

MULTIPLICATION OF WEED VEGETATION IN SPRING RAPES AND CRITICAL PERIODS IN THE DEVELOPMENT³

Chief. Assist. Prof. Svetlana Stoyanova, PhD

Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik" – Rousse, Bulgaria

Tel.: +359 882 119 785

E-mail: sv_stoianova@mail.bg

Assist. Prof. Ralitsa Mincheva

Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik" – Rousse, Bulgaria

Tel.: +359 893 317 061

E-mail: ralica_m@mail.bg

Assoc. Prof. Iliyana Petrova PhD

Institute of cryobiology and food technology – Sofia, Bulgaria

Tel.: +359 893 751 539

E-mail: asiliana@abv.bg

Assist. Prof. Petar Nikolov

Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik" – Rousse, Bulgaria

Tel.: +359 893 068 290

E-mail: petar_nikolaev_n@mail.bg

Abstract: During the period 2020-2021, in the experimental field of IASS "Obraztsov Chiflik" - Ruse, on soil type heavily leached chernozem/black earth/ field experiment was carried with spring rapeseed hybrid "Lakritz". No pesticides, fertilizers or soil improvers unallowed for organic farming have been applied in the experiment. For the purposes of the study, weeding was monitored in the experimental plots. Weeds found in experimental spring oilseed rape slabs for the study period with: *Setaria viridis* L., *Lamium purpureum* L., *Falopia convolvulus* L., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L., *Poligonum aviculare* L., *Persicaria lapathifolia* L., *Anagalis arvensis* L., *Abutilon theophrasti* Medic, *Viola tricolor* L., *Anthemis arvensis* L., *Capsella bursa pastoris* L., *Convolvulus arvensis* L., *Cirsium arvense* L. Scop. *Cardaria draba* L. Desv., *Sorghum halepense* L., *Taraxacum officinale* L. Weed associations in the fields with spring oilseed rape create a phytosanitary background in the crop, which determines the multiplication and spread of harmful entomofauna. For this purpose, it is necessary to perform systematic observations and reports on the dynamics and density of weeds and, if necessary, conducting struggle in crops.

Key words: organic farming, spring oilseed rape, weed communities, weed monitoring.

ВЪВЕДЕНИЕ

В резултат на увеличаващите се в световен мащаб потребности от растителни масла и белтък, икономическото значение на рапицата непрекъснато нараства. Рапичното масло широко се използва в хранителната и химическата промишленост. След извличане на маслото от семената се получава и високобелтъчен шрот – пълноценен фураж за животните. В агротехническо отношение рапицата може да оползотворява зимната и пролетната влага – освобождава най-рано площите, като ги оставя чисти от плевели за следващите в сеитбооборота култури.

В България, рапицата е една от печелившите култури, като през последните години площите и непрекъснато се увеличават. В нашата страна рапицата, най-вече, се използва да производство на биодизел, който все по-често е предпочитан като автомобилно гориво. По

³ Докладът е представен на онлайн сесията на секция „Земеделска техника и технологии, аграрни науки и ветеринарна медицина“ на 29 октомври 2021 г. с оригиналното заглавие на български език: НАМНОЖАВАНЕ НА ПЛЕВЕЛНАТА РАСТИТЕЛНОСТ ПРИ ПРОЛЕТНА РАПИЦА И КРИТИЧНИТЕ ПЕРИОДИ В РАЗВИТИЕТО ѝ

