

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НОРМАХ ЕГО ВЫСЕВА

ГУЩИНА Вера Александровна, Пензенский государственный аграрный университет
УПОЛОВНИКОВ Дмитрий Александрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЛЫКОВА Анна Сергеевна, Пензенский государственный аграрный университет
ЛЕТУЧИЙ Александр Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Определена оптимальная норма высева семян ярового рапса для повышения и стабилизации его урожайности в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводили по общепринятым методикам в 2013–2015 гг. в условиях Бессоновского отделения ООО «Телегино-Агро» Пензенской области на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом. Фенологические и биометрические наблюдения осуществляли в основные фазы роста и развития рапса. При посеве ярового рапса сорта Герос применяли следующие нормы высева: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 и 4,0 млн всхожих семян на 1 га. Погодные условия в годы проведения исследований были различными, наиболее благоприятным был 2013 г. Увеличение нормы высева семян от 1,5 до 4,0 млн шт./га не оказывало существенного влияния на полноту всходов, которая в среднем за три года была в пределах 76,0 %. Однако снижались такие показатели, как сохранность растений к уборке (от 84,6 до 75,4 %), ветвление (от 5,0 до 3,9 шт./раст.), число стручков (от 26,2 до 17,6 шт.), семян в них (от 18,5 до 11,8 шт.) и масса 1000 семян (от 2,68 до 2,35 г). Оптимальная густота продуктивного стеблестоя рапса (118,6–146,0 шт./м²) и наиболее высокая урожайность маслосемян (1,40 и 1,45 т/га) были получены при высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян на 1 га. При этом условный чистый доход повышался на 16–44 %. Уменьшение нормы высева до 1,5 млн шт./га и увеличение до 4,0 млн шт./га привело к снижению урожайности на 0,15–0,24 т/га.

Диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию и средства ее производства в период становления рыночных отношений вынуждают аграриев внедрять в производство экономически выгодные культуры. Такой культурой в Среднем Поволжье является яровой рапс, площади которого в Пензенской области достигли 11,0 тыс. га [3, 4, 8].

В семенах рапса содержится 40,1–48,0 % масла, 21,0–32,4 % белковых веществ, 6,1–8,9 % клетчатки, 4,3–5,2 % минеральных веществ. Рапсовое масло, содержащее полиненасыщенные жирные кислоты (линолевую кислоту (ω -6) – 22,4 %, линоленовую (ω -3) около 8 %), в большей степени отвечает требованиям института питания РАМН, чем подсолнечное, которое относится к наиболее потребляемым растительным

маслам в нашей стране. Получение растительного масла из семян рапса способно решать сразу две проблемы: во-первых, это наиболее быстрый и экономичный путь качественного улучшения снабжения населения энергетическими продуктами питания; во-вторых, это решение обострившихся экономических проблем сельских товаропроизводителей, так как цены на его семена стабильно высокие [2, 4].

Вторичные продукты производства масел (жмыхи и шроты) используют для получения растительных белков кормового и пищевого назначения, а также для комбикормов. Корма, приготовленные на его основе, не имеют себе равных среди других культур по питательности, кормовым достоинствам и дешевизне производства [1, 5, 10].





Существенный интерес к рапсу повысило его официальное признание как одного из самых эффективных источников биотоплива, ценность которого заключается не только в его воспроизводимости, но и в меньшей токсичности. Углеродородов и окислов азота при сгорании рапсового масла образуется меньше, а выхлопные газы не содержат серы и тяжелых металлов. При производстве и использовании 1 л дизельного топлива, полученного из нефти, выделяется 3 кг CO₂, а из рапса – 0,5 кг. Для почвы и воды опасность загрязнения биотопливом низкая, так как оно почти полностью разлагается в течение 21 дня [11–13].

Цель данной работы – определение оптимальной нормы высева семян ярового рапса с целью повышения и стабилизации урожайности в лесостепной зоне Среднего Поволжья; обоснование экономической эффективности возделывания культуры.

Методика исследований. Работу проводили в 2013–2015 гг. в условиях Бессоновского отделения ООО «Телегино-Агро» Пензенской области в паровом звене севооборота на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом, с содержанием гумуса в пахотном горизонте 6,9 % (ГОСТ 26213–91), подвижного фосфора – 86–89 и обменного калия – 127–140 мг/кг почвы (ГОСТ 26204–91), рН_{сол} 5,3 (ГОСТ 26483–85), сумма поглощенных оснований – 41,0–44,0 мг-экв. на 100 г почвы (ГОСТ 27821–88).

