

Научная статья

УДК 633.853.55: 631.5:632.9

DOI: 10.25230/2412-608X-2023-3-195-48-57

Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 3. Исследования в опытах с рапсом)

Вячеслав Михайлович Лукомец
Николай Михайлович Тишков
Марина Валериевна Трунова
Сергей Анатольевич Семеренко

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 255-59-33

vniimk@vniimk.ru

Аннотация. В работе излагаются методические особенности проведения исследований в опытах с озимым и яровым рапсом. Приведены наблюдения и учёты в полевых опытах с рапсом по следующим показателям: строение, рост и развитие; фенология и биометрия; визуальная диагностика минерального питания рапса; методики обследования посевов для выявления болезней и вредителей; определение элементов структуры урожая; лабораторно-аналитические наблюдения; учёт урожая и расчёт потребления питательных элементов, сбора белка и масла с урожаем семян. Статья подготовлена на основании опубликованной книги авторов В.М. Лукомца, Н.М. Тишкова, С.А. Семеренко «Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами» (Краснодар, 2022).

Ключевые слова: методы научных исследований, рапс озимый и яровой, наблюдения и учёты в полевых опытах

Для цитирования: Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В., Семеренко С.А. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 3. Исследования в опытах с рапсом) // Масличные культуры. 2023. Вып. 3 (195). С. 48–57.

UDC 633.853.494:631.5:632.9

Methodology of agricultural and technical investigations in experiments with oil crops (Report III. Experiments with rapeseed)

Lukomets V.M., scientific tutor, doctor of agriculture, academician RAS

Tishkov N.M., chief researcher, doctor of agriculture

Trunova M.V., deputy director for science, PhD in biology

Semerenko S.A., head of the lab., leading researcher, PhD in biology

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 255-59-33

vniimk@vniimk.ru

Abstract. There are stated methodic peculiarities of investigations in experiments with spring and winter rapeseed. There are presented observations and accounts in the field experiments with rapeseed by the following indicators: plant structure, growth, and development; phenology and biometrics; the visual diagnostic of mineral nutrition of rapeseed; methods of crops observation to detect diseases and pests; the determination of elements of yield structure; analytic observations in laboratory; yield account and the calculation of the consumption of nutrients, oil and protein yields, and seed yield. The article is based on a published book “Methodology of agricultural and chemical investigations in experiments with oil crops” by Lukomets V.M., Tishkov N.M., and Semerenko S.A. (Krasnodar, 2022).

Key words: methodology of scientific research, spring and winter rapeseed, observations and accounts in field experiments

Введение. Подготовка магистров, аспирантов и научных сотрудников связана с необходимостью методического обеспечения научных агротехнических исследований и предусматривает умение исследователя обосновывать и разрабатывать планы научных исследований, проводить лабораторные, вегетационные и полевые эксперименты. Это требует от исследователя эрудиции, развитие самостоятельного мышления, критического отношения к имеющимся данным, умения обосновать выбор методики исследования, анализировать, обобщать и оценивать полученные результаты, делать научно обоснованные выводы, логически вытекающие из результатов исследований, разрабатывать и предлагать реко-

мендации для использования в сельскохозяйственном производстве.

Методика проведения исследований, учётов и наблюдений в опытах с рапсом [2; 3; 4; 5]

Основные элементы методики полевого опыта изложены в статье Лукомца В.М., Тишкова Н.М., Труновой М.В., Семеренко С.А., Махонина В.Л. «Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей)» [1].

Строение растений, рост и развитие

Корень стержневой, сильно развитый, с боковыми ответвлениями, который в верхней части достигает диаметра 10–30 мм и проникает на глубину до 200 см и более. Максимальной глубины корень достигает к фазе цветения. Основная масса корней с крупными боковыми ответвлениями располагается в верхних горизонтах почвы (0–60 см). В горизонтальном направлении крупные боковые ответвления распространяются до 40 см. Развитие тонких корней и корневых волосков слабое. Корень рапса отличается интенсивным ростом в начале вегетации.

