

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ОТ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

Сабир Вагидович Кадыров
Алексей Алексеевич Ртищев
Евгения Владимировна Панина

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

С каждым годом в России растет объем производства растительных масел, за последние 10 лет он увеличился более чем в два раза, причем 80% приходится на подсолнечное масло. С точки зрения питания человека важным является не только потребляемое количество, но и состав, и вид масла. Поскольку в подсолнечном масле отсутствуют ненасыщенные жирные кислоты, в рацион питания современного человека необходимо вводить масла других культур: льна, сои, амаранта, рапса, рыжика, кунжута, ляллеманции. С целью более широкого использования данных культур возникла необходимость уточнить приемы их возделывания в ЦЧР. Важнейшим условием получения высоких урожаев является формирование оптимальной густоты стояния растений, которая, в свою очередь, задается нормой высева семян. Проведены исследования по выявлению особенностей развития, роста и формирования урожая исследуемых культур при трех нормах высева. Экспериментальные исследования проводили на полях Воронежского госагроуниверситета по общепринятым методикам. Использовались следующие методы исследований: полевой, лабораторно-аналитический, сравнительный и др. Средняя полевая всхожесть сои составляла 72,5-81,6%, рапса – 59,6-67,8%, рыжика – 67,8-62,2%, амаранта – 57,1-65,5%, льна – 69,2-75,3%, кунжута – 46,5-52,7%, ляллеманции – 70,1-79,5%. За период исследований определена зависимость урожайности масличных культур от густоты стояния растений. Установлены обеспечивающие наибольшую урожайность оптимальные нормы высева следующих культур: сои (19,9 ц/га) – 0,8 млн шт./га; рапса (15,6 ц/га) – 2 млн шт./га; рыжика (15,0 ц/га) – 8 млн шт./га; льна (22,2 ц/га) – 10 млн шт./га; амаранта (30,5 ц/га) – 0,8 млн шт./га.; кунжута (4,5 ц/га) – 1,7 млн шт./га; ляллеманции (6,7 ц/га) – 5 млн шт./га.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: масличные культуры, растительные масла, густота стояния растений, нормы высева, урожайность.

OIL-YIELDING CROPS PRODUCTIVITY DEPENDENCE ON THE DENSITY OF PLANTING

Sabir V. Kadyrov
Aleksey A. Rtishchev
Evgeniya V. Panina

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The volume of production of vegetable oils in Russia is increasing each year: it has more than doubled over the past 10 years and 80% of overall volume is accounted for by sunflower oil. In terms of human nutrition not only the consumed amount is essential, but also the composition and type of oil. Since there are no unsaturated fatty acids in sunflower oil, the diet of modern people should be enriched with other oil crops: flax, soybean, amaranth, rapeseed, camelina, sesame, and lallemantia. In order to increase the use of these crops it was necessary to clarify the methods of their cultivation in the Central Chernozem Region. The most important condition for obtaining high yields is the formation of an optimal density of planting, which, in its turn, is defined by seeding rates. Investigations were conducted to identify features of development, growth and formation of yield of the studied crops at three seeding rates. Experimental studies were conducted in the fields of Voronezh State Agrarian University using conventional techniques. Research methods included the field, laboratory analytical, comparative, etc. The average field germination was 72.5-81.6% for soybean, 59.6-67.8% for rapeseed, 67.8-62.2% for camelina, 57.1-65.5% for amaranth, 69.2-75.3% for flax, 46.5-52.7% for sesame, and 70.1-79.5% for lallemantia. Over the study period the authors have determined oil-yielding crops productivity dependence on the density of planting and established the optimal seeding rates that ensure the highest yield of the following crops: soybean (19.9 c/ha) – 0.8 million units/ha; rapeseed (15.6 c/ha) – 2 million units/ha; camelina (15.0 c/ha) – 8 million units/ha; flax (22.2 c/ha) – 10 million units/ha; amaranth (30.5 c/ha) – 0.8 million units/ha; sesame (4.5 c/ha) – 1.7 million units/ha; and lallemantia (6.7 c/ha) – 5 million units/ha.