Объект исследований – рапс яровой (*Brassica napus oleifera annua*, Metzger) сорт Герос, включен в Госреестр по Средневолжскому (7) региону [2]. Изучали шесть норм высева от 1,5 до 4,0 млн шт./га всхожих семян с интервалом 0,5 млн.

Повторность опыта четырехкратная. Размещение делянок систематическое, площадь делянки – 120 м². Предшественник – озимая пшеница. Способ посева рядовой с междурядьями 15 см. Глубина заделки семян 2–3 см. Все семена для посева обрабатывали инсектицидным протравителем системного действия Круизер (350 г/л тиаметоксам). Для борьбы с вредителями, однолетними и многолетними двудольными сорняками в фазе розетки листьев проводили обработку баковой смесью, состоящей из инсектицида контактного действия Ци-Альфа (100 г/л альфа-циперметрин) и

гербицида Татрел-300 (300 г/л клопиралид). Во время бутонизации использовали инсектицид от рапсового цветоеда и блошки [9].

Закладку и проведение опытов выполняли в соответствии с методикой Б.А. Доспехова [4]. Фенологические и биометрические наблюдения проводили в основные фазы роста и развития рапса, определение структуры урожая, его учет и другие сопутствующие исследования – по методике Госсортсети и рекомендациям ВНИИ кормов им. Вильямса [6, 7]. Густоту стояния растений подсчитывали в фазу полных всходов и перед уборкой на учетных площадках 0,25 м² в двух несмежных повторениях. Содержание сырого протеина определяли по Кьельдалю, масличность семян – методом обезжиренного остатка на аппарате Сокслета согласно ГОСТ 10857–64 [7]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [4].

Результаты исследований. Потенциал продуктивности культуры определяется в первую очередь ее биологическими особенностями и природно-климатическими условиями (температурным режимом и влагообеспеченностью растений) [1].

Погодные условия в годы проведения исследований были различными. Наиболее благоприятным был 2013 г. Вегетационный период характеризовался как влажный (ГТК – 1,2). Существенную роль в формировании урожая сыграли осадки конца июля – начала августа, так как они пришлось на период развития растений, соответствующий фазе созревания, но их обильное количество (124,0 мм) в период зеленый стручок – созревание затянуло вегетационный период.

В 2014 г. за вегетацию рапса осадков выпало в 2,3 раза меньше, чем за тот же период 2013 г., при сумме положительных температур 2104,1 °С. Дефицит осадков и жаркая погода в период цветения и созревания семян (ГТК 0,04–0,30) отрицательно повлияли на плодообразование и формирование семян.

Следовательно, изучение вопросов продуктивности ярового рапса невозможно без учета климатических условий, что особенно важно для капустных культур. Ана-



лиз динамики атмосферных осадков и теплового режима показал, что для лесостепи Среднего Поволжья характерно обострение засухи и экстремальное увлажнение в отдельные периоды. Поэтому для выращивания здесь ярового рапса необходимы обоснованные рекомендации по норме высева, не допускающей резкого ухудшения продуктивности и качества маслосемян.

Для рапса, как и для других сельскохозяйственных культур, важно получение дружных и полноценных всходов оптимальной густоты – изначального потенциала роста и развития растений. Фаза всходов является определяющей в формировании числа растений на единице площади посева, так как не все высеянные семена дают жизнеспособные проростки. На показатели полевой всхожести семян существенное влияние оказывают качество посевного материала, уровень агротехники и метеорологические условия в период посев – всходы.

Полнота всходов в 2013 г. была практически одинаковой – 84,1–85,0 %. Количество растений в этот период составляло 126,0–338,4 шт./м². В 2014 и 2015 гг. часть семян, попавших во влажный слой почвы, проросла, но для дальнейшего развития проростков влаги было недостаточно, и всходы не появились из-за повышенной чувствительности мелкосемянной культуры к иссушению верхнего слоя почвы. В связи с этим полевая всхожесть снизилась и составила в 2014 г. 73,1–74,0 %, густота всходов – 110,1–295,6 шт./м², в 2015 г. – 70,8–71,8 % и 114,5–305,7 шт./м² соответственно.