Стебель прямостоячий, прочный, сильноветвистый, высотой 150–200 см. Образование боковых ветвей происходит после начала цветения главного стебля и зависит от сортовых особенностей, площади питания, обеспеченности влагой и питательными элементами.

Листья. У озимого рапса осенью образуется розетка из крупных лировидно-перистонадрезанных листьев с восковым налётом. Яровой рапс не образует розетку, а относительно быстро переходит в фазу растягивания. Нижние листья черешковые, лировидно-перистонадрезанные, по черешку и краям покрыты щетинистыми волосками. Верхние листья удлинённо-ланцетовидные с расширенным основанием, наполовину охватывающим стебель.

Число листьев на растении рапса до цветения зависит от образования боковых вет-

вей, находится в тесной взаимосвязи с числом стручков и с числом семян в стручках. Рост листьев у озимого рапса начинается сразу после всходов, а максимальная площадь листовой поверхности достигается в цветение.

Соцветие кистевидное, отцветающее снизу до верха. Кисти главного стебля имеют гораздо большее количество цветков, чем кисти боковых побегов. В одном соцветии число цветков может колебаться от 5 до 80.

Цветки жёлтые, бутоны расположены выше, чем открытые цветки. Продолжительность цветения отдельного цветка три дня, продолжительность цветения растений – от трех до пяти недель в зависимости от погодных условий. В посевах рапса цветение и образование стручков происходит параллельно, и на растениях находятся как цветки, так и стручки, и семена разной степени спелости. Из зачатков цветков только 10–20 % развиваются в фертильные цветки.

Плод – гладкий или слабобугорчатый стручок длиной 5–10 см с тонким коротким носиком. Стручок состоит из двух створок, в каждой из которых образуется до 20 семян. Число стручков на растении зависит от густоты стояния растений.

Семена округлой или шаровидной формы, синевато-чёрного, чёрно-коричневого или жёлто-коричневого цвета. Семенная оболочка у рапса при увлажнении не покрывается слизью. Масса 1000 семян у сортов озимого рапса варьирует в пределах 4,0–6,0 г, ярового рапса – от 2,6 до 6,0 г.

Озимый рапс при хорошо развитой розетке диаметром 20–25 см, состоящей из 7–8 листьев, при толщине корневой шейки 8–10 мм выдерживает зимнее понижение температуры до минус 17–19 °С без снежного покрова, а при снежном покрове толщиной не менее 2–4 см – до минус 23–25 °С. Рапс не выносит ледяной корки и затопления. Длительное воздействие близких к нулю положительных температур в осенний период может вызвать

Основные фазы роста и развития рапса

Фаза роста и развития	Морфологические признаки	Продолжительность фазы, сутки	
		озимого	ярового
1. Прорастание семян	Набухание семян, образование корешков, гипокотили и семядолей	6–7	8–9
2. Всходы	Выход семядолей на поверхность почвы, семядольные листья принимают горизонтальное положение	9–10	8–9
	Появляются первый–третий настоящие листья	10–12	8–10
3. Листообразование	Формируется розетка, появляется четвертый–двенадцатый лист	170–180	10–12
4. Стеблевание	Высота растений 25 см, начинается ветвление растений	10–12	8–10
5. Бутонизация	Появляются бутоны, диаметр соцветия 10–20 мм, происходит постепенное увеличение соцветия	10–12	8–10
6. Цветение	Появляются первые цветки на главном стебле. Полное цветение – число бутонов и цветков на растениях равное. Конец цветения – не распустилось 5 % бутонов, начинается подсыхание и опадение листьев	25–30	18–20
7. Созревание	Образуются зелёные стручки на главном стебле. На растении появилось 50 % стручков, завершилось их формирование, семена достигли нормальной величины (жёлто-зелёный стручок). Полное созревание – все стручки созрели, сухие, семена приобретают свойственную окраску, влажность семян 25–30 %	20–25	18–20

ферментативную активность в клетках, что снижает холодостойкость рапса до минус 6–8 °С. Наиболее чувствительны к этому сильно развитые и загущенные посевы. Весенние заморозки вызывают обрыв молодых корней, на корнях и стеблях – разрывы и трещины. Разрывы и трещины нарушают поступление воды и питательных веществ в растения и способствуют заражению грибными болезнями. Наибольшее отрицательное влияние на урожай оказывают весенние заморозки в период цветения растений. При пониженных температурах нарушается процесс оплодотворения и завязывания семян, бутоны и цветки увядают, стручки не образуются.

