

Влияние органических удобрений и природного цеолита на содержание пигментов и урожайность растений рапса сорта Риф

Т. В. Зубкова¹✉, О. А. Дубровина¹, С. М. Мотылева²

¹ Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина, Елец, Россия

² Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, Москва, Россия

✉ E-mail: ZubkovaTanua@yandex.ru

Аннотация. Всестороннее исследование сырьевых ресурсов Липецкой области в качестве органических отходов совместно с цеолитсодержащими породами в растениеводстве является необходимым для получения новых фундаментальных знаний. **Целью исследования** являлось изучение влияния различных норм удобрения на фотосинтетический и пигментный потенциал листьев растений и в целом на урожайность ярового рапса в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона. **Методы исследований.** В процессе исследований проводились учеты и наблюдения по общепринятой в агрономической науке методике закладки и проведения полевых опытов [3]. Количество хлорофиллов *a* и *b* и сумму каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом. **Результаты.** Исследования, проведенные в условиях полевого опыта на базе ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина», позволили установить влияние природного цеолита и органических удобрений на изменение пигментного состава листьев и продуктивность растений ярового рапса в фазы розетки и цветения. Наибольшим фотосинтетическим потенциалом характеризовались растения в фазу цветения. Выявлено, что внесение органических удобрений значительно способствовало накоплению хлорофилла *a* в растениях и в целом пигментов на всех изучаемых фазах развития, а совместное их использование с цеолитом приводило к увеличению урожайности культуры. Максимальную прибавку в урожае получили на варианте с внесением куриного помета 10 т/га и цеолита 3 т/га, которая составила 16,8 ц/га по сравнению с контролем. Проведенные исследования позволяют рекомендовать использование органических отходов птицефабрик совместно с природным цеолитом Тербунского месторождения в условиях лесостепи ЦЧР на черноземе, выщелоченном под яровой рапс. **Научная новизна.** В условиях лесостепи ЦЧР впервые установлены оптимальные нормы внесения куриного помета и природного цеолита, которые способствуют увеличению фотосинтетического и пигментного потенциала листьев растений, что позволяет получать высокую урожайность и хорошее качество семян.

Ключевые слова: яровой рапс, органические удобрения, цеолиты, пигменты.

Для цитирования: Зубкова Т. В., Дубровина О. А., Мотылева С. М. Влияние органических удобрений и природного цеолита на содержание пигментов и урожайность растений рапса сорта Риф // Аграрный вестник Урала. 2020. № 02 (193). С. 2–8. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-193-2-2-8.

Дата поступления статьи: 28.10.2019.

Постановка проблемы (Introduction)

Яровой рапс – культура мирового экономического значения, которая вносит большой вклад в общее развитие производства масличных культур [9, с. 365].

Семена рапса содержат 43–48 % жира и 21–26 % белка, он представляет большой интерес как многофункциональная культура [10, с. 3].

Масло рапса широко используется в технических целях, но последнее время его активно используют и в пищевых. В отличие от других масличных культур белки рапса имеют сбалансированный аминокислотный состав [15, с. 294].

Россия имеет все возможности для возделывания данной культуры на своей территории в полных объемах, а дополнительный прирост посевных площадей рапса и сурепицы может составлять до 4,20 млн га [7, с. 81].

В федеральной целевой программе стабилизации и развития агропромышленного комплекса Российской Федерации проблема сохранения почв и окружающей природной среды является первоочередной. Большую опасность для агроэкосистем представляет уменьшение содержания в почве гумуса и основных питательных веществ [8, с. 33].

В современной земледелии роль любых видов удобрений незаменима в качестве главного фактора воспроизводства почвенного плодородия [4, с. 18].

Благодаря особенностям своего химического состава птичий помет может выступать в роли ценного органического удобрения [10, с. 7]. Он характеризуется высоким содержанием основных элементов питания (азота, фосфора, калия, кальция, магния) и микроэлементов, причем питательные вещества находятся в легкодоступных для питания растений соединениях [9, с. 3].