оперативни данни на МЗХГ, към декември 2020 г., реколтираните площи с рапица в България са 124 832 ha, като 76 830 ha са в Русенска област. Новите технологии и хибриди, позволяват на културата успешно да се отглежда в специфичните климатични условия на Русенски регион. За да се получат високи и стабилни добиви, площите с рапица трябва да бъдат максимално защитени, тоест чисти от плевели. През последните години, се наблюдава увеличаване на средно - годишните температури, като настъпилата суша, през летните месеци, благоприятства намножаването на плевели, болести и неприятели при земеделските култури. Radzevičius (2011) съобщава, че настъпилите засушавания през вегетационния период, намаляват добивите от 51% до 75%, а при обилни валежи и ветровито време загубите са не повече от 25%. Добивите на рапица намаляват не само поради климатичните условия и разпространението на болести и неприятели. Плевелите имат значително въздействие върху продуктивността на земеделските култури (Peltonen-Sainio et al., 2009; Rimantas et al., 2018). Oerke (2005) посочва, че загубата по отношение на добив, се дължи на високата плътност на плевелната растителност в рапичните посеви, около 34%, докато загубата на зърно от болести и неприятели е около 16–18%. Намножаването на плевелите в посевите с културни растения, намалява производителността им и влошава качеството на продукцията. Плевелите лишават културите не само от влага и хранителни вещества, но блокират светлината и топлината, необходими за развитието им. В сравнение с културните растения, плевелите са по-адаптивни към почвените и климатичните условия, като могат да издържат по-дълго време на недостиг на хранителни вещества и да оцеляват в засушливите периоди (Čiuberkis, Vilkonis, 2013; Bilsborrow et al., 1993; Marcinkevičienė et al., 2010). Bullied et al. (2006) установяват, че колкото по-рано и с по-голяма плътност е засята рапицата, толкова по-конкурентна е на наличните в посева плевели.

Най-подходящият подход за контрол на плевелите в посевите от рапица, е съчетаването на биологични, физични и химични методи за осигуряване на по-добра защита на културните растения в дългосрочен план (Riemens et al., 2007; Deytieux et al., 2012; Parsons et al., 2009; Colbach et al., 2014; Renton и Chauhan, 2017)

В тази връзка, целта на настоящето проучване е да се установят видовете плевели и тяхната плътност в посевите от рапица, при условията на Русенски регион.

ИЗЛОЖЕНИЕ

През периода 2020-2021 г., в опитното поле на ИЗС „Образцов чифлик“ – Русе, на почвен тип силно излужен чернозем с ниско хумусно съдържание (1.98%), слабо запасен с минерален N (10.75 mg 1000 g⁻¹ почва) и подвижен P₂O₅ (6.31 mg 1000 g⁻¹ почва) и добре запасен с K₂O (22.50 mg 1000 g⁻¹ почва) в слоя 0 – 40 cm, е изведен полски опит с пролетна рапица хибрид “Lakritz”. Механичният състав на почвата е тежко пясъчливо – глинест. Излужените черноземи са почви с високо естествено плодородие и при правилна обработка при тях се получават най-високи добиви от полските култури.

Опитът е заложен по блоковия метод на Шанин, в три повторения и големина на реколтната парцела 10 m² (Shanin, 1977; Димова, 1999). Сеитбата на културата е извършена на дълбочина 2-3 cm с парцелна сеялка с дължина 1.20 m, след прецизно почистване на полето от растителните остатъци в оптималния за района срок, по стандартна за културата технология, средата на месец март при сеитбена норма 800 растения/10 m². Опитът е обкрайчен от всички страни с по една сеялка - охрана. Рапицата е отгледана след предшественик фуражен грах сорт “Русе 1”, при торене с оборска тор – 30 t ha⁻¹.

На пролетната рапица не са прилагани пестициди, торове и подобрители на почвата, забранени за биологично земеделие. Борбата с плевелите е водена по механичен път, като са извършени дълбока оран на 25 cm, двукратно дискуване на дълбочина 10-12 cm и довеждане на почвата до градинско състояние, чрез культивиране и валиране преди и след сеитба. С цел повишаване на добива и качеството на семената е извършено листно подхранване с биостимуланти, разработка на ИКХТ – София, във фазите бутонизация и цъфтеж, с концентрации посочена от производителя. За целите на изследването в опитните парцели е извършен мониторинг на заплевеляването. Обследването е извършено според възприетата

Методика за обследване, картиране и прогнозиране на заплевеляването. Видовият състав на плевелите е определен по окомерния метод (Димитрова и кол., 2004), а степента на заплевеляване по количествено - тегловния метод (бр.м²; g m²). Наблюденията са извършвани през интервал от 30 дни през цялата вегетация на културата.

