

11. Politanskaja, V.V. Gustota posadki cvetnoj kapusty pri konvejernom vyrashhivanii (Density of planting cauliflower during conveyor cultivation), Nauch.tr.Sev, Zap. NII sel'skogo hozjajstva, L., 1971, vyp. 20, Pp. 177-183.
12. Rassolov G. Kapusta: cvetnaja, brokkoli, kol'rabi, brjussel'skaja (Cabbage: cauliflower, broccoli, kohlrabi, Brussels sprouts), M, «Cha. O. i Ko», 2000, 30 p.
13. Fedin M.A. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Obshhaja chast' (Methodology for state variety testing of agricultural crops. a common part), M, 1985, 267 p.
14. Salter P., James J. Futher studies on the effects of cold treatment of transplants on crop maturity characteristics of cauliflower, Hortiс Sc, 1974, 49, 4, p. 329-342.
15. Salter, P.J. The growth and development of early summer cauliflower in relation to environmental factors, Hortiс: Sci, 1960, 35, 188 p.

DOI 10.47737/2307-2873_2021_34_63

УДК 635.35:631.4:551

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОСОБОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА В АГРОТЕХНИКЕ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

А. А. Шишкин,

ГБПОУ «Кунгурский сельскохозяйственный колледж»,

Ул. Полетаевская, 2, г. Кунгур, Пермский край, Россия, 617475;

А. С. Богатырева, канд. с.-х. наук;

Э. Д. Акманаев, канд. с.-х. наук, доцент,

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,

Ул. Петропавловская, 23, Пермь, Россия, 614990

E-mail: akmanaev@mail.ru

Аннотация. В статье обсуждаются результаты энергетической оценки различных способов посева и норм высева ярового рапса сорта Ратник и гибрида Смилла в условиях Среднего Предуралья. Анализ данных трехлетних исследований (2017-2019 гг.), проведенных на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве учебно-научного опытного поля ФГБОУ ВО Пермского ГАТУ, выявили прямую зависимость выхода энергии с урожаем от нормы высева. По результатам агроэнергетической оценки наибольшее количество энергии в урожае определено в вариантах с нормой высева 3 млн всхожих зерен/га и составило 48360,04 и 48591,42 МДж/га у сорта Ратник и гибрида Смилла соответственно. Максимальные показатели энергетической эффективности (4,6-4,9) форми-

ровали агроценозы ярового рапса при посеве максимальной, из изучаемых норм высева, вне зависимости от способа посева. В этих же вариантах отмечены минимальные затраты энергии на получение 1 к.ед. (3,85-4,04 МДж – у сорта Ратник и 3,79-3,96 МДж – у гибрида зарубежной селекции).

Ключевые слова: яровой рапс, сорт, гибрид, способ посева, норма высева, энергетическая оценка.

Введение. Яровой рапс является одной из самых распространенных масличных культур в мире. Семена рапса и продукты их переработки широко используются в различных отраслях народного хозяйства, обладают низкой себестоимостью и пользуются стабильно высоким спросом как внутри страны, так и за ее пределами [1, 2].

Разработка эффективных адаптивных технологий возделывания ярового рапса на маслосемена с учетом почвенно-климатических условий региона является важнейшим направлением увеличения урожайности [3-8].

В связи с этим на первый план выходит вопрос изучения оптимальных показателей густоты стояния и площади питания растений [9].

Оценка эффективности приемов возделывания ярового рапса на маслосемена будет не полной, если использовать только расчеты экономической эффективности. Более объективную картину дает определение энергетической эффективности приемов возделывания наряду с экономической оценкой [14]. Технология будет считаться энергетически эффективной, если коэффициент энергетической эффективности будет больше единицы [15].

Цель данной работы – дать агроэнергетическую оценку приемам посева ярового рапса сорта Ратник и гибрида Смилла.

Методика. Полевые исследования проводили в 2017-2019 гг., изучая яровой рапс сорта Ратник и гибрид Смилла на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве учебно-научного опытного поля ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. Пахотный слой опытного участка за период исследований характеризовался близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора, низким содержанием гумуса, повышенным содержанием обменного калия и высоким – фосфора.

Полевой трехфакторный опыт был заложен в соответствии с методикой опытного дела [12] по следующей схеме:

Фактор А – сорт: А₁ – Ратник; А₂ – Смилла.

Фактор В – способ посева: В₁ – рядовой (с междурядьями 15 см); В₂ – широкорядный (с междурядьями 45 см).