Яровой рапс прорастает при температуре 2–3 °С, повреждается заморозками, но может переносить кратковременное понижение температуры до минус 5 °С. При более сильных весенних заморозках при появлении всходов и образовании первых настоящих листьев посевы изреживаются и могут погибнуть. При повреждении заморозками в более поздние фазы развития скручиваются и разрываются стебли (симптомы «лебединых шей»), но при благоприятной в дальнейшем погоде эти повреждения не приводят к снижению урожая. Более сильное негативное влияние на величину урожая оказывают очень низкие отрицательные температуры в период цветения. При этом не происходит оплодотворение, не образуются стручки, цветок вместе с завязью опадает и остаются только черешки стручков.

Симптомы поражения сильными заморозками похожи на признаки повреждения рапсовым цветоедом.

В процессе онтогенеза рапс проходит 12 последовательных этапов органогенеза, сходных с этапами других видов высших растений.

В практической деятельности для наблюдений за ростом и развитием растений удобнее пользоваться фазами роста и развития рапса (таблица).

Визуальная диагностика питания рапса [2; 3; 4]

Определённые внешние признаки проявляются на растении вследствие нарушения их питания и обусловлены недостатком или токсичным избытком какого-либо элемента. Распознавание таких нарушений по внешним признакам представляет собой визуальную диагностику питания растений. При визуальной диагностике прежде всего устанавливают, внешний вид каких частей растений изменился, а затем уточняют дефицит или избыток элемента по характерным для каждого из них признакам.

Визуальная диагностика имеет значение только в том случае, если симптомы

дефицита элементов выявляются в самом начале их проявления, что позволяет быстро и достаточно точно установить причину и определить агрохимические приёмы по её устранению. Достоинство визуального метода диагностики заключается в его простоте и доступности для широкого использования в практике.

Перед использованием показателей визуальной диагностики необходимо убедиться, что растения не поражены болезнями или не повреждены вредителями, которые также изменяют внешний вид растений.

Дефицит азота проявляется в замедлении роста растений, снижении фотосинтетического потенциала, уменьшении массы корней. Ранним проявлением дефицита азота является бледно-зелёная окраска листьев нижнего яруса, затем листья приобретают красную окраску, буреют и засыхают.

Общими признаками дефицита азота у всех растений является одревеснение стеблей, задержка вегетативного роста, увеличение транспирации, уменьшение числа цветков и их быстрое опадение, ускорение созревания.

Недостаток азота встречается на всех почвах, но чаще на лёгких и супесчаных.

Дефицит фосфора. Физиологическое проявление дефицита фосфора у всех растений начинается с нижних листьев и распространяется постепенно вверх по растению. Листья становятся мелкими; молодые листья зелёные с синим оттенком, а более старые начинают желтеть; между жилками появляются небольшие некротические пятна, которые затем сливаются и листья засыхают. Часто на стеблях и нижней стороне листьев появляется фиолетово-красная окраска, края листьев загибаются кверху. При недостатке фосфора цветки мелкие, опадающие, резко уменьшается образование и развитие репродуктивных органов.

Недостаток фосфора встречается на всех почвах, но прежде всего на суглинистых и глинистых, преимущественно кислых почвах.

Дефицит калия. Общими признаками дефицита калия у всех растений является пожелтение листьев. В дальнейшем края листьев и их верхушки приобретают бурую окраску, иногда с похожими на ржавчину красными пятнами, а затем происходит отмирание и разрушение ткани этих участков. Листья при этом выглядят как бы обожжёнными (так называемый «ожог листа»).

Недостаток калия чаще встречается на песчаных, супесчаных, торфянистых и пойменных почвах.