Институтът е разположен в Северния климатичен район на Дунавската равнина, който се характеризира с умереноконтинентален климат. В сравнение с останалите непланински райони на страната, зимата в този район е най-студена, лятото най-горещо, а преходът от зимните към пролетните условия е рязък. През 2020 и 2021 г., температурите и валежите се различават съществено от многогодишните средни стойности (климатична норма) за периода 1986 - 2005 г.

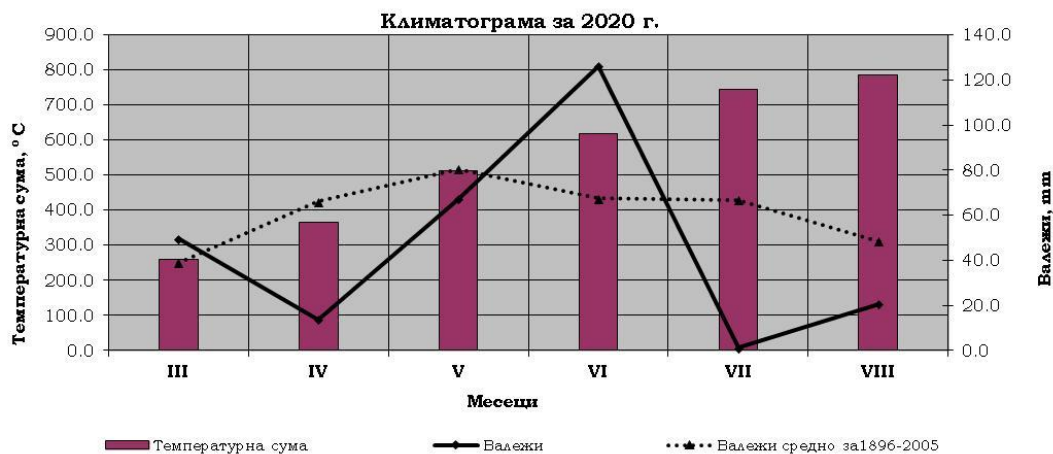
Средната температура на въздуха през март на 2020 г. е с 1.1 °С по-ниска от нормата, а валежите я превишават с 10.8 mm. Това позволи навременното провеждане на предсеитбените обработки на площите, предвидени за засяване на пролетната рапица.

През пролетните месеци (април, май, юни) измерените температури са по-ниски или близки до многогодишната климатична норма за района. Минималните температура варираха от -1°C през април до 6°C през юни, а максималните от 26.5°C (през април) до 32.5°C (през юни). По-ниските температури през пролетния сезон забавиха фенологичното развитие на културата. Падналите валежи през април (13.6 mm) и май (67.1 mm) са под средната многогодишна норма за съответните месеци и нямаха стопанско значение за рапицата, тъй като са неравномерно разпределени. Валежите през юни (126 mm) превишиха нормата (67.4 mm) с 58.6 mm и осигуриха добро ниво на почвените влагозапаси. През пролетния период, падналите валежи са със 7.3 mm по-малко спрямо нормата за района, но спомогнаха, както за доброто развитие на културата, така и за действието на приложените биостимуланти.

През летния месец юли, среднодневните температури са по-високи от климатичната норма. Този месец е с най-високо отчетени максимални стойности на температурите на въздуха, които варираха от 36.2°C - 36.0°C.

Количеството на падналите валежи (средно от юли и август) са 69.4 mm, което е с 90.3 mm по-малко от средната многогодишна норма за района (159.7 mm) и определя този период като засушлив.

Валежите през летните месеци (юли и август) са проливни и краткотрайни, съпроводени от силни ветрове, в резултат на което първите завръзи на рапицата са добре изхранени, а образувалите се по-късно бобове са празни или с маломерни семена. (Фиг. 1).



Фиг. 1. Метеорологична характеристика за 2020 г.

Пролетта на 2021 г. бе сравнително хладна с изразени късни пролетни мразове, като на 10 април е регистрирана минимална температура на въздуха - 1.4°C.