KEY WORDS: oil crops, vegetable oils, density of planting, seeding rates, crop yield.

Введение
Масличные семена являются ценным источником получения пищевых и кормовых продуктов, основными из которых являются нерафинированные и рафинированные масла.

В состав растительных масел входят незаменимые для организма человека ненасыщенные жирные кислоты, витамины, фосфолипиды, фитостерины. Жирные кислоты в организме человека входят в состав биологических мембран, регулируя их проницаемость, осуществляют межклеточные и рецепторные взаимодействия, участвуют в мышечном сокращении, иммунохимических и других процессах.

Группы жирных кислот выполняют различные функции в организме, поэтому и поступать с пищей они должны в разных количествах. Оптимальное для питания человека соотношение насыщенных, мононенасыщенных, полиненасыщенных групп жирных кислот составляет 2,5 : 3 : 1,1. Оптимальное соотношение кислот семейств омега-6 (линолевая, арахидоновая) к омега-3 (α -линоленовая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая) составляет 10 : 1 – 8 : 1 для ежедневного питания и может снижаться до 4 : 1 для лечебного питания [4, 6, 9, 10, 11].

Основную часть рациона растительных масел современного российского человека составляет подсолнечное масло, содержание омега-3 кислот в котором порядка 0,1%. Для решения проблемы несбалансированности жирнокислотного состава поступающих в организм человека жиров целесообразно расширять ассортимент растительных масел за счет масел, имеющих высокое содержание кислот семейства омега-3 и других незаменимых веществ. Перспективными для ЦЧР культурами являются соя, рапс, лен, рыжик, амарант, кунжут, ляллеманция [8].

В России производство подсолнечного масла достигало 95% от общего объема растительных масел. В течение последних десяти лет производство подсолнечного масла стало снижаться и сократилось до 82-83%, оставаясь на этом уровне с 2013 г. В последние годы объемы масел, производимых из сои и рапса, увеличились до 8% (каждой культуры) от общего объема производства масел, увеличиваются посевные площади, занимаемые рыжиком и масличным льном, валовой сбор последнего в 2015 г. достиг рекордной отметки в 550 тыс. т [1, 3, 7].

В связи с расширением использования данных культур возникла необходимость уточнить приемы их возделывания в ЦЧР. Одним из основных условий получения максимальных урожаев семян является заданная нормой высева семян оптимальная густота стояния растений. Как загущенные, так и изреженные посева снижают урожайность и конечный сбор масла [5].

Методика эксперимента

Опыты по изучению влияния густоты стояния растений на урожайность и качество семян масличных культур проводили на полях Воронежского ГАУ в 2009-2012 гг. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое – 4,5%, рН – 6,1-6,9, степень насыщенности основаниями – 74-76%, содержание обменного калия – 11,7-14,4 мг и подвижного фосфора – 7,3-11,8 мг на 100 г почвы.

Исследуемые культуры, сорта и нормы высева представлены в таблице 1.

Таблица 1. Нормы высева семян масличных культур

Культура	Норма высева, млн шт./га		
	0,8	0,65	0,5
Соя (<i>Glycine max</i>) – Белгородская 48	0,8	0,65	0,5
Рапс (<i>Brassica napus</i>) – Ратник	3	2,5	2
Рыжик (<i>Camelina sativa</i>) – ВНИИМК 520	8	6	4
Лен (<i>Linum usitatissimum</i>) – Небесный	10	8	6
Амарант (<i>Amaranthus paniculatus</i>) – Крепыш	1,5	1,2	0,8
Ляллеманция (<i>Lallemantia iberica</i>) – ДСС-2-55	5	4	3
Кунжут (<i>Sesamum indicum</i>) – Солнечный	2	1,7	1,4

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Посев проводили в средние сроки с междурядьями для льна, рапса, рыжика, люцерны 15 см, сои, кунжута, амаранта – 45 см [6]. Опыты заложены в 4-кратной повторности. Использовалась общепринятая для ЦЧР агротехника. Предшественник – озимая пшеница.

Исследования проводили по общепринятым методикам и действующим ГОСТам [2].