Дефицит кальция. Недостаток кальция у всех растений отражается на развитии самых молодых органов и корней растений. Дефицит кальция вызывает ослизнение клеточных стенок и разрушение клеток. В результате корни, листья и отдельные участки стебля загнивают и отмирают. У растений снижается устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды. Проявляется дефицит кальция на верхних частях растения: верхние листья становятся белёсыми, в то время как нижние листья остаются зелёными. Острый дефицит кальция может вызвать отмирание точки роста. Недостаток кальция обостряется при низкой рН почвенного раствора.

Недостаток кальция чаще встречается на лёгких и кислых, торфяных и засоленных почвах.

Дефицит магния. Отток магния из старых листьев в молодые у всех растений происходит по жилкам листа, поэтому жилки долго остаются зелёными, а межжилковые участки листа приобретают желтоватую окраску. Постепенно пожелтевшая часть листа приобретает бурую окраску и ткань отмирает. Признаки дефицита магния проявляются прежде всего на старых листьях. Острый дефицит магния вызывает «мраморность» листьев, их скручивание и пожелтение.

У *ранса* симптом дефицита магния характеризуется «мраморностью» листьев. Затем листья приобретают окраску от красноватой до коричневой и отмирают.

Дефицит магния может наблюдаться на почвах с очень высоким содержанием обменного калия и аммонийного азота, а также на почвах лёгкого гранулометрического состава. Растения могут испытывать недостаток магния и в том случае, если в почвенном растворе отношение $Ca : Mg$ больше 11.

Дефицит серы у всех растений проявляется на молодых листьях: они становятся светло-зелёными, а позднее – жёлтыми, частично с красным оттенком. При недостатке серы стебли становятся более короткими, тонкими, одревесневшими, жёсткими и хрупкими, рост корней резко снижается.

У *rapса* на дефицит серы указывают более светлые, с мраморной окраской и пожелтевшие листья растений. На молодых и средних листьях появляются жёлтые пятна. Лепестки цветков приобретают беловатую окраску. При недостатке серы нарушается процесс образования стручков, в стручке формируются мелкие семена, иногда они вообще не образуются, снижается устойчивость растений к некоторым болезням (серой гнили, альтернариозу).

Дефицит бора. Симптомы дефицита бора у всех растений проявляются на верхних частях растений. Характерный признак недостатка бора – появление чёрных некротических пятен на молодых листьях. В растениях нарушается развитие проводящей сосудистой системы, что приводит к нарушению транспорта воды и питательных веществ. Особенно сильно страдают точки роста стеблей и корней. При остро выраженном дефиците бора точки роста отмирают.

У *rapса* бор играет важную роль в оплодотворении, повышает эластичность тканей, что снижает растрескивание стеблей и корневой шейки при низких температурах и интенсивном росте, способствует росту корня. При дефиците бора растения с запозданием развиваются, у них замедляется рост, слабо развиваются молодые листья, они имеют более светлую окраску, края листовых пласти-

нок скручиваются. На более старых листьях появляется красноватая или красновато-фиолетовая окраска. Позднее лопаются стебли, соцветие плохо развивается, подсыхает центр соцветия.

Недостаток бора чаще встречается на карбонатных, кислых почвах после их известкования, лёгких, заболоченных почвах. Симптомы борной недостаточности проявляются сильнее в сухую и жаркую погоду.

Дефицит меди. Общим симптомом дефицита меди у всех растений является побеление самых молодых листьев и скручивание их с последующим увяданием и отмиранием.

Недостаток меди чаще встречается на торфяно-болотных, песчаных и карбонатных почвах.

Дефицит марганца. У всех растений при недостатке марганца задерживается рост, но верхушечные точки роста не отмирают. Характерным симптомом дефицита марганца является точечный хлороз на верхних листьях: между жилками листа появляются жёлтые пятна, листья становятся светло-зелёными, бледно-зелёными, красными или серыми, позже ткани отмирают.

Недостаток марганца чаще встречается на песчаных, карбонатных, торфяных, пойменных почвах с нейтральной и щелочной реакцией почвенного раствора.