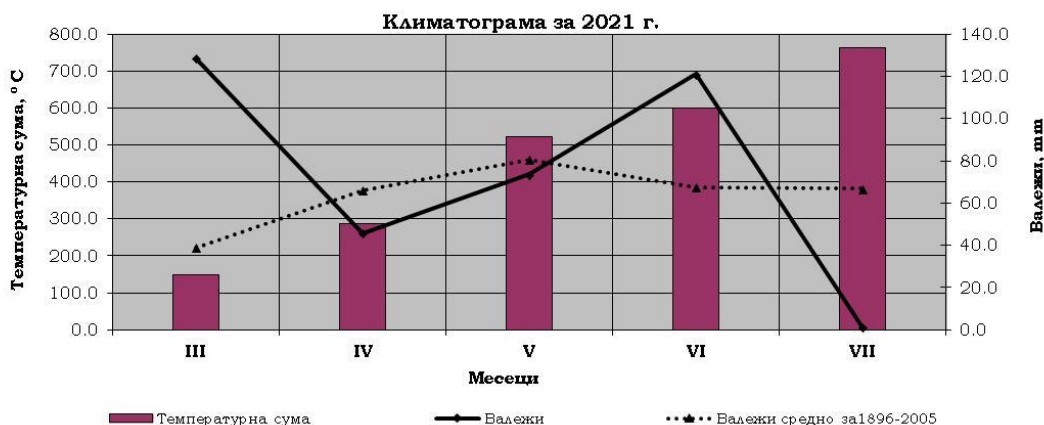
Средната температура на въздуха през март е 4.8°C и е с 4.7°C по-ниска от средната норма за месеца. Падналите валежи през този период са 128.6 mm, които превишават нормата (88.8 mm) с 89.9 mm. Метеорологичните условия през март не са подходящи за планиране и извършване на предсеитбени обработки и сеитба на пролетна рапица.

Месец април е с температури и валежи около нормата. Средната месечна температура на въздуха е 9.6°C, което е с 1.8°C по-ниска от многогодишната норма, а количеството на падналите през периода валежи е с 20.5 mm по-малко от нормата. Падналите валежи през първата десетдневка на месеца оказаха благоприятно влияние върху поникването на рапицата и създадоха условия за развитие и размножаване на плевелни растения.

Средната дневна температура на въздуха и падналите валежи през май са с 0.2°C и 7 mm по-ниски от многогодишната норма. Падналото количество на валежите през месеца, оказа благоприятно влияние върху развитието, както на рапицата, така и на плевелната растителност.

Началото на лятото на 2021 г. е хладно и влажно. Средната дневна температура на въздуха през юни е под нормата с 2.4°C, а количеството на валежите превишава нормата с 53.6 mm.

Средната дневна температура през юли е с 1.3°C по-висока от средната многогодишна норма, а падналите валежи са 1 mm, което определя този период като горещ и засушлив. Това е периодът в който пролетната рапица най-много се нуждае от влага за формиране и наливане на семената. Образувалите се по-късно бобове, са малки, не добре озърнени и със спарушени семена (Фиг. 2).



Фиг. 2. Метеорологична характеристика за 2021 г.

Общото количество на валежите и среднодневните температури на въздуха през вегетационния период на рапицата, в периода на проучване, се нарежда в следния възходящ ред 2021 < 2020 г. Очертана е ясно изразена тенденция с по-слаби температурни отклонения от -0,6 до +2,11°C и по-слаба вариабилност в количеството на падналите валежи от 60 до 100%, в сравнение със същите за многогодишния период.

Като се оценява комплексното въздействие на метеорологичните фактори - количеството валежи и средноденонощни температури на въздуха по отношение на биологичните изисквания на културите, проучваните години могат да се характеризират условно, като благоприятни.

Съставът, динамиката и разпределението на плевелните видове в проучваните плевелни асоциации са резултат на сложните взаимоотношения между компонентите на агрофитоценозата и агроекологичните условия на средата. В зависимост от динамиката на основните агрометеорологични фактори (количество и разпределение на валежите и среднодневни температури на въздуха през вегетационния период) и от вида на културното растение, през отделните години на проучване не е установено изменение в динамиката на плевелната плътност в обследваните агрофитоценози.

