGy respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa da dose letal DL_{50} (kGy), DL_{90} (kGy), intervalo de confiança (I.C.) a 95%; coeficiente angular e erro-padrão da média (EP); Qui-quadrado (X^2) e graus de liberdade (G.L.) para *C. maculatus, A. obtectus* e *Z. subfasciatus.*

Table 1. *Estimate of lethal dose DL_{50} (kGy), DL_{90} (kGy), confidence interval (I.C.) at 95%; slope and standard error (SE); chi-square (X^2) and degrees of freedom (G.L.) for C. maculatus, A. obtectus and Z. subfasciatus.*

Espécies	Nº	LD_{50} (kGy) (I.C. 95%)	LD_{90} (kGy) (I.C. 95%)	Coeficiente angular ± EP	X^2	G.L.
C. maculatus	100	1,87 (1,70 – 2,07)	2,56 (2,43 – 3,48)	7,58± 0,42	44,3	7
A. obtectus	100	1,98 (1,82 – 2,16)	3,23 (2,81 – 4,06)	6,01 ± 0,38	24,0	7
Z. subfasciatus	100	1,87 (1,73 – 2,02)	2,79 (2,50 – 3,33)	7,35 ± 0,41	28,0	7

Nº – Número de insetos utilizados. **Fonte:** Elaborada pelos autores (2022).
Nº – Number of insects used. ***Source:*** *Prepared by the authors (2022).*

Darfour, Ocloo e Wilson (2012), observaram o controle de indivíduos adultos de *C. maculatus* em sementes de feijão-caupi 8 dias após a irradiação com a dose de 0,25 KGy. Soje *et al*. (2021), usando uma fonte de Césio-137 com taxa de 90,4mSv/h, constataram que as doses entre 0,3 – 0,9 kGy podem efetivamente preservar o feijão-caupi contra gorgulhos (*C. maculatus*) durante o armazenamento por um período de seis meses.

Arthur *et al*. (2017), irradiaram todas as fases do ciclo de vida (ovos, larvas e pupas) de *C. maculatus* com doses de: 0 (controle), 25, 50, 75 e 100 Gy e concluíram que a dose de 50 Gy foi letal para ovos e larvas, a dose de 100 Gy não foi suficiente para eliminar completamente as pupas. A esterilização de adultos a partir de pupas irradiadas foi estabelecida com uma dose de 100 Gy. Os autores recomendam uma dose de 150 Gy para o tratamento quarentenário desse inseto em *Vigna sinensis* (L) Savi.

Constatou-se 100% de eficiência em *C. maculatus* aplicando a dose de 2.6 kGy (Tabela 2). As espécies *A. obtectus e Z. subfasciatus* apresentaram números médios similares nas doses de 3,0; 3,2 e 3,4 kGy. Da Silva e Arthur (2003) observaram mortalidade imediata de *Z. subfasciatus* obtida com as doses de 6,5 e 7,0 kGy, em dois diferentes irradiadores respectivamente: Gammabeam 650 (taxa de dose: 1,25 kGy/h) e Gammacell 220 (taxa de dose: 1,26 kGy/h).

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tabela 2. Indivíduos adultos de *C. maculatus*, *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* expostos a doses crescentes de radiação gama (^{60}Co). Número médio de mortalidade imediata (N*) e eficiência (%Ef**).

Table 2. *Adult individuals of C. maculatus, A. obtectus and Z. subfasciatus exposed to increasing doses of gamma radiation (^{60}Co). Mean number of immediate mortality (N*) and efficiency (%Ef**).*

Dose (kGy)	*C. maculatus*		*A. obtectus*		*Z. subfasciatus*	
	N*	%Ef**	N*	%Ef**	N*	%Ef**
1,0	1,60 d	8,00	1,40 d	7,00	1,20 e	6,00
1,2	1,80 d	9,00	1,80 d	9,00	1,60 e	8,00
1,4	2,60 d	13,00	2,60 d	13,00	2,40 de	12,00
1,6	3,80 d	19,00	3,80 d	19,00	3,80 de	19,00
1,8	8,40 c	42,00	8,0 c	40,00	8,40 cd	42,00
2,0	14,00 b	70,00	14,00 b	70,00	12,20 bc	61,00
2,2	17,80 a	89,00	16,70 ab	83,50	14,00 abc	70,00
2,4	17,80 a	89,00	16,70 ab	83,50	14,00 abc	70,00
2,6	20,00 a	100,00	18,00 ab	90,00	15,80 ab	79,00
2,8	20,00 a	100,00	19,00 a	95,00	19,00 a	95,00
3,0	20,00 a	100,00	20,00 a	100,00	20,00 a	100,00
3,2	20,00 a	100,00	20,00 a	100,00	20,00 a	100,00
3,4	20,00 a	100,00	20,00 a	100,00	20,00 a	100,00
C.V.	9,89		14,87		13,44	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05). **Fonte:** Elaborada pelos autores (2022).