Дефицит молибдена. Симптомы дефицита молибдена сходны с признаками недостатка азота с той лишь разницей, что при недостатке азота признаки проявляются прежде всего на закончивших развитие листьях, а при недостатке молибдена – на верхних молодых листьях. При дефиците молибдена растения выглядят слаборазвитыми и имеют бледно-жёлтую окраску.

У *rapса* при дефиците молибдена на нижних листьях появляются некротические пятна, которые сопровождаются некрозом листовой пластинки. Листья по краям скручиваются и принимают чаше-

образную форму. Образуется меньшее число цветков.

Недостаток молибдена чаще встречается на сильнокислых, лёгких почвах.

Дефицит цинка сильнее проявляется на карбонатных почвах и усиливается при очень высоком содержании в почвах подвижных фосфатов. От цинковой недостаточности страдают прежде всего молодые органы растения. Симптомы дефицита цинка проявляются в виде ослабления роста и возникновения хлоротичных пятен между жилками листьев, в преждевременном созревании растений и резком снижении их продуктивности. Верхние листья бледнеют, а на нижних появляются бурые пятна, похожие на ржавчину.

Недостаток цинка встречается на разнообразных по гранулометрическому составу и кислотности почвах.

Методика обследования посевов капустных культур для выявления болезней и вредителей [2]

Учёт болезней

При образовании 1–3 настоящих листьев обследуют посевы озимых и яровых капустных культур на поражённость чёрной ножкой. Для этого на селекционных и семеноводческих посевах отбирают по диагонали поля 10 равноудалённых учётных площадок (проб). На каждой площадке выкапывают по 10 растений (по пять в двух смежных рядках), осматривают стебель, корневую шейку, корень. Определяют количество здоровых растений и поражённых чёрной ножкой.

При образовании 4–6 настоящих листьев обследуют посевы яровых капустных культур на поражённость растений пероноспорозом и фомозом. Учётные площадки располагают так же, как и при обследовании на поражённость чёрной ножкой. На каждой учётной площадке осматривают все розеточные листья растений, устанавливают количество здоровых и поражённых листьев и вычисляют

распространённость и развитие болезни на листьях.

Весной в начале возобновления вегетации озимых капустных культур посевы обследуют на поражённость растений снежной плесенью. При проявлении болезни отбирают 10 учётных площадок, в которых осматривают по 100 растений (по 25 растений в четырёх смежных рядках). На каждой площадке подсчитывают количество погибших и сильно поражённых растений. Общую распространённость болезни вычисляют как сумму процентов очажной гибели и изреживания.

В фазе полного цветения посевы озимых и яровых капустных культур обследуют на поражённость растений цилиндроспориозом, белой пятнистостью, альтернариозом, фомозом, белой ржавчиной. Отбирают 10 учётных площадок, с которых осматривают по 100 растений, как и при предыдущем обследовании. На каждой площадке анализируют поражённость стеблевых черешковых листьев растений на корню, не выкапывая их. На растении осматривают четыре нижних листа, физиологически отмершие листья не учитывают. На каждой учётной площадке анализируют 40 листьев (10×4), а на всей площади – не менее 400 ($10 \times 10 \times 4$).

В фазе образования жёлто-зелёного стручка посевы озимых и яровых капустных культур обследуют на поражённость растений белой и серой гнилями, альтернариозом, цилиндроспориозом, фомозом, вертициллёзным и фузариозным увяданием, белой ржавчиной. Учётные площадки отбирают так же, как и при учёте на поражённость чёрной ножкой. На каждой площадке осматривают все стебли растений и определяют распространённость фомоза, цилиндроспориоза, белой гнили на стеблях, анализируют все стручки учётных растений на поражённость альтернариозом.

На основании полученных при обследовании посевов данных вычисляют рас-

пространённость и развитие болезней по приведённым ниже балльным шкалам.