В резултат на проведените проучвания през първите фази от развитието на пролетната рапица, котиледони – формиране на розетка, са констатирани следните видове плевели: *едногодишни житни* - зелена кощрява (*Setaria viridis* L.); *едногодишни широколистни* - червена мъртва коприва (*Lamium purpureum* L.), фасулче (*Falopia convolvulus* L.), бяла куча лобода (*Chenopodium album* L.), обикновен щир (*Amaranthus retroflexus* L.), черно куче грозде

(*Solanum nigrum* L.), пача трева (*Poligonum aviculare* L.), лападоволистно пипериче (*Persicaria lapathifolia* L.), обикновено (полско) огнивче (*Anagalis arvensis* L.), просфорник (Абутилон) (*Abutilon theophrasti* Medic), трицветна теменуга (*Viola tricolor* L.), полско подрумче (*Anthemis arvensis* L.), овчарска торбичка (*Capsella bursa pastoris* L.) Многогодишните видове плевели са представени от - кореновоиздънкови - полска поветица (*Convolvulus arvensis* L.), полска паламида (*Cirsium arvense* L. Scop.) и горуха (родилна трева) (*Cardaria draba* L. Desv.); коренищни - балур (*Sorghum halepense* L.), а с вретеновиден корен - глухарче (*Taraxacum officinale* L.).

Плевелната растителност представлява хранителна среда за зараждане на вредната ентомофауна. Формираните плевелни асоциации рано през пролетта, са депо за развитието и размножаването на неприятелите.

Непосредствено след поникването на рапицата до образуването на фаза розетка, върху нея от дивия синап (*Sinapis arvensis* L.) и образувалата се млада листна маса от плевелите, преминават земните бълхи от род *Phyllotreta*, рапичната стъблена бълха (*Psylliodes chrysocephala* L.) и рапичната листна оса (*Athalia rosae* L.), които нанасят сериозни повреди, а това от своя страна води до слаба запасеност на растенията с хранителни вещества. За появата и размножаването на тези видове трябва да се провеждат системни наблюдения и при констатиране на численост над ПИВ (праг на икономическа вредност), трябва да се вземат превантивни мерки за ограничаване разпространението на вредителите.

След приключване на фаза розетка при пролетната рапица, плевелите са отстранени по механичен път, като се установи техния брой и плътност.

През изследваните периоди по време на вегетационните фази на пролетната рапица котиледони – формиране на розетка, през 2020 г. са отчетени с 47% по-малко на брой плевели, като се наблюдава по-нисък брой на едногодишните житни и широколистни плевели. По отношение на многогодишните плевели общият им брой остава приблизително еднакъв и през двете години. Основната група заплевелители на опитните площи са едногодишните видове, които представляват над 50% от плевелните асоциации.

Масата на плевелите кореспондира с отчетената плътност (Таблица 1).

Таблица .1. Видов състав, плътност и свежо тегло на плевелите (бр/м² и g/m²), през първите фази от развитието на рапицата

Видов състав на плевели	Години					
	2020		2021		Средно (2020-2021)	
	бр/м ²	g/m ²	бр/м ²	g/m ²	бр/м ²	g/m ²
I. Едногодишни житни плевели						
<i>Setaria viridis</i> L.	15	25.32	31	72.54	23.0	48.93
ОБЩО	15	25.32	31	72.54	23	48.93
II. Едногодишни широколистни плевели						
<i>Falopia convolvulus</i> L.	5	16.98	4	16.58	4.5	16.78
<i>Anthemis arvensis</i> L.	3	13.52	7	30.25	5.0	21.89
<i>Lamium purpureum</i> L.	4	12.35	6	17.54	5.0	14.95
<i>Chenopodium album</i> L.	10	19.54	15	49.25	12.5	34.40
<i>Solanum nigrum</i> L.	5	16.32	5	20.15	5.0	18.24
<i>Anagalis arvensis</i> L.	6	24.32	5	24.36	5.5	24.34
<i>Abutilon theophrasti</i> Medic	5	15.28	0	0	2.5	7.64
<i>Viola tricolor</i> L.	3	26.32	4	20.58	3.5	23.45
<i>Poligonum aviculare</i> L.	9	24.12	9	25.1	9.0	24.61
<i>Persicaria lapathifolia</i> L.	2	22.36	28	76.35	15.0	49.36
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	3	15.2	3	15.21	3	15.205
ОБЩО	55	206.31	86	295.37	70.5	250.84
III. Многогодишни плевели						
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	15	50.21	16	50.21	15.5	50.21
<i>Cirsium arvense</i> L. Scop.	4	30.28	9	31.87	6.5	31.08
<i>Cardaria draba</i> L. Desv.	12	50.14	6	24.65	9.0	37.40
<i>Taraxacum officinale</i> L.	1	14.25	6	29.4	3.5	21.83