Технология внесения отходов должна быть отработана, чтобы исключить негативное действие на окружающую среду. В этом аспекте актуально использование совместного применения органических удобрительных материалов с цеолитом.

Ранее проведенные исследования использования цеолита Тербунского месторождения в посевах ярового рапса на черноземе выщелоченном в дозе 3 т/га совместно с минеральными удобрениями показали положительные результаты [12, с. 14].

Внедрение в сельскохозяйственное производство новых органоминеральных удобрений на основе отходов сельскохозяйственного производства с высоким содержанием биоорганических компонентов и высокоэффективных нанопористых природных минералов, обладающих высокой сорбционной и детоксикационной активностью [16, с. 1], является одним из приоритетных направлений разработки экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий.

Методология и методы исследования (Methods)

Опыты по применению природного цеолита и органических отходов птицефабрик на посевах ярового рапса были заложены в 2019 году в условиях опытного поля ЕГУ им. И. А. Бунина. Объектом исследования был яровой рапс сорта Риф. Предшественником ярового рапса являлась озимая пшеница.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя: рН – 5,5, содержание гумуса – 5,76 %, общее содержание азота – 0,288 %, фосфора – 197,2 мг/кг, калия – 124,7 мг/кг, кальция – 25,7 мг, магния – 2,4 мг.

Опыт закладывался в 3-кратной повторности по следующей схеме:

1. Контроль.
2. Цеолит 3 т/га.
3. Куриный помет 2,5 т/га.
4. Куриный помет 5 т/га.
5. Куриный помет 10 т/га.
6. Куриный помет 2,5 т/га + цеолит 3 т/га.
7. Куриный помет 5 т/га + цеолит 3 т/га.
8. Куриный помет 10 т/га + цеолит 3 т/га.

Размер посевной делянки составил 3×5 м, а размер учетной – 1×2 м.

На опытных участках применялась агротехнология по возделыванию ярового рапса сорта Риф, общепринятая в Липецкой области.

Сев рапса проводили в конце последней декады апреля на глубину 2–3 см с междурядьем 12,5 см и нормой высева 6 кг/га. В целом погодные условия 2019 г. складывались положительно для развития растений рапса. Первая декада мая характеризовалась повышенным температурным режимом (+14,9 °С), среднее количество осадков со-

Таблица 1

Влияние различных доз природного цеолита и органических удобрений на содержание в растениях рапса пигментов и их соотношений в фазу розетки (2019 г.)

Вариант	Содержание пигментов, мг/г			
	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды	Сумма пигментов
1	0,443 ± 0,0020	0,127 ± 0,0059	0,124 ± 0,0017	0,694 ± 0,0036
2	0,506 ± 0,0037	0,245 ± 0,0076	0,170 ± 0,0082	0,838 ± 0,0032
3	0,602 ± 0,0530	0,294 ± 0,0029	0,168 ± 0,0019	1,065 ± 0,0267
4	0,875 ± 0,0048	0,312 ± 0,0087	0,294 ± 0,0014	1,480 ± 0,0029
5	1,204 ± 0,0023	0,358 ± 0,0145	0,415 ± 0,0054	1,978 ± 0,0097
6	0,675 ± 0,0086	0,220 ± 0,0092	0,251 ± 0,0031	1,146 ± 0,0089
7	0,738 ± 0,0030	0,223 ± 0,0043	0,200 ± 0,0039	1,162 ± 0,0052
8	0,886 ± 0,0040	0,245 ± 0,0032	0,230 ± 0,0024	1,362 ± 0,0082
HCP ₀₅	0,016	0,017	0,011	0,156
HCP, %	2,2	6,8	4,5	13,0

Table 1

The effect of different doses of natural zeolite and organic fertilizers on the content of pigments in rapeseed plants and their ratios in the rosette phase (2019)