Развитие *пероноспороза, альтернариоза, светлой и белой пятнистости на листьях* определяют по шкале, в баллах:

0 баллов – здоровые листья;

1 балл – поражено (покрыто пятнами) до 5 % поверхности листа;

2 балла – от 5 до 25 %;

3 балла – от 25 до 50 %;

4 балла – от 50 до 75 %;

5 баллов – свыше 75 %.

Развитие *альтернариоза на стручках* определяют по шкале, в баллах:

0 баллов – здоровые стручки;

1 балл – на стручках мелкие поверхностные пятна (до 20 шт. и более);

2 балла – на стручках, кроме мелких пятен, 1–2 углублённых светло-бурых пятна (язвы) с чёрной каймой;

3 балла – на стручках, наряду с мелкими пятнами, 3–4 глубокие альтернариозные язвы (пятна), стручки укороченные, деформированные;

4 балла – на стручках 5–6 глубоких язв, стручки укороченные, деформированные, часто треснувшие.

Степень развития болезней вычисляют по формуле:

$$R = \frac{\Sigma(a \cdot b)}{N \cdot K} \cdot 100,$$

где R – степень развития болезни, %;

$\Sigma(a \cdot b)$ – сумма произведения числа листьев (или стручков) (a) на соответствующий им балл поражения (b);

N – общее количество учётных растений, шт.;

K – высший балл поражения;

100 – коэффициент для пересчёта в проценты.

Распространённость болезни вычисляют по формуле:

$$P = \frac{n}{N} \cdot 100,$$

где P – распространённость болезни, %;

N – общее количество учётных растений в пробах, шт.;

n – число поражённых или погибших растений, шт.;

100 – коэффициент для пересчёта в проценты.

Учёт вредителей

До появления всходов капустных культур учёт крестоцветных блошек на местах зимовок проводят на участках площадью 0,25 м², по 8 проб в каждом варианте. Просматривают листовую подстилку и слой почвы 5–10 см, выбирают и подсчитывают зимующих жуков.

Места ранневесенней концентрации вредителей изучают путем маршрутных обследований. В каждой станции осматривают 100 растений, по 10 в 10 местах, и учитывают количество вредителя на одно растение.

При появлении всходов учёт крестоцветных блошек проводят кошением сачком по 25 взмахов в четырех повторностях в каждом варианте. Количество жуков на 25 взмахов сачком пересчитывают на количество экземпляров на 1 м², исходя из площади, охватываемой 25 взмахами сачка, равной 7,5 м².

Оценку повреждённости крестоцветными блошками листовой поверхности проводят по шкале:

- слабая повреждённость – повреждено до 25 % листовой поверхности;

- средняя повреждённость – повреждено от 25 до 50 % листовой поверхности;

- сильная повреждённость – повреждено свыше 50 % листовой поверхности.

При образовании 4–6 настоящих листьев у ярового рапса выявляют наличие репной и капустной белянок, капустной совки, капустной моли путём осмотра проб из 10 растений, взятых подряд в десяти разных местах участка.

На всех капустных культурах выявляют и глазомерно оценивают интенсивность лёта капустной моли и рапсового пилильщика.

В фазах бутонизации – начале цветения выявляют наличие на растениях рапсового цветоеда, семенного скрытнохоботника, капустной тли. Учёт проводят отряхиванием жуков с 10 растений, расположенных в разных местах

участка, в сачок, вычисляя среднее количество их на одно растение.

Наблюдения и учёт в опытах с рапсом [2; 5]

Фенология

Фенологические наблюдения – регистрация очередной фазы развития с целью установления различий в росте и развитии растений по вариантам опыта.

Наблюдения за ростом и развитием растений проводятся на пробных площадках площадью 0,5–1,0 м² на каждой деланке опыта. Отмечают следующие даты:

- *посева*;

- *всходов* – появление на поверхности почвы семядольных листьев. Динамику появления всходов определяют подсчётом числа взошедших растений на пробных площадках после появления единичных всходов ежедневно или через сутки до появления 75–80 % взошедших растений;

- *образования розетки у озимого рапса*, состоящей из 7–8 листьев, подсчитывают число растений на пробных площадках ежедневно или через сутки до образования розетки у 75–80 % растений;

- *цветения*, подсчитывают число растений на пробных площадках ежедневно или через сутки до зацветания 75–80 % растений, при одинаковом числе бутонов и цветков на растении;

- *образования зелёного стручка*, подсчитывают число растений на пробных площадках ежедневно или через сутки до появления на растении 75 % зелёных стручков;

- *полного созревания* – подсчётом числа растений на пробных площадках ежедневно или через сутки до высыхания 75 % всех стручков, приобретения семенами свойственной сорту окраски, влажности семян 25–30 %.