<i>Sorghum halepense</i> L.	3	20.21	1	8.5	2.0	14.36
ОБЩО	35	165.09	38	144.63	36.5	154.86

Отчетените на по-късен етап плевели, през фенофазите бутонизация, цъфтеж и формиране на шушулките, са в много по-малка плътност и не оказаха влияние върху растежа и развитието на рапицата. През този период бяха отчетени плевели от групата на късно пролетните видове - обикновен щир (*Amaranthus retroflexus* L.), черно куче грозде (*Solanum nigrum* L.), зелена кощрява (*Setaria viridis* L.), бяла куча лобода (*Chenopodium album* L.), просфорник (Абутилон) (*Abutilon theophrasti* Medic) и лападоволистно пипериче (*Persicaria lapathifolia* L.), които бяха потиснати от рапичните растения и не можаха да развият своя пълен продуктивен потенциал. Независимо, че плевелите не са развили голяма вегетативна маса, те са гостоприемници на вредната ентомофауна при рапицата. Според Niiesaaг и кол. (2003) плевелните асоциации създават условия за развитие и размножаване на вредната ентомофауна, поради което възприетите мерки трябва да бъдат насочени към нейното ограничаване под формата на превенция и при нужда провеждане на борба в посевите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на проведеното проучване могат да се направят следните по-важни изводи:

Установените плевелите в опитните площи от пролетна маслодайна рапица за периода на изследване са: зелена кощрява (*Setaria viridis* L.), червена мъртва коприва (*Lamium purpureum* L.), фасулче (*Falopia convolvulus* L.), бяла куча лобода (*Chenopodium album* L.), обикновен щир (*Amaranthus retroflexus* L.), черно куче грозде (*Solanum nigrum* L.), пача трева (*Polygonum aviculare* L.), лападоволистно пипериче (*Persicaria lapathifolia* L.), обикновено (полско) огнивче (*Anagalis arvensis* L.), просфорник (Абутилон) (*Abutilon theophrasti* Medic), трицветна теменуга (*Viola tricolor* L.), полско подрумче (*Anthemis arvensis* L.), овчарска торбичка (*Capsella bursa pastoris* L.), полска поветица (*Convolvulus arvensis* L.), полска паламида (*Cirsium arvense* L. Scop.) и горуха (родилна трева) (*Cardaria draba* L. Desv.), балур (*Sorghum halepense* L.), глухарче (*Taraxacum officinale* L.).

Плевелните асоциации в полетата с пролетна маслодайна рапица създават фитосанитарен фон в посева, който определя намножаването и разпространението на вредната ентомофауна. За целта е необходимо да се извършват системни наблюдения и отчитания на динамиката и плътността на плевелната растителност и при нужда провеждане на борба в посевите.

БЛАГОДАРНОСТИ

Изследването е проведено с финансовата подкрепа на фонд „Научни изследвания“, Министерство на образованието и науката, в рамките на изпълнението на Проект „Употреба на биостимуланти при биологично отглеждане на земеделските култури - оценка на приносите за биоикономиката“, Договор № КП-06-Н46/6 от 27.11.2020 г.