Option	The content of pigments, mg/g			
	Chlorophyll <i>a</i>	Chlorophyll <i>b</i>	Carotenoid	Amount of pigments
1	0.443 ± 0.0020	0.127 ± 0.0059	0.124 ± 0.0017	0.694 ± 0.0036
2	0.506 ± 0.0037	0.245 ± 0.0076	0.170 ± 0.0082	0.838 ± 0.0032
3	0.602 ± 0.0530	0.294 ± 0.0029	0.168 ± 0.0019	1.065 ± 0.0267
4	0.875 ± 0.0048	0.312 ± 0.0087	0.294 ± 0.0014	1.480 ± 0.0029
5	1.204 ± 0.0023	0.358 ± 0.0145	0.415 ± 0.0054	1.978 ± 0.0097
6	0.675 ± 0.0086	0.220 ± 0.0092	0.251 ± 0.0031	1.146 ± 0.0089
7	0.738 ± 0.0030	0.223 ± 0.0043	0.200 ± 0.0039	1.162 ± 0.0052
8	0.886 ± 0.0040	0.245 ± 0.0032	0.230 ± 0.0024	1.362 ± 0.0082
HCP ₀₅	0.016	0.017	0.011	0.156
HCP, %	2.2	6.8	4.5	13.0

Таблица 2
Влияние различных доз природного цеолита и органических удобрений на содержание в растениях рапса пигментов и их соотношений в фазу цветения (2019 г.)

Вариант	Содержание пигментов, мг/г			
	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды	Сумма пигментов
1	1,057 ± 0,0009	0,333 ± 0,0076	0,316 ± 0,0043	1,706 ± 0,0019
2	1,153 ± 0,0059	0,353 ± 0,0022	0,326 ± 0,0025	1,833 ± 0,0095
3	1,429 ± 0,0006	0,469 ± 0,0022	0,340 ± 0,0038	2,238 ± 0,0044
4	1,509 ± 0,0031	0,452 ± 0,0016	0,375 ± 0,0004	2,336 ± 0,0045
5	1,608 ± 0,0016	0,466 ± 0,0019	0,375 ± 0,0007	2,449 ± 0,0017
6	1,137 ± 0,0063	0,366 ± 0,0061	0,328 ± 0,0070	1,831 ± 0,0123
7	1,275 ± 0,0022	0,420 ± 0,0069	0,385 ± 0,0018	2,081 ± 0,0080
8	1,438 ± 0,0045	0,479 ± 0,0190	0,388 ± 0,0028	2,304 ± 0,0141
HCP ₀₅	0,037	0,013	0,014	0,113
HCP, %	2,8	3,2	4,0	5,4

Table 2

The effect of different doses of natural zeolite and organic fertilizers on the content of pigments in rapeseed plants and their ratios in the flowering phase (2019)

Option	The content of pigments, mg/g			
	Chlorophyll <i>a</i>	Chlorophyll <i>b</i>	Carotenoid	Amount of pigments
1	1.057 ± 0.0009	0.333 ± 0.0076	0.316 ± 0.0043	1.706 ± 0.0019
2	1.153 ± 0.0059	0.353 ± 0.0022	0.326 ± 0.0025	1.833 ± 0.0095
3	1.429 ± 0.0006	0.469 ± 0.0022	0.340 ± 0.0038	2.238 ± 0.0044
4	1.509 ± 0.0031	0.452 ± 0.0016	0.375 ± 0.0004	2.336 ± 0.0045
5	1.608 ± 0.0016	0.466 ± 0.0019	0.375 ± 0.0007	2.449 ± 0.0017
6	1.137 ± 0.0063	0.366 ± 0.0061	0.328 ± 0.0070	1.831 ± 0.0123
7	1.275 ± 0.0022	0.420 ± 0.0069	0.385 ± 0.0018	2.081 ± 0.0080
8	1.438 ± 0.0045	0.479 ± 0.0190	0.388 ± 0.0028	2.304 ± 0.0141
HCP ₀₅	0.037	0.013	0.014	0.113
HCP, %	2.8	3.2	4.0	5.4