Биометрия

Биометрия – наблюдения за количественными показателями роста и развития растений, признаками которых являются густота стояния растений, высота растений, сухая масса растений и т.д.

Наблюдения и учёт проводят на тех же пробных площадках, на которых проводили фенологические наблюдения.

Густоту стояния растений при образовании трёх–четырёх настоящих листьев определяют подсчётом числа растений на пробных площадках.

Густоту стояния растений озимого рапса после перезимовки определяют подсчётом сохранившихся растений на пробных площадках при возобновлении весенней вегетации.

Густоту стояния растений и стебле-стоя в фазе созревания определяют подсчётом числа растений и стеблей на пробных площадках.

Высоту растений определяют измерением высоты главного стебля растений на пробных площадках по 20–30 растениям в фазе образования зелёного стручка.

Определение структуры урожая

Для определения структуры урожая в фазе созревания на каждой деланке с пробных площадок площадью 0,5–1,0 м² отбирают единичные образцы растений (пробные снопы). Растения срезают секатором на уровне корневой шейки, связывают, прикрепляют этикетки с названием опыта, варианта, повторности и помещают в мешки.

В лаборатории в каждом единичном образце определяют показатели:

- *массу снопа*, г;

- *число растений в снопе*, шт.;

- *массу стеблей, листьев, стручков* на единице площади или с одного растения, г;

- *число стручков* на единице площади или на одном растении. Можно подсчитывать отдельно число стручков на главном стебле и боковых побегах, шт.;

- *число семян* с единицы площади или с одного растения, шт.;

- *массу семян* с единицы площади или с одного растения, г;

- *массу 1000 семян* по ГОСТ 12042-80, г [6]. Для этого берут две пробы по 500 семян и взвешивают с точностью ± 0,01 г.

Лабораторно-аналитические наблюдения

Определяют физические и химические свойства почвы, содержание питательных элементов в вегетативных надземных органах растений и в семенах.

Влажность почвы и запасы влаги определяют на глубину 150 см послойно

через 10 см: перед посевом или при полных всходах осенью на озимом рапсе, весной – на яровом рапсе и при возобновлении весенней вегетации озимого рапса в шести точках опыта; в фазе цветения сортов – на пробных площадках каждой делянки или в двух несмежных повторениях опыта, в фазе созревания – на тех же пробных площадках, на которых проводили отбор образцов в фазе цветения. В свежих единичных почвенных образцах по слоям почвы параллельно устанавливают влажность и содержание нитратной и аммонийной форм азота. Другие физические свойства почвы определяют в слое 0–40 или 0–60 см послойно через 10 см, если это предусмотрено программой исследований.

Агрохимические показатели почвы (за исключением форм минерального азота) изучают в слое 0–60 см послойно через 10 или 20 см, отбирая единичные почвенные образцы в 16 точках опыта осенью (для озимого рапса) и весной перед посевом или при полных всходах (яровой рапс), при возобновлении весенней вегетации озимого рапса. Каждый единичный образец почвы анализируют отдельно или готовят объединённые образцы почвы по слоям из двух единичных проб почвы. Если задачами исследований предусмотрено детальное изучение химических свойств почвы, отборы единичных почвенных образцов проводят на каждой делянке всех или в двух несмежных повторениях опыта, по 3–4 точки на делянке. Объединённую пробу почвы с делянки формируют по изучаемым слоям из единичных проб этой делянки.

Виды агрофизических и агрохимических анализов почвы определяются целями и задачами исследования.