REFERENCES

Dimitrova, M., I. Zhalnov, Sh. Kalinova, T. Tonev, S. Milanov, V. Nikolova, G. Baeva, R. Nakova. (2004). Methodology for reporting and mapping weeds in major field crops. (**Оригинално заглавие:** Димитрова, М., И. Жалнов, Ш. Калинова, Т. Тонев, С. Миланов, В. Николова, Г. Баева, Р. Накова. 2004. Методика за отчитане и картиране на заплевеляването при основни полски култури).

Dimova, D. (1999). Experimental work and biometrics, Academic edition of VSI, Plovdiv. (**Оригинално заглавие:** Димова, Д. 1999. Опитно дело и биометрия, Академично издание на ВСИ, Пловдив).

Shanin, J. (1965). Methodology of the Polish Experience, Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia. (**Оригинално заглавие:** Шанин, Й. 1965. Методика на полския опит, Издателство на Българската академия на науките, София).

Bilborrow P. E., Evans E. J., Zhao F. J. (1993). The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumn-sown oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science*, 120 (2), 219–224. <https://doi.org/10.1017/S0021859600074268>

Bullied W. J., VanAcker R. C., Marginet A. M., Kenkel N. C. (2006). Agronomic and environmental factors influence weed composition and canola competitiveness in southern Manitoba, *Canadian Journal of Plant Science*, 86 (2), 591–599. <https://doi.org/10.4141/P05-042>

Čiuberkis S., Vilkonis K. K. (2013). Weeds in Lithuanian Agroecosystems: monograph. Akademija, Kėdainiai Distr., 256 p. (in Lithuanian).

Colbach N., Collard A., Guyot S. H., Mézière D., Munier-Jolain N. (2014). Assessing innovative sowing patterns for integrated weed management with a 3D crop:weed competition model. *Weed competition model. European Journal of Agronomy*, 53, 74–89. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.019>

Deytieux V., Nemecek T., Knuchel R. F., Gaillard G., Munier-Jolain, N. M. (2012). Is Integrated Weed Management efficient for reducing environmental impacts of cropping systems? A case study based on life cycle assessment. *European Journal of Agronomy*, 36 (1), 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.08.004>

Hiisaar K., L. Metspalu, P. Laaniste, K. Jogar, A. Kuusik, J. Joudu. (2003). Effects of three management strategies on the seedbank, emergence and the need for hand weeding in an organic arable cropping system. *Agronomy Research*, 1, 17–29. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2007.00582.x>

Marcinkevičienė A., Velička R., Kosteckas R. (2010). Crop density and fertilization effects on weed suppression in spring oil seed rape. *Zemdirbyste-Agriculture*, 97 (2): 83–88.

Oerke E.C. (2005). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144 (01), 31–43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>

Parsons D. J., Benjamin L. R., Clarke J., Ginsburg D., Mayes A., Milne A. E., Wilkinson D. J. (2009). Weed Manager—A model-based decision support system for weed management in arable crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 65 (2), 155–167. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.08.007>

Peltonen-Sainio P., Hakala K., Jauhiainen L., Ruosteenoja K. (2009). Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape – Impacts of climate change and breeding. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B: Soil and Plant Science*, 59 (2), 129–138. <https://doi.org/10.1080/09064710802022895>

Radzevičius G. (2011). Evaluation of the extreme climate change conditions impact to agricultural sector. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 4 (28): 99–109.

Renton M., Chauhan B. S. (2017). Modelling crop-weed competition: Why, what, how and what lies ahead? *Crop Protection*, 95, 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.09.003>

Riemens M. M., Groeneveld R. M. W., Lotz L. A. P., Kropff M. J. (2007). Effects of three management strategies on the seed bank, emergence and the need for hand weeding in an organic arable cropping system. *Weed Research*, 47 (5): 442–451.

Rimantas V., R. Pupalienė, L. Butkevičienė, R. Kosteckas, Z. Kriaučiūnienė, S. Kosteckienė. (2018). Weed density in the spring rape crops sown at different dates. *Zemdirbyste-Agriculture*, 105 (1), 21–26.