Таблица 3

Урожайность ярового рапса в зависимости от внесения различных доз природного цеолита и органических удобрений (2019 г.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га (+/-)
1	14,9	–
2	17,9	+3,0
3	25,4	+10,5
4	28,2	+13,3
5	31,2	+16,3
6	27,1	+12,2
7	31,5	+16,6
8	31,7	+16,8
HCP ₀₅	1,92	
HCP, %	7,4	

Table 3

Yield of spring rape depending on the application of different doses of natural zeolite and organic fertilizers (2019)

Experience option	Yield, c/ha	Increase to control, c/ha (+/-)
1	14.9	–
2	17.9	+3.0
3	25.4	+10.5
4	28.2	+13.3
5	31.2	+16.3
6	27.1	+12.2
7	31.5	+16.6
8	31.7	+16.8
HCP ₀₅	1.92	
HCP, %	7.4	

ставило 10,6 мм (66 % от нормы). Прошедшие обильные в начале июля дожди пополнили запасы влаги в почве. Уборку урожая проводили раздельным способом вручную с последующим обмолотом семян которая, которая пришла на третью декаду августа. Погодные условия были благоприятны для проведения сельскохозяйственных работ. Осадки не отмечались, средняя декадная температура превышала средние многолетние значения на 1,6 °С.

В наших исследованиях использовались цеолиты Тербунского месторождения, размол которых осуществляли на мельнице марки ИПП-2 с диаметром ячеек сита 1,0 мм. Куриный помет использовали с птицефабрики «Светлый путь» Елецкого района. Органические и минеральные удобрения вносили раздельно весной перед культивацией.

Опыт проводили в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова [3].

Количество хлорофиллов *a* и *b* и сумму каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом. Расчет концентраций пигментов проводили по формулам [2].

Результаты (Results)

Количество фотосинтетических пигментов, динамика накопления их в растении рассматриваются как важный показатель продуктивности сельскохозяйственных культур [6, с. 101], а фотосинтез является важнейшим процессом, который ее обеспечивает [5, с. 25].

Известно, что фотосинтетические параметры значительно улучшаются за счет применения различных видов питания растений [14, с. 59].

Так, в результате наших опытов установлено, что внесение органических удобрений способствовало накоплению хлорофилла *a* в листьях по сравнению с контролем (таблица 1).

В фазу розетки максимальным данный показатель был на варианте с внесением куриного помета 10 т/га в чистом виде, который составил 1,204 мг/кг. Добавление цеолита к такой дозе помета в количестве 3 т/га способствовало незначительному снижению хлорофилла *a* до 0,886 мг/кг. Разница по данному показателю между всеми вариантами превышала НСР₀₅.

Следовательно, дополнительный азот из органических удобрений обеспечивает накопление хлорофилла *a* в растениях.

Роль каротиноидов заключается в том, что они являются дополнительными пигментами, использующими ту часть спектра, которую не поглощает хлорофилл [1, с. 7].

В целом на всех вариантах происходило увеличение содержания каротиноидов по сравнению с контролем. Так в фазу розетки разница между средним значением каротиноидов по вариантам составила 0,164 мг/г по отношению к контролю, а в фазу цветения – 0,088 мг/г.

Фазы развития растений также могут влиять на количество пигментов и их соотношение.

Нами установлено, что в фазу цветения количество пигментов в растениях значительно возрастало по сравнению с фазой розетки (таблица 2). При этом тенденция накопления общей суммы пигментов и хлорофилла *a* с увеличением дозы органического удобрения сохранилась. Это объясняется тем, что в органических удобрениях содержатся гуматы, которые в свою очередь повышают активность всех клеток, а это приводит к интенсификации

обмена веществ, фотосинтеза и дыхания растений, что является фактором накопления фотосинтетических пигментов в растении.