Результаты и их обсуждение

Данные о полевой всхожести и густоте стояния растений приведены в таблице 2.

Таблица 2. Полевая всхожесть и густота растений

Культура	Норма высева, млн шт./га	Полевая всхожесть, %				Густота стояния растений перед уборкой, млн шт./га			
		2009 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее	2009 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее
Соя	0,8	68,8	79,6	77,2	75,2	0,47	0,54	0,53	0,51
	0,65	70,8	81,8	79,4	77,3	0,44	0,48	0,45	0,46
	0,5	76	85	83,8	81,6	0,36	0,41	0,39	0,39
Рапс	3	57,7	60	61,2	59,6	1,42	1,39	1,46	1,42
	2,5	61,2	64,3	65,3	63,6	1,27	1,29	1,31	1,29
	2	65	68,7	69,6	67,8	1,12	1,11	1,15	1,13
Рыжик	8	38	55,6	48,7	47,4	2,55	3,96	3,47	3,33
	6	45	63,2	56,3	54,8	2,42	3,39	2,94	2,92
	4	53	69,8	63,9	62,2	1,95	2,67	2,32	2,31
Амарант	1,5	58	54,7	58,7	57,1	0,71	0,64	0,73	0,69
	1,2	60,8	58,1	61,9	60,3	0,63	0,56	0,62	0,60
	0,8	66,3	63	67,3	65,5	0,45	0,4	0,45	0,43
Лен	10	62,5	74,1	71,1	69,2	5,52	6,2	6,04	5,92
	8	64	76,3	73,1	71,1	4,6	5,31	5,34	5,08
	6	69	79,6	77,4	75,3	3,9	4,21	4,35	4,15
Кунжут	2	47	44,8	47,8	46,5	0,8	0,71	0,81	0,77
	1,7	51,2	49,1	52,2	50,8	0,74	0,66	0,74	0,71
	1,4	52,9	51	54,1	52,7	0,64	0,58	0,64	0,62
Ляллеманция	5	-	68,7	71,5	70,1	-	3,02	3,32	3,17
	4	-	71,9	74,9	73,4	-	2,65	2,84	2,75
	3	-	76,3	79,5	77,9	-	2,15	2,29	2,22

Средняя полевая всхожесть сои составляла 72,5-81,6%, рапса – 59,6-67,8%, рыжика – 67,8-62,2%, амаранта – 57,1-65,5%, льна – 69,2-75,3%, кунжута – 46,5-52,7%, люцерны – 70,1-79,5%.

Данные об урожайности культур представлены в пересчете на 100% чистоту и стандартную влажность в таблице 3.

Урожайность сои в 2009 г. при нормах высева 0,8 и 0,65 млн шт./га отличалась незначительно и составила соответственно 21,4 и 21 ц/га, а при минимальной норме высева урожайность была значительно ниже – 18,3 ц/га. В 2011 г. наблюдалось увеличение урожайности с увеличением нормы высева с 14,9 ц/га при 0,5 млн шт./га до 19,6 ц/га при 0,8 млн шт./га. В 2012 г. урожайность так же, как и в 2009 г. при нормах высева 0,8 и 0,65 млн шт./га отличалась незначительно и составляла 18,7 и 18,0 ц/га, а при норме 0,5 млн шт./га урожайность составила 15,7 ц/га. Наибольшая средняя урожайность сои за 3 года составила 19,9 ц/га при норме высева 0,8 млн шт./га.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Таблица 3. Урожайность культур в зависимости от нормы высева