Фактор С – норма высева, млн шт./га: С₁ – 1,0; С₂ – 2,0; С₃ – 3,0. Повторность в опыте четырехкратная, расположение вариантов систематическое, методом расщепленных делянок. Учетная площадь делянки третьего порядка – 36 м².

Энергетическую оценку приемов посева ярового рапса проводили по урожайности и выходу энергии маслосемян на кормовые цели и производственным затратам.

Агротехника в опыте соответствует научной системе земледелия Среднего

Предуралья [13]. Посев на протяжении периода исследований проводили селекционной сеялкой ССНП-16 в первой декаде мая инкрустированными семенами на глубину 2-3 см, норма высева – согласно схеме опыта. Уборку проводили однофазным способом поделяночно.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований существенно различались. 2017 и 2019 годы отличались избыточным количеством осадков на фоне температуры воздуха ниже среднеголетних значений. В начале вегетационного периода 2018 года отмечался недостаток влаги при достаточно прохладной погоде, что в сумме отрицательно сказалось на полевой всхожести. В последующем метеорологические условия соответствовали среднеголетним данным.

Результаты. Анализ агроэнергетической оценки приемов посева ярового рапса на маслосемена

показал, что все изучаемые приемы обеспечивают высокую энергетическую эффективность (табл. 1).

В вариантах с шириной междурядий 45 см получен наибольший коэффициент энергетической эффективности – 14,9. Снижение урожайности ярового рапса приводило к снижению коэффициента энергетической эффективности до 3,0–3,7 при обоих способах посева как у сорта, так и у гибрида.

Затраты энергии на 1 кормовую единицу также были наибольшими в вариантах с низкой продуктивностью агроценозов. Наименьшие энергетические затраты на 1 к. ед. отмечали при широкорядном способе посева и норме высева 3 млн шт./га (3,85 и 3,79 МДж – у сорта Ратник и гибрида Смилла соответственно).

Таблица 1

Агроэнергетическая оценка возделывания ярового рапса в зависимости от нормы высева и способа посева, среднее за 2017-2019 гг.

Показатели	Рядовой способ посева			Широкорядный способ посева		
	норма высева, млн шт./га					
	1	2	3	1	2	3
Ратник						
Урожайность, т/га*	1,18	1,78	1,87	1,36	1,97	2,09
Выход к.ед. с 1 га	1463,20	2159,85	2334,38	1669,73	2377,65	2546,75
Полные затраты энергии на всю продукцию, МДж/га	9046,00	9277,00	9425,00	9422,00	9653,00	9806,00
Количество энергии в урожае, МДж/га	27303,75	41187,02	43269,51	31468,73	45583,38	48360,04
Затраты энергии на получение 1 к.ед., МДж	6,18	4,29	4,04	5,64	4,06	3,85
Коэффициент энергетической эффективности	3,0	4,4	4,6	3,3	4,7	4,9
Смилла						
Урожайность, т/га*	1,45	1,81	1,94	1,42	1,60	2,10
Выход к.ед. с 1 га	1815,63	2193,75	2418,75	1729,35	1984,00	2625,00
Полные затраты энергии на всю продукцию, МДж/га	9137,00	9376,00	9580,00	9478,00	9688,00	9950,00
Количество энергии в урожае, МДж/га	33551,22	41881,18	48360,00	32857,06	37022,04	48591,42
Затраты энергии на получение 1 к.ед., МДж	5,03	4,27	3,96	5,48	4,88	3,79
Коэффициент энергетической эффективности	3,7	4,5	4,7	3,5	3,8	4,9

Примечание: * – НСР05 для фактора А: $F_{ф} < F_{05}$, для фактора В: $F_{ф} < F_{05}$, для фактора С: гл. эфф. – 0,10; частн. разл. – 0,20.

Сравнение энергетических показателей по вариантам опыта показало положительное влияние широкорядного способа посева на сорте Ратник. Наибольший коэффициент энергетической эффективности у данного сорта был получен в вариантах с нормой высева 2 и 3 млн шт./га в сочетании с широкорядным способом посева и составил соответственно 4,9 и 4,7. Несколько уступал им по данному показателю вариант с рядовым способом посева и нормой высева 3 млн шт./га – 4,6.

Гибрид Смилла по энергетической эффективности был более отзывчив на норму высева. Наибольшие значения данного коэффициента (4,9 и 4,7) были выявлены в вариантах с нормой высева 3 млн всхожих семян, высеянных на 1 га рядовым и широкорядным способами. Следует также

отметить, что зарубежный гибрид при снижении нормы высева с энергетической точки более отзывчив на рядовой способ посева.