Means followed by the same letter did not differ significantly from each other by the Tukey test (P ≤ 0,05). **Source: Prepared by the authors (2022).*

Fontes, Arthur e Arthur (2003) estudaram a influência da taxa de dose para desinfestação de feijão caupi infestado com formas imaturas de *C. maculatus.* Os autores observaram que este é um fator muito importante no processo de irradiação, sendo ideal utilizar sempre que possível uma alta taxa de dose de radiação para o tratamento quarentenário.

Portanto, com doses superiores a 2,6 kGy, utilizando o irradiador multipropósito, foi possível obter o controle imediato em indivíduos adultos das espécies estudadas. Sendo que, *C. maculatus* mostrou-se mais resistentes às doses de radiação gama aplicadas em relação à *A. obtectus* e *Z. subfasciatus.*

4 Conclusão

A dose recomendada para obter a letalidade imediata para os adultos das espécies de *C. maculatus*, *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* é de 3,0 kGy.

5 Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Pablo Antônio Vásquez Salvador e ao MSc. Paulo de Souza Santos pela irradiação dos materiais no Centro de Tecnologia Nuclear (CTR/IPEN/CNEN-SP).

6 Referências

Arthur, V.; Fontes, L. S.; Arthur, P. B.; Machi, A. R.; Harder, M. N. C.; Rossi, R. S., Franco, J. G., & Franco, S. S. H. (2017). Quarantine treatment by gamma radiation for different stages of *Callosobruchus maculatus* in bean *Vigna sinensis*. *International Nuclear Atlantic Conference -INAC 2017*, Belo Horizonte, MG, Brazil.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Beck, C. W., & Blumer, L. S. (2014). A handbook on bean beetles, *Callosobruchus maculatus*. National Science Foundation, 1-17. Disponível em: < https://www.beanbeetle.org/handbook/> Acesso em: 04/01/2022.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. (2018). *A cultura do feijão*, Brasília, 244p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/outras-publicacoes> Acesso em: 04/01/2022.

Chiluwal, K.; Kim, J.; Do Bae, S.; Roh, G. H.; Park, H. J. & Parki, C. G. (2019). Effect of gamma irradiation on fecundity, sterility, and female sex pheromone production of Callosobruchus chinensis (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of economic entomology*, 112(1), 156-163. https://doi.org/10.1093/jee/toy317.

Da Silva, H. H. M. F.; Souza, A. C. S.; Eloi, A. M. C.; Da Silva, E. M.; Melo, J. P. S. & Vasconcélos, J. I. L. A. (2014). Irradiação de alimentos: Aspectos tecnológicos e nutricionais. *Revista de Trabalhos Acadêmicos-Universo Recife*, 1(1), 1-11. Disponível em: < http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=1UNICARECIFE2&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=1295> Acesso em: 04/07/2022.

Da Silva, L. K. F., & Arthur, V. (2003). Determinação da dose letal imediata de radiação gama para *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera, Bruchidae) em diferentes irradiadores. *Revista de Agricultura*, 78(2), 267-276. https://doi.org/10.37856/bja.v78i2.2800.

Darfour, B.; Ocloo, F.C.K. & Wilson, D.D. (2012). Effects of irradiation on the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* F.) and moisture sorption isotherm of cowpea seed (*Vigna unguiculata* L. Walp), Arthropods, 1 (1), 24–34.

De Andrade, A. S., Jr.; Dos Santos, A. A.; Sobrinho, C. A.; Bastos, E. A.; Melo, F. B., & Viana, F. M. P. (2002). Cultivo do feijão-caupi *(Vigna unguiculata (L.) Walp).* Teresina: Embrapa Meio-Norte, 108p.

Enu, R. & Enu, P. (2014). Sterilization of grains using ionizing radiation: The case in Ghana. *Europen Scientific Journal*, 10(6), 117-136. https://doi.org/10.19044/esj.2014.v10n6p%25p.