Культура	Норма высева, млн шт./га	Урожайность, ц/га			
		2009 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее
Соя	0,8	21,4	19,6	18,7	19,9
	0,65	21,0	17,4	18,0	18,8
	0,5	18,3	14,9	15,7	16,3
НСР 0,5		2,23	1,42	2,03	
Рапс	3	13,6	12,4	14,1	13,4
	2,5	12,2	14,0	14,9	13,7
	2	14,6	15,9	16,2	15,6
НСР 0,5		4,4	4,51	4,35	
Рыжик	8	15,4	14,7	14,8	15,0
	6	13,1	13,0	13,9	13,3
	4	13,3	11,9	11,3	12,2
НСР 0,5		1,85	2,04	1,72	
Лен	10	22,6	19,2	24,8	22,2
	8	16,9	15,3	19,4	17,2
	6	20,6	13,9	15,4	16,6
НСР 0,5		6,74	5,51	4,74	
Амарант	1,5	31,1	22,3	18,7	24,0
	1,2	34,4	23,9	20,7	26,3
	0,8	43,3	25,8	22,4	30,5
НСР 0,5		7,74	6,3	5,99	
Кунжут	2	4,7	4,0	3,4	4,0
	1,7	5,3	4,6	3,6	4,5
	1,4	5,1	4,2	3,2	4,2
НСР 0,5		1,17	1,68	1,36	
Ляллеманция	5	-	6,1	7,3	6,7
	4	-	5,4	6,8	6,1
	3	-	5,5	5,4	5,4
НСР 0,5		-	0,57	0,53	

В 2009 г. четкой закономерности в зависимости урожайности рапса от нормы высева не наблюдалось. В 2011 г. урожайность рапса возрастала при уменьшении нормы высева и составила 12,4 ц/га при 3 млн шт./га, 14,0 ц/га – при 2,5 млн шт./га и 14,9 ц/га – при 2 млн шт./га. Также обратная зависимость сохранилась и в 2012 г.: наибольшая урожайность (16,2 ц/га) была при минимальной норме (2 млн шт./га). Максимальная средняя урожайность рапса за 3 года составила 14,9 ц/га при норме высева 2 млн шт./га.

Наибольшая урожайность рыжика в 2009 г. составила 15,4 ц/га и была получена при норме высева семян 8 млн шт./га. В 2011 г. максимальная урожайность составила 14,7 ц/га также при максимальной норме высева, а при снижении нормы высева в 2 раза урожайность снизилась на 2,8 ц/га. В 2012 г. урожайность составила 11,3 ц/га при 4 млн шт./га, 13,9 ц/га – при 6 млн шт./га и 14,8 ц/га – при 8 млн шт./га. Максимальная средняя урожайность за 3 года составила 15 ц/га при норме высева 8 млн шт./га.

Наибольшая урожайность льна (22,6 ц/га) в 2009 г. была достигнута при максимальной норме высева (10 млн шт./га). Урожайность в 2011 г. была несколько ниже и составила 19,2 ц/га при 10 млн шт./га, 15,3 ц/га – при 8 млн шт./га и 13,9 ц/га – при 6 млн шт./га. В 2012 г. при максимальной норме высева (10 млн шт./га) наблюдалось значительное увеличение урожайности (24,8 ц/га) по сравнению с урожайностью при минимальной (6 млн шт./га) и средней (8 млн шт./га) норме высева, составившей соответственно 19,4 и 15,4 ц/га. Максимальная средняя урожайность за 3 года (22,2 ц/га) также была при норме высева 10 млн шт./га.

Урожайность амаранта в 2009 г. была значительно выше, чем в последующие годы. При уменьшении нормы высева наблюдается значительное увеличение урожайности се-

мян: с 31,1 ц/га при 1,5 млн шт./га до 43,3 ц/га при 1,2 млн шт./га. В 2011 г. разница между максимальной и минимальной урожайностью составила 3,5 ц/га, максимальное значение (25,8 ц/га) было достигнуто при минимальной норме (0,8 млн шт./га). В 2012 г. урожайность амаранта увеличивалась обратно норме высева – с 18,7 ц/га (1,5 млн шт./га) до 22,4 ц/га (0,8 млн шт./га). Максимальная средняя урожайность за 3 года составила 30,5 ц/га при норме высева 0,8 млн шт./га.

Для кунжута условия среды оказались неблагоприятными, в основном сказывались недостаточные сумма активных температур и количество осадков в период всходов, этим обуславливалась низкая урожайность, не превышавшая 5,3 ц/га в 2009 г. Максимальная урожайность кунжута наблюдалась при средней норме высева 1,7 млн шт./га. В 2011 г. она составила 4,6 ц/га, в 2012 г. – 3,6 ц/га. Максимальная средняя урожайность за 3 года составила 4,5 ц/га при норме высева 1,7 млн шт./га.