Сохранность растений к уборке зависит от погодных условий, влажности почвы и качества проведенных приемов ухода. Степень изреживания посевов тем больше, чем сильнее они загущены. В 2013 г. при норме высева 4,0 млн всхожих семян на 1 га сохранность растений составила 78,9 %, снижение нормы высева в 2,5 раза повысило сохранность на 7,1 %. Сухая и жаркая погода в 2014 г. способствовала увеличению числа вредителей, которые наносили значительный ущерб культурным растениям, в результате чего их сохранность снизилась до 68,0–74,8 %. Густота стеблестоя к уборке изменялась от меньшей нормы

высева к большей – 82,4–218,0 шт./м². В 2015 г. изреженность посевов была вызвана низкой полевой всхожестью (70,8–71,8 %), в результате чего сохранность растений составила 79,3–84,1 %, причем она снижалась по мере увеличения нормы высева.

Урожайность зависит от оптимального соотношения числа растений на 1 га и продуктивности каждого растения [14]. В связи с этим при постоянно меняющихся условиях среды все агротехнические приемы выращивания рапса должны быть направлены на максимальное образование продуктивных ветвей, стручков и семян высокого качества.

В 2013 г. при посеве рапса из расчета 1,5 млн всхожих семян/га количество ветвей первого порядка составило 5,2 шт./раст. При увеличении нормы высева до 4,0 млн всхожих семян/га происходило загущение посевов и ветвление снижалось до 4,0 шт./раст. В 2014 г. отмечали ветвей первого порядка 3,7–4,8 шт./раст. Достаточное количество влаги в 2015 г. в период стеблевания – бутонизация (ГТК 2,8) способствовало хорошему ветвлению растений (5,0 шт./раст.). Однако при увеличении числа высеваемых семян от 1,5 до 4,0 млн количество ветвей первого порядка снижалось до 3,9 шт./раст.

Наиболее важными элементами продуктивности ярового рапса являются количество стручков на растении и число семян в стручке. Одновременно с уменьшением количества ветвей первого порядка снижалось и количество стручков на растении. Так, в 2013 г. оно снизилось с 29,3 до 19,5 шт. В последующие два года период цветения и созревания семян характеризовался дефицитом осадков и жаркой погодой (ГТК 0,1–0,3), что отрицательно сказалось на плодообразовании и формировании семян рапса. В результате количество стручков на растениях было в 1,2–1,3 раза меньше, чем в первый год. Наибольшее количество семян в стручке сформировалось в 2013 г. (13,5–21,0 шт.), наименьшее (10,0–16,9 шт.) – в 2014 г.

Важным признаком, определяющим продуктивность растения, является масса 1000 семян. В 2013 г. она уменьшалась с 2,75 до 2,45 г по мере увеличения нормы высева. В 2014 г. засуха в период цветения

Урожайность ярового рапса, т/га

Норма высева, млн шт./га	2013 г.	2014 г.	2015 г.	В среднем
1,5	1,76	0,83	1,16	1,25
2,0	1,95	0,93	1,31	1,40
2,5	1,99	0,99	1,37	1,45
3,0	1,92	0,88	1,29	1,36
3,5	1,87	0,82	1,24	1,31
4,0	1,72	0,77	1,14	1,20

НСР₀₅: 2013 г. – 0,052 т/га; 2014 г. – 0,055 т/га, 2015 г. – 0,45 т/га.

и налива семян привела к снижению массы 1000 семян на 0,13 и 0,24 г по отношению к 2013 и 2015 гг. В среднем за три года исследований наиболее крупные семена (2,68 г) были получены при норме высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га. На 0,05–0,12 г масса 1000 семян была меньше при норме высева 2,0–2,5 млн всхожих семян на 1 га. Это снижение компенсируется количеством сохранившихся растений к уборке, следовательно, непосредственно влияет на урожайность.

Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо создавать благоприятные условия произрастания, которые представляют собой мощный фактор воздействия на рост и развитие растений. По данным исследований установлено, что изучаемый агроприем, а также погодные условия периода вегетации влияли на формирование урожая ярового рапса.