Анализ растительных образцов включает определение содержания питательных элементов в вегетативных органах растений: в семенах – содержание питательных элементов, масла, глюкозинолатов, белка; в масле – содержание эруковой кислоты.

В вегетативных органах содержание питательных элементов определяют отдельно в листьях, стеблях, стручках без семян или в объединённой пробе, составленной пропорционально массовой доле

этих органов в надземной биомассе. Семена анализируют отдельно.

Виды анализа растительных образцов и сроки их отбора для анализа определяются целями и задачами исследований.

Учёт урожая

За несколько дней до уборки осматривают опытный участок, делянки, при необходимости делают *выключки* – исключение части учётной делянки вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных во время работы.

Уборку урожая на учётной площади делянки проводят после удаления по одному крайнему растению с концов учетных рядов в фазе образования зелёного стручка раздельным способом или прямым комбайнированием. При раздельной уборке растения срезают при образовании 50 % жёлто-зелёных стручков при влажности семян 30–33 %. При прямом комбайнировании перед уборкой проводят десикацию посевов при влажности семян 38–40 %.

Семена с учётной площади каждой делянки взвешивают и после взвешивания отбирают три навески семян: две массой по 5,0 г, третья – 15,0 г для определения чистоты и отходов семян по ГОСТ 12037-81 [7]. Влажность семян определяют по ГОСТ 12041-82 [8]. Урожайность рассчитывают по формуле:

$$Y = \frac{M \cdot 10 \cdot (100 - B) \cdot (100 - C)}{S \cdot (100 - B_{cm}) \cdot 100},$$

где Y – урожайность при стандартной влажности семян, т/га;

M – масса семян с делянки, кг;

S – учётная площадь делянки, м²;

B – влажность семян при взвешивании урожая, %;

B_{cm} – стандартная влажность семян (12 % для озимого рапса, 10 % для ярового рапса), %;

C – отход примеси, %.

Расчёт потребления питательных элементов, сбора масла и белка

Потребление питательных элементов воздушно-сухой вегетативной биомассой

растений или семенами рассчитывают по формуле:

$$P = Y \cdot C \cdot 10,$$

где P – потребление элемента питания, кг/га;
 Y – урожай анализируемого органа растения (воздушно-сухой биомассы) или семян, т/га;
 C – содержание питательного элемента, %.

Расчёт сбора масла и сбора белка с урожаем семян проводят по формулам:

$$CM = \frac{Y \cdot M \cdot (100 - B_{cm})}{100 \cdot 100},$$

$$CB = \frac{Y \cdot B \cdot (100 - B_{cm})}{100 \cdot 100},$$

где CM – сбор масла, кг/га;
 CB – сбор белка, кг/га;
 Y – урожайность семян, кг/га;
 M – содержание масла в семенах, %;
 B – содержание белка в семенах, %;
 100 – коэффициент для пересчёта в кг/га;
 $\frac{(100 - B_{ст})}{100}$ – коэффициент для пересчёта на стандартную влажность семян (12 % для озимого, 10 % для ярового рапса).

Список литературы

1. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В., Семеренко С.А., Махонин В.Л. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей) // Масличные культуры. – 2023. – Вып. 1 (193). – С. 33–50.
2. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. – 538 с.
3. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
4. Шеуджен А.Х., Загорюлько А.В., Громова Л.И., Онищенко Л.М., Лебедевский И.А., Осипов М.А. Диагностика минерального питания растений. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – 297 с.
5. Шпаар Д. Рапс и сурепица (выращивание, уборка, использование). – М., 2007. – 320 с.
6. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. – М.: Стандартинформ, 1981. – 3 с.

7. ГОСТ 12037-81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – М.: Стандартинформ, 1997. – 26 с.
8. ГОСТ 12041-82 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения влажности. – М.: Стандартинформ, 1993. – 7 с.

References

1. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Trunova M.V., Semerenko S.A., Makhonin V.L. Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh issledovaniy v opytakh s maslichnymi kulturami (Soobshchenie 1. Issledovaniya v opytakh s soey) // Maslichnye kultury