Анализ урожайности ярового рапса позволил установить, что на вариантах, где вносили чистый помет (3, 4, 5), продуктивность была ниже, несмотря на высокие фотосинтетические показатели, по сравнению с вариантами, где дополнительно еще вносили цеолит (6, 7, 8) (таблица 3). По сравнению с контролем варианты с применением органики обеспечивали прибавку в урожае на 13,4 ц/га, а с внесением органики и цеолита – на 15,2 ц/га.

Это связано с тем, что на данных вариантах растения ярового рапса сильно развивали вегетативные органы из-за интенсивного накопления пигментов на всех стадиях развития. На вариантах с внесением цеолита происходило умеренное накопление фотосинтетических пигментов, поэтому растения интенсивнее развивали генеративные органы.

Можно предположить, что цеолит способствовал постепенной отдаче азота растениям на всех этапах развития, это сказывалось на постепенном увеличении фотосинтетических пигментов. Наибольшую прибавку в урожайности по сравнению с контролем обеспечивали варианты 7 и 8, она составила 16,6 и 16,8 ц/га соответственно. Но с экономической точки зрения наиболее выгодным является вариант 7, т. к. разница по урожайности с вариантом 8 составила всего 0,2 ц/га, при этом органических удобрений расходуется в 2 раза меньше.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Цеолит благодаря пористой структуре способствует удержанию молекул азота с последующей постепенной их отдачей, обеспечивая умеренное накопление фотосинтетических пигментов, что в целом благоприятно сказывается на продуктивности растений ярового рапса. Проведенные исследования позволяют рекомендовать использование органических отходов птицефабрик совместно с природным цеолитом Тербунского месторождения в условиях лесостепи ЦЧР на черноземе, выщелоченном под яровой рапс.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Липецкой области в рамках научного проекта № 19-44-480003.

Библиографический список

1. Борисенко В. В., Жолобова В. В. Изучение влияния обогащенного биогазита «Экосс» на работу фотосинтетического комплекса растений редиса // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 03 (107). С. 1–9.
2. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Академия, 2003. 256 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд., перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Моисеев Д. А. [и др.] О целесообразности использования нового органоминерального удобрения на основе птичьего помета в полевом севообороте на дерново-подзолистой почве // Земледелие. 2019. № 4. С. 15–19. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10403.
5. Каташов Д. А., Хрянин В. Н. Влияние фитогормонов и селената натрия на содержание пигментов и продуктивность растений рапса сорта Ратник (*Brassica napus*) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2014. № 1 (5). С. 25–34.
6. Косаковская И. В., Бабенко Л. М., Скатерная Т. Д., Устинова А. Ю. Термочувствительность липоксигеназы и пигментов фотосинтеза озимой пшеницы // Biotchnologia acta. 2014. Т. 7. № 5. С. 101–107.