По годам исследований урожайность семян существенно варьировала. В 2013 г. при норме высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян/га получена максимальная урожайность семян 1,95 и 1,99 т/га (см. таблицу). Оптимальная густота стояния растений имеет особенно большое значение, так как оказывает значительное влияние на крупность и выравненность семян. Увеличение густоты стояния приводит к снижению числа и размеров генеративных органов на растении, в результате чего продуктивность резко падает. Так, увеличение нормы высева семян до 4,0 млн шт./га снизило

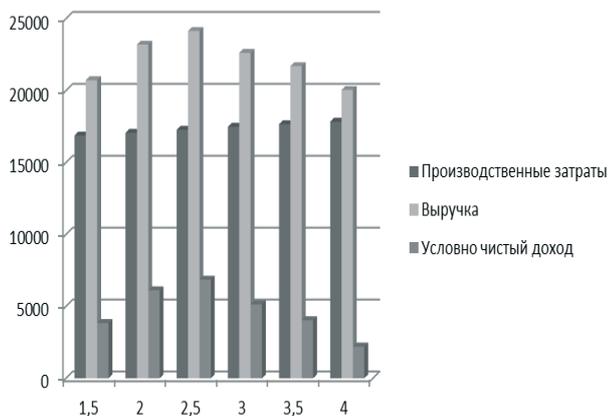
урожайность на 0,23–0,27 т/га, и она составила 1,72 т/га. Однако в посевах рапса продуктивность растений при норме 1,5 млн всхожих семян на 1 га не компенсирует чрезмерную изреженность, что приводит к снижению урожайности до 1,76 т/га.

Отрицательное влияние высоких температур и дефицит влаги в течение периода вегетации в 2014 г. привели к снижению урожайности в 2,0–2,3 раза по отношению к предыдущему году. В 2014 г. была получена минимальная урожайность (0,77–0,99 т/га). При этом прослеживалась закономерность формирования урожайности в зависимости от густоты стояния растений. Урожайность семян 0,93 и 0,99 т/га при норме высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян на 1 га превысила как более, так и менее загущенные посева.

В 2015 г. наивысшую урожайность семян 1,31 и 1,37 т/га обеспечили те же нормы высева, что и в предыдущие годы. Увеличение нормы высева до 4,0 млн всхожих семян на 1 га привело не только к перерасходу семян, но и к снижению урожайности до 1,14 т/га.

Совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур предполагает не только увеличение урожайности, но и повышение экономической эффективности производства продукции. При расчете экономической эффективности возделывания ярового рапса на семена учитывали прибавку урожая, производственные затраты, связанные со стоимостью семян, с посевом, внесением гербицида, об-





Экономическая оценка норм высева ярового рапса (2013–2015 гг.), руб./га

работкой растений инсектицидом, уборкой и перевозкой урожая. Расчет экономических показателей проводили на основе цен 2013–2015 гг. Затраты по возделыванию культуры определяли по технологическим картам.

Наибольшую выручку за годы исследований получили в 2015 г., так как цена реализации семян увеличилась в 1,6 раза по отношению к 2013 г. Максимальную стоимость продукции 27 510–28 770 руб./га обеспечил посев с нормой высева 2,0–2,5 млн всхожих семян/га. При снижении урожайности в 2014 г. до 0,77–0,99 т/га получена минимальная выручка 13 860–17 820 руб./га. Однако при норме высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян на 1 га выручка от реализации маслосемян составила 16 740–17 820 руб./га.

С увеличением нормы высева и урожайности производственные затраты повышались в 2013 г. с 14 605 до 15 598 руб./га, в последующие годы – с 19 800 до 20 810 руб./га. В 2013 г. максимальная урожайность 1,95–1,99 т/га была получена на варианте с нормой высева рапса 2,0–2,5 млн шт./га, что привело к повышению условного чистого дохода соответственно до 10 510 и 10 833 руб./га. Увеличение или уменьшение норм высева рапса привело к снижению урожайности и условного чистого дохода. В 2015 г. наибольший условный чистый доход 7530 и 8575 руб./га обеспечили те же нормы высева. Аналогичное изменение прослеживалось и в 2014 г., но условный чистый доход был в 1,7–2,8 раза ниже, чем в предыдущий и последующий годы.

Производственные затраты на выращивание ярового рапса возрастали по мере увеличения нормы высева от 1,5 до 4,0 млн всхожих семян на 1 га, в основном за счет их стоимости, – от 16 885 до 17 843 руб./га (см. рисунок). При этом выручка увеличилась на 1523–4100 руб./га.

Выводы. Для получения высоких урожаев ярового рапса важно обеспечить полноценное индивидуальное развитие растений и сформировать стеблестой, оптимальный по структуре.

Установлена оптимальная норма высева – 2,0 и 2,5 млн всхожих семян на 1 га. Уменьшение нормы высева до 1,5 млн всхожих семян на 1 га и увеличение ее до 4,0 млн снижало урожайность на 0,15–0,24 т/га.