Выводы. Наименьшие затраты энергии на получение единицы продукции сформировались в вариантах с максимальной исследуемой нормой высева. Наиболее обоснованным, с точки зрения энергетической эффективности, при возделывании ярового рапса сорта Ратник на маслосемена является сочетание нормы высева семян 2 и 3 млн шт./га с широкорядным способом посева, для гибрида Смилла – наиболее энергетически эффективными были варианты с максимальной из изучаемых нормой высева вне зависимости от способа посева.

Литература

1. Поцелуев О. М. Оптимизация сортовых технологий возделывания ярового рапса в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2013. № 5. С. 25-32.
2. Нурлыгаянов Р. Б., Филимонов А. Л. Производство семян ярового рапса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 4. С. 20-22.
3. Артемов И. В., Карпачев В. В. Рапс – масличная и кормовая культура. Липецк: Ориус, 2005. 144 с.
4. Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С. Особенности технологии возделывания рапса в Западной Сибири // Рапс – культура XXI века: аспекты использования на продовольственные, кормовые и энергетические цели: Сб. науч. докл. междунар. науч.-практ. конф. Липецк, 2005. С. 152-155.
5. Курбангалиев Р. Н., Богатырева А. С., Акманаев Э. Д. Сравнительная оценка зарубежных гибридов ярового рапса в условиях Среднего Предуралья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2. С. 43-46.
6. Федотов В. А., Гончаров С. В., Савенков В. П. Рапс России. М.: Агролига России, 2008. 336 с.
7. Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С. Сортоиспытание рапса ярового в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник ОмГАУ. 2016. № 4 (24). С. 21-25.
8. Sohrabi M., Zebarjadi A., Najafy A., Kahrizi D. Isolation and sequence analysis of napin seed specific promoter from Iranian Rapeseed (*Brassica napus* L.) // Gene. 2015. Vol. 563. Is. 2. Pp. 160-164.
9. Гущина В. А., Лыкова А. С., Токарева И. Н. Технологические приемы возделывания ярового рапса и их энергетическая и экономическая эффективность // Нива Поволжья. 2010. № 2 (15). С. 14-20.
10. Beckie H. J., Johnson E. N., Blackshaw R. E., Gan Y. Weed suppression by canola and mustard cultivars // Weed Technol. 2008. Vol. 22. Pp. 182-185.
11. Environmental effects on the relative competitive ability of canola and small-grained cereals in a direct-seeded system / K. N. Harker [at all.] // Weed Sci. 2011. Vol. 59. Pp. 404-415.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.

-
13. Акманаев Э. Д. Инновационные технологии в агробизнесе: учебное пособие. Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. 335 с.
14. Посыпанов Г. С., Долгодворов В. Е. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур : учебное пособие. М.: МСХА, 1995. 21 с.
15. Лобков В. Т., Кружков Н. К., Забродкин А. А. Оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в зависимости от способов основной обработки почвы в Центральном-Черноземном регионе // Вестник Орловского ГАУ. 2013. Т. 40. № 1. С. 8–11.

ENERGY ASSESSMENT OF SOWING METHODS AND STANDARDS OF SEEDING IN AGROTECHNIQUE OF SPRING RAPESEED IN CONDITIONS OF THE MIDDLE PREDURALIE

A. A. Shishkin,

Kungur Agricultural College

2, Poletaevskaya Street, Kungur, Russia, 617475

A. S. Bogatyreva, Cand. Agr. Sci.,

E. D. Akmanaev, Cand. Agr. Sci., Associate Professor,

Perm State Agro-Technological University

23, Petropavlovskaya Street, Perm, Russia, 614990

E-mail: akmanaev@mail.ru

ABSTRACT

The article discusses the results of the energy assessment of various methods of sowing and norms for sowing of spring rapeseed of the Ratnik variety and Smilla hybrid in the Middle Preduralie. Analysis of data from three-year studies (2017-2019) conducted on the sod-fine-podzolic heavy-loamy soil of the experimental field of the FSBEI HE Perm SATU revealed a direct dependence of energy output with the crop on the sowing rate. According to the results of the agro-energy assessment, the largest amount of energy in the crop was determined in versions with a sowing rate of 3 million germinating grains/ha and amounted to 48360.04 and 48591.42 MJ/ha for the Ratnik variety and Smilla hybrid, respectively. The maximum energy efficiency indicators (4.6-4.9) were formed by agrocenoses of spring rapeseed in sowing the maximum, from the studied sowing standards, regardless of the sowing method. In the same versions, the minimum energy consumption for obtaining 1 fodder unit (3.85-4.04 MJ of Ratnik variety and 3.79-3.96 MJ of foreign selection hybrid).

Key words: spring rapeseed, variety, hybrid, sowing method, norm of sowing, energy assessment.

References

1. Potseluev O. M. Optimizatsiya sortovykh tekhnologii vozdelvaniya yarovogo rapsa v usloviyakh lesostepnoi zony Zapadnoi Sibiri (Optimization of varietal technologies for cultivating spring rapeseed in the forest-steppe zone of Western Siberia), *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2013, No. 5, Pp. 25-32.
2. Nurlygayanov R. B., Filimonov A. L. Proizvodstvo semyan yarovogo rapsa (Production of spring rapeseed seeds), *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*, 2018, No. 4, Pp. 20-22.
3. Artemov I. V., Karpachev V. V. Raps – maslichnaya i kormovaya kul'tura (Raps – oilseed and fodder culture), *Lipetsk, Orius*, 2005, 144 p.
4. Kuznetsova G. N., Polyakova R. S. Osobennosti tekhnologii vozdelvaniya rapsa v Zapadnoi Sibiri (Features of rapeseed cultivation technology in Western Siberia), *Raps – kul'tura XXI veka: aspekty ispol'zovaniya na prodovol'stvennye, kormovye i energeticheskie tseli*, Sb. nauch. dokl. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., *Lipetsk*, 2005, Pp. 152-155.
5. Kurbangaliev R. N., Bogatyreva A. S., Akmanaev E. D. Sravnitel'naya otsenka zarubezhnykh gibridov yarovogo rapsa v usloviyakh Srednego Predural'ya (Comparative assessment of foreign hybrids of spring rapeseed in the Middle Preduralie), *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2017, No. 2, Pp. 43-46.
6. Fedotov V. A., Goncharov S. V., Savenkov V. P. Raps Rossii (Raps of Russia), *M., Agroliga Rossii*, 2008, 336 p.
7. Kuznetsova G. N., Polyakova R. S. Sortoispytanie rapsa yarovogo v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri (Field testing of spring rapeseed in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia), *Vestnik OMGAU*, 2016, No. 4 (24), Pp. 21-25.
8. Sohrabi M., Zebarjadi A., Najaphy A., Kahrizi D. Isolation and sequence analysis of napin seed specific promoter from Iranian Rapeseed (*Brassica napus* L.), *Gene*, 2015, Vol. 563, Is. 2, Pp. 160-164.
9. Gushchina V. A., Lykova A. S., Tokareva I. N. Tekhnologicheskie priemy vozdelvaniya yarovogo rapsa i ikh energeticheskaya i ekonomicheskaya effektivnost' (Technological techniques of spring rapeseed cultivation and their energy and economic efficiency), *Niva Povolzh'ya*, 2010, No. 2 (15), Pp. 14-20.
10. Beckie H. J., Johnson E. N., Blackshaw R. E., Gan Y. Weed suppression by canola and mustard cultivars, *Weed Technol.*, 2008, Vol. 22, Pp. 182-185.
11. Environmental effects on the relative competitive ability of canola and small-grained cereals in a direct-seeded system, K. N. Harker [at all.], *Weed Science*, 2011, Vol. 59, Pp. 404-415.
12. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (Field experiment methods), *M., ID Al'yans*, 2011, 352 p.
13. Akmanaev E. D. Innovatsionnye tekhnologii v agrobiznese (Innovative technologies in agribusiness), *uchebnoe posobie*, Perm', FGBOU VPO Permskaya GSKhA, 2012, 335 p.
14. Posypanov G. S., Dolgodvorov V. E. Energeticheskaya otsenka tekhnologii vozdelvaniya polevykh kul'tur (Energy assessment of field crop technology), *uchebnoe posobie*, *M., MSKhA*, 1995, 21 p.
15. Lobkov V. T., Kruzhkov N. K., Zabrodin A. A. Otsenka effektivnosti vozdelvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v zavisimosti ot sposobov osnovnoi obrabotki pochvy v Tsentral'no-Chernozemnom regione (Assessment of the effectiveness of crop cultivation depending on the methods of main tillage in the Central Chernozem region), *Vestnik Orlovskogo GAU*, 2013, T. 40, No. 1, Pp. 8–11.