7. Лукомец В. М., Зеленцов С. В., Кривошлыков К. М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. Вып. 4 (164). С. 81–102.
8. Наумкин В. Н., Наумкина Л. А., Лопачев Н. А., Стебаков В. А. Оптимизация севооборотов в условиях интенсификации биологических факторов в земледелии центрально-черноземного региона // Вестник КГСХА. 2014. № 2. С. 33–34.
9. Персикова Т. Ф., Царева М. В. Система мероприятий по рациональному использованию куриного помета: рекомендации. Горки: БГСХА, 2019. 44 с.
10. Карпачев В. В. Научное обеспечение отрасли рапсосодеяния в России: итоги и задачи на 2016–2020 гг. // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных культур: сборник научных докладов на международном координационном совещании по рапсу. 7–9 июля 2015 г. Елец, 2016. С. 3–10.
11. Производство, изучение и применение удобрений на основе птичьего помета / Под общ. ред. А. И. Иванова и В. В. Лапы. СПб.: ФГБНУ АФИ, 2018. 317 с.
12. Щучка Р. В., Кравченко В. А., Гулидова В. А., Дубровина О. А., Брыкина Ю. В., Мотылева С. М., Мертвищева М. Е. Влияние цеолитов и минеральных удобрений на содержание влаги в почве и рост растений ярового рапса // Аграрный вестник Урала. 2016. № 2 (144). С. 13–16.
13. Chikkarputtaiah S., Debbarma J., Baruah I., Havlickova L., Prasanna H., Boruah D., Curn V. Molecular genetics and functional genomics of abiotic stress-responsive genes in oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review of recent advances and future // Plant Biotechnology Reports. 2017. Vol. 11. Iss. 6. Pp. 365–384.
14. El-Mogy M. M., Salama A. M., Mohamed H. F. Y., Abdelgavad K. F., Abdeldaym E. A. Responding of Long Green Pepper Plants to Different Sources of Foliar Potassium Fertiliser // Agriculture (Pol'nohospodárstvo). 2019. Vol. 65. Pp. 59–76. DOI: 10.2478/agri-2019-0007.
15. Zinchenko V., Muranova T. A., Melanyina L. A., Belova N. A., Miroshnikov A. I. Soy and Rapeseed Protein Hydrolysis by the Enzyme Preparation Protosubtilin // Applied Biochemistry and Microbiology. 2018. Vol. 54. Iss. 3. Pp. 294–300.
16. Motyleva S., Shchuchka R., Gulidova V., Mertvishcheva M. Structure and chemical characteristics of natural mineral deposit Terbunskaya (Lipetsk region, Russia) // AIP Conference Proceedings. 2015. Vol. 1669. Iss. 1. DOI: 10.1063/1.4919211.

Об авторах:

Татьяна Владимировна Зубкова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, ORCID 0000-0003-3525-488X, AuthorID 653651; +7 904 288-76-14, ZubkovaTanua@yandex.ru

Ольга Алексеевна Дубровина¹, научный сотрудник, ORCID 0000-0002-3584-409X, AuthorID 315358; laboratoria101@mail.ru

Светлана Михайловна Мотылева², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая лабораторией физиологии и биохимии растений, ORCID 0000-0003-3399-1968, AuthorID 115891; motyleva_svetlana@mail.ru

¹ Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина, Елец, Россия

² Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, Москва, Россия

Influence of organic fertilizers and natural zeolite on pigment content and yield of rapeseed plants of the Rif

T. V. Zubkova¹✉, O. A. Dubrovina¹, S. M. Motyleva²

¹ Yelets State University named after I. A. Bunin, Yelets, Russia

² All-Russian Institute of Horticulture and Nursery, Moscow, Russia

✉ E-mail: ZubkovaTanua@yandex.ru

Abstract. A comprehensive study of raw materials in the Lipetsk region as organic waste in conjunction with zeolite-containing rocks in crop production is necessary to obtain new fundamental knowledge. **The purpose** of the study was to study the influence of different norms of fertilizers on photosynthetic capacity and pigment of plant leaves and the yield of spring rapeseed under conditions of forest-steppe of Central Black Earth Region. **Method of research.** In the course of research, records and observations were made using the method of laying and conducting field experiments, which is generally accepted in agronomic science [3]. The number of chlorophylls a and b and the amount of carotenoids were determined using a spectrophotometric method. **Results.** Research conducted in the field experience on the basis of the Yelets State University named after I. A. Bunin allowed us to establish the influence of natural zeolite and organic fertilizers on changes in the pigment composition of leaves and productivity of spring rape plants in the rosette and flowering phases. Plants in the flowering phase had the highest photosynthetic potential. It was found that the application of organic fertilizers significantly contributed to the accumulation of chlorophyll a in plants and pigments in General at all the studied phases of development, and their joint use with zeolite led to

an increase in crop yield. The maximum increase in yield was obtained in the variant with the introduction of chicken manure 10 t/ha and zeolite 3 t/ha, which was 16.8 c/ha compared to the control. The carried out researches allow to recommend the use of organic waste of poultry farms together with natural zeolite Terbunskiy field in the conditions of forest-steppe of Central Black Earth Region on leached Chernozem under spring rape. **Scientific novelty.** In the conditions of forest-steppe Central Black Earth Region first determined the optimal application rate of chicken manure and natural zeolite, which contribute to the increase in photosynthetic capacity and pigmentation of plant leaves that allows to obtain high yield and good seed quality.

Keywords: spring rape, organic fertilizers, zeolites, pigments.

For citation: Zubkova T. V., Dubrovina O. A., Motyleva S. M. Vliyaniye organicheskikh udobreniy i prirodnogo tseolita na sodержaniye pigmentov i urozhaynost' rasteniy rapsa sorta Rif [Influence of organic fertilizers and natural zeolite on pigment content and yield of rapeseed plants of the Rif] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020.No. 02 (193). Pp. 2–8. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-193-2-2-8. (In Russian.)

Paper submitted: 28.10.2019.

References

1. Borisenko V. V., Zholobova I. S. Izucheniye vliyaniya obogashchennogo biogumata "Ekoss" na rabotu fotosinteticheskogo kompleksa rasteniy redisa [Study of the influence of enriched biogumate "EcoSS" on the photosynthetic complex of radish plants] // Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2015. No. 03 (107). Pp. 1–9.
2. Gavrilenko V. F., Zhigalova T. V. Bol'shoy praktikum po fotosintezu [Large workshop on photosynthesis]. Moscow: Akademiya, 2003. 256 p.
3. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshikh sel'skokhozyaystvennykh uchebnykh zavedeniy. Stereotip. izd., perepech. s 5-go izd., dop. i pererab. 1985 g. [Technique of field experience (with the basics of statistical processing of research results): Stereotype. ed., reprint. from the 5th ed., ext. and revised. 1985]. Moscow: AI'yans, 2014. 351 p.
4. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Moiseev D. A. [et al.]. O tselesoobraznosti ispol'zovaniya novogo organomineral'nogo udobreniya na osnove ptich'ego pometa v polevom sevooborote na dervopodzolistoy pochve [On the feasibility of using a new organomineral fertilizer based on bird droppings in field crop rotation on turf-podzolic soil] // Zemledelie. 2019. No. 4. Pp. 15–19. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10403.
5. Katashov D. A., Khryanin V. N. Vliyaniye fitogormonov i selenata natriya na sodержanie pigmentov i produktivnost' rasteniy rapsa sorta Ratnik (Brassica napus) [The Influence of phytohormones and sodium selenate on the pigment content and productivity of rapeseed plants of the Ratnik variety (Brassica napus)] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennyye nauki. 2014. No. 1 (5). Pp. 25–34.
6. Kosakovskaya I. V., Babenko L. M., Skaternaya T. D., Ustinova A. Yu. Termochuvstvitel'nost' lipoksigenazy i pigmentov fotosinteza ozimoy pshenitsy [Thermal Sensitivity of lipoxxygenase and pigments of photosynthesis of winter wheat] // Biotehnologiya acta. 2014. T. 7. No. 5. Pp. 101–107.
7. Lukomets V. M., Zelentsov S. V., Krivoshlykov K. M. Perspektivy i rezervy rasshireniya proizvodstva maslichnykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii [Prospects and reserves of expansion of production of oilseeds in the Russian Federation] // Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. 2015. Iss. 4 (164). Pp. 81–102.
8. Naumkin V. N., Naumkina L. A., Lopachev N. A., Stebakov V. A. Optimizatsiya sevooborotov v usloviyakh intensivatsii biologicheskikh faktorov v zemledelii tsentral'no-chernozemnogo regiona [Optimization of crop rotations in the conditions of intensification of biological factors in agriculture of the Central black earth region] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2014. No. 2. Pp. 33–34.
9. Persikova T. F., Tsareva M. V. Sistema meropriyatiy po ratsional'nomu ispol'zovaniyu kurinogo pometa: rekomendatsii [System of measures for rational use of chicken litter: recommendations]. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy, 2019. 44 p.
10. Karpachev V. V. Nauchnoye obespecheniye otrasli rapsoseyaniya v Rossii: itogi i zadachi na 2016–2020 gg. [Scientific support of the rapeseed industry in Russia: results and tasks for 2016–2020] // Povysheniye effektivnosti selektsii, semenovodstva i tekhnologii vozdeleyvaniya rapsa i drugikh maslichnykh kapustnykh kul'tur: sbornik nauchnykh dokladov na mezhdunarodnom koordinatsionnom soveshchaniy po rapsu. 7–9 iyulya 2015 g. Yelets, 2016. 207 p.
11. Proizvodstvo, izucheniye i primeneniye udobreniy na osnove ptich'ego pometa / Under the editorship of A. I. Ivanova and V. V. Lapa. Saint Petersburg: Agrophysical Institute, 2018. 317 p.
12. Shchuchka R. V., Kravchenko V. A., Gulidova V. A., Dubrovina O. A., Brykina Yu. V., Motyleva S. M., Mertvishcheva M. E. Vliyaniye tseolitov i mineral'nykh udobreniy na sodержanie vlagi v pochve i rost rasteniy yarovogo rapsa [Influence of zeolites and mineral fertilizers on the moisture content in the soil and the growth of spring rape plants] // Agrarian Bulletin of the Urals, 2016. No. 2 (144). Pp. 13–16.
13. Chikkaputtaiah C., Debbarma J., Baruah I., Havlickova L., Prasanna H., Boruah D., Curn V. Molecular genetics and functional genomics of abiotic stress-responsive genes in oilseed rape (Brassica napus L.): a review of recent advances and future // Plant Biotechnology Reports. 2017. Vol. 11. Iss. 6. Pp. 365–384.

14. El-Mogy M. M., Salama A. M., Mohamed H. F. Y., Abdelgavad K. F., Abdeldaym E. A. Responding of Long Green Pepper Plants to Different Sources of Foliar Potassium Fertiliser // Agriculture (Poľnohospodárstvo). 2019. Vol. 65. Pp. 59–76. DOI: 10.2478/agri-2019-0007.
15. Zinchenko V., Muranova T. A., Melanyina L. A., Belova N. A., Miroshnikov A. I. Soy and Rapeseed Protein Hydrolysis by the Enzyme Preparation Protosubtilin // Applied Biochemistry and Microbiology. 2018. Vol. 54. Iss. 3. Pp. 294–300.
16. Motyleva S., Shchuchka R., Gulidova V., Mertvishcheva M. Structure and chemical characteristics of natural mineral deposit Terbunskaya (Lipetsk region, Russia) // AIP Conference Proceedings. 2015. Vol. 1669. Iss. 1. DOI: 10.1063/1.4919211.

Authors' information:

Tatyana V. Zubkova¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of technology of storage and processing of agricultural products, ORCID 0000-0003-3525-488X, AuthorID 653651; +7 904 288-76-14, ZubkovaTanua@yandex.ru

Olga A. Dubrovina¹, researcher, ORCID 0000-0002-3584-409X, AuthorID 315358; laboratoria101@mail.ru

Svetlana M. Motyleva², candidate of agricultural sciences, associate professor, head of laboratory of plant physiology and biochemistry, ORCID 0000-0003-3399-1968, AuthorID 115891; motyleva_svetlana@mail.ru

¹Yelets State University named after I. A. Bunin, Yelets, Russia

²All-Russian Institute of Horticulture and Nursery, Moscow, Russia