Follett, P. A. & Wall, M. M. (2013). Phytosanitary irradiation for export of fresh produce: commercial adoption in Hawaii and current issues. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 296, 517–522. https://doi.org/10.1007/s10967-012-1970-0.

Fontes, L. S.; Arthur, V., & Arthur, P. B. (2003). Influência da taxa de dose de radiação gama do cobalto-60 para desinfestação de feijão caupi (*Vigna unguiculata*, L.) infestado com formas imaturas de *Callosobruchus maculatus*. *Arquivos do Instituto Biológico*, 70(3), 21-23.

Gbaye, O. A.; Millard, J. C., & Holloway, G. J. (2012). Synergistic effects of geographical strain, temperature and larval food on insecticide tolerance in *Callosobruchus maculatus* (F.). *Journal of Applied Entomology*, 136(4), 282-291, https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2011.01637.x.

Gbaye, O. A.; Oyeniyi, E. A., & Ojo, O. B. (2016). Resistance of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) populations in Nigeria to Dichlorvos. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 9(1), 41-46. https://doi.org/10.12816/0027007.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Hallman, G. J. (2013). Control of stored product pests by ionizing radiation. *Journal of Stored Products Research*, 52, 36-41. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2012.10.001.

Hammad, A.; Gabarty, A., & Zinhoum, R. A. (2020). Assessment irradiation effects on different development stages of *Callosobruchus maculatus* and on chemical, physical and microbiological quality of cowpea seeds. *Bulletin of Entomological Research*, 110(4), 497-505. https://doi.org/10.1017/S0007485319000865.

Ibrahim, H. A.; Fawki, S.; Abd El-Bar, M. M.; Abdou, M. A.; Mohmoud, D. M., & El-Gohary, E. G. E. (2017). Inherited influence of low dose gamma radiation on the reproductive potential and spermiogenesis of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Journal of Radiation research and applied sciences*, 10(4), 338-347. https://doi.org/10.1016/j.jrras.2017.09.003.

Lorini, I.; Krzyzanowski, F. C.; França-Neto, J. de B.; Henning, A. A., & Henning, F. A. (2015). *Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas*. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 84 p. Disponível em:< https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura-novo/defesa-fitossanitaria/defesa-fitossanitaria-livros/>. Acesso em: 20/06/2022.

Mallqui, K. S. V.; Oliveira, E. E., & Guedes, R. N. C. (2013). Competition between the bean weevils *Acanthoscelides obtectus* and *Zabrotes subfasciatus* in common beans. *Journal of Stored Products Research*, 55, 32-35. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.07.004.

Marsaro Jr. A. L., & Vilarinho, A. A. (2011). Resistência de cultivares de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em condições de armazenamento. *Revista Acadêmica Ciências Animal*, Curitiba, 9(1), 51-55. https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v9i1.11078.

Nayak, M. K., Daglish, G. L., Phillips, T. W., & Ebert, P. R. (2020). Resistance to the Fumigant Phosphine and Its Management in Insect Pests of Stored Products: A Global Perspective. *Annual Review of Entomology*, 65, 333-350. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025047

Parsons, D. M. J., & Credland, P. F. (2003). Determinants of oviposition in *Acanthoscelides obtectus*: a nonconformist bruchid. *Physiological Entomology*, 28(3), 221-231. https://doi.org/10.1046/j.1365-3032.2003.00336.x.

Robertson, J. L.; Preisler, H. K., & Russel, R. M. (2003). Polo Plus. *A user's guide to probit or logit analysis*. LeOra Software, Berkeley, California, USA.

Seth, R. K.; Patil, B. V.; Zarin, M.; Khan, Z.; Hanchinal, S. G.; Haveri, R. V.; Gopalkrishna, A. & Seth, R. (2020). Studies on the ontogenic radio-sensitivity in *Callosobruchus* species complex to establish a generic dose of phytosanitary irradiation as a post harvest quarantine treatment for disinfestation of pulses. Radiation Physics and Chemistry, 171, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.108686.

Soje, A. A.; Ahmad, A. M.; Kasim, A. A.; Abdulkareem, Y.; Obasi, C. O.; Paiko, A. S.; Muhammad, U. A.; Rabba, M. L., & Isah, M. M. (2021). Preservation of Cowpea Against *Callosobruchus maculatus* using Gamma-Irradiation. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 6(2), 882-884.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.