В среднем за три года посев ярового рапса сорта Герос с нормой высева 2,0 и 2,5 млн всхожих семян на 1 га обеспечил максимальную урожайность маслосемян 1,40 и 1,45 т/га и наибольший условный чистый доход – 6127 и 6866 руб./га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гущина В.А., Лыкова А.С. Формирование продуктивности и качества маслосемян ярового рапса в лесостепи Среднего Поволжья. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 189 с.
2. Гущина В.А., Гришин Г.Е., Лыкова А.С. Технология возделывания ярового рапса: практические рекомендации. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 60 с.
3. Денисов Е.П., Четвериков Ф.П., Решетов Е.В. Роль люцерны и кукурузы как предшественников при возделывании подсолнечника в системе минимальной обработки почвы // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 12. – С. 12–14.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Карпова Л.В., Коротнев В.Д. Эффективность влияния технологий разных уровней интенсивности на семенную продуктивность и посевные качества семян безлисточковых сортов гороха // Нива Поволжья. – 2012. – № 2 (23). – С. 35–39.
6. Кондрашин Б.С., Мельник А.Ф., Бирюков А.В. Эффективность возделывания ярового рапса // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 11–12.
7. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые и зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / И.И. Бакшеева [и др.]. – М.: Колос, 1971. – 239 с.

8. Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1987. – 198 с.

9. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. – М.: Колос, 1968. – 496 с.

10. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в 2015 году: стат. бюл. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. – Пенза, 2016. – 274 с.

11. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, 2014 год: справочное издание. – М., 2013. – 692 с.

12. Уханов А.П., Рачкин В.А., Уханов Д.А. Рапсовое биотопливо. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – 229 с.

13. Федотов В.А., Гончаров С.В., Савенков В.П. Рапс России. – М.: Агролига России, 2008. – 336 с.

14. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании овса и подсолнечника на черноземе южном в Поволжье / Е.П. Денисов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 3. – С. 19–24.

Гущина Вера Александровна, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Растениеводство и лесное хозяйство», Пензенский государственный аграрный университет. Россия.

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.
Тел.: (8412) 62-83-67.

Уполовников Дмитрий Александрович, д-р с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.
Тел.: (8452) 23-32-92.

Лыкова Анна Сергеевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Растениеводство и лесное хозяйство», Пензенский государственный аграрный университет. Россия.

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.
Тел.: (8412) 62-83-67.

Летучий Александр Владимирович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.
Тел.: (8452) 23-32-92.

Ключевые слова: яровой рапс; норма высева; полевая всхожесть; урожайность; производственные затраты; условный чистый доход; эффективность.

PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF SPRING RAPE CULTIVATION AT THE DIFFERENT SEEDING RATE

Guschina Vera Aleksandrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the chair "Crop Production and Forestry", Penza State Agrarian University. Russia.

Upolovnikov Dmitriy Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Lykova Anna Sergeevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Crop Production and Forestry", Penza State Agrarian University. Russia.

Letuchiy Aleksandr Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: spring rape; seeding rate; field germination rate; yield; farm inputs; net income; efficiency.

It has been determined the optimal seeding rate of spring rape for increasing and stabilizing its yield in conditions of the forest steppe zone of the Middle Volga region. The studies were conducted according to generally accepted methods in 2013-2015 in the Bessonovka branch of LLC «Telegino-

Agro» located in the Penza region on chernozem leached, heavy loam. Phenological and biometric observations were carried out during the main phases of growth and development of rape. When sowing spring rape of Geros variety, seeding rates were as follows: 1.5; 2.0; 2.5, 3.0; 3.5 and 4.0 million germinated seeds per 1 ha. The weather conditions during the research were different, the most favorable was 2013. The increase in the seeding rate from 1.5 to 4.0 million pieces / ha did not have a significant effect on the number of seedling, which on an average for three years was within 76,0%. However, there was decreasing of such indicators as the plants' safety before harvesting (from 84.6 to 75.4%), order of roots (from 5.0 to 3.9 pieces per one plant), the number of pods (from 26.2 to 17.6 pcs.), seeds in pods (from 18.5 to 11.8 pcs.), and the mass of 1000 seeds (from 2.68 to 2.35 g). The optimal rape density (118.6-146.0 pcs./m²) and the highest yield of oilseeds (1.40 and 1.45 t/ha) were obtained after sowing of 2.0-2.5 million of germinated seeds per one 1 hectare. At the same time, net income increased by 16-44%. Reducing the seeding rate to 1.5 million pcs./ha and increasing to 4.0 million pcs./ha led to a decrease in yield by 0.15-0.24 t / ha..