Урожайность ляллеманции была также невысокой. Максимальная урожайность (6,1 ц/га в 2011 г. и 7,3 ц/га в 2012 г.) достигнута при норме высева 5 млн шт./га. Урожайность в 2012 г. была незначительно выше, чем в 2011 г. Максимальная средняя урожайность за 3 года составила 6,7 ц/га при норме высева 5 млн шт./га.

Выводы

За период исследований была определена зависимость урожайности масличных культур от густоты стояния растений.

Установлены обеспечивающие наибольшую урожайность оптимальные нормы высева следующих культур:

- соя (19,9 ц/га) – 0,8 млн шт./га;
- рапс (15,6 ц/га) – 2 млн шт./га;
- рыжик (15,0 ц/га) – 8 млн шт./га;
- лен (22,2 ц/га) – 10 млн шт./га;
- амарант (30,5 ц/га) – 0,8 млн шт./га;
- кунжут (4,5 ц/га) – 1,7 млн шт./га;
- ляллеманция (6,7 ц/га) – 5 млн шт./га.

Библиографический список

1. Аграрные рынки: итоги 2015 г. и перспективы 2016 г. от ИКАР // Институт конъюнктуры аграрного рынка. 30.12.15 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ikar.ru/lenta/564.html#sunseeds> (дата обращения: 08.01.2016).
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований) : учебник / Б.А. Доспехов. – 6-е изд. – Москва : Альянс, 2011. – 352 с.
3. Информация о социально-экономическом положении России. 2015 год (предварительные данные). – Москва : РОССТАТ, 2016. – 110 с.
4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : методические рекомендации МР 2.3.1.2432–08.3.2.1. – Москва : Рациональное питание, 2008. – 41 с.
5. Растениеводство Центрально-Черноземного региона : учебник для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям ; под ред. проф. В.А. Федотова и члена-корреспондента РАСХН В.В. Коломейченко. – Воронеж : Изд-во Центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. – 464 с.
6. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ : методические рекомендации. – Москва : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 46 с.
7. Хитров С. Сами не съедим – людям продадим. Обзор российского рынка растительного масла / С. Хитров // Russian food & drinks market magazine. – 2015. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=2117> (дата обращения: 08.01.2016).
8. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов. – Москва : КолосС, 2003. – 359 с.
9. Campos H. Linolenic Acid and Risk of Nonfatal Acute Myocardial Infarction / H. Campos, A. Baylin, W.C. Willett // Circulation. – 2008. – Vol. 118. – P. 339-345.
10. Molendi-Coste O. Why and How Meet n-3 PUFA Dietary Recommendations / O. Molendi-Coste, V. Legry, I.A. Leclercq // Gastroenterol Res Pract. – 2011. – URL: DOI: 10.1155/2011/364040.
11. Weaver K.L. Effect of Dietary Fatty Acids on Inflammatory Gene Expression in Healthy Humans / K.L. Weaver, P. Ivester, M. Seeds // J Biol Chem. – 2009. – Vol. 284. – No. 23. – P. 15400–15407.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Сабир Вагидович Кадыров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-77-18, E-mail: sabir@yandex.ru.

Алексей Алексеевич Ртищев – ассистент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-72-27, E-mail: alexey.vrn@mail.ru.

Евгения Владимировна Панина – ассистент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-72-27, E-mail: panina-genia@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 13.03.2016

Дата принятия к печати 26.04.2016

AUTHOR CREDENTIALS Affiliation

Sabir V. Kadyrov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Crop Science, Forage Production and Agricultural Technologies, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-77-18, E-mail: ksabir@yandex.ru.

Aleksey A. Rtishchev – Assistant, the Dept. of Processing Industries Operations and Equipment, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-72-27, E-mail: alexey.vrn@mail.ru.

Evgeniya V. Panina – Assistant, the Dept. of Processing Industries Operations and Equipment, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-72-27, E-mail: panina-genia@mail.ru.

Date of receipt 13.03.2016

Date of admittance 26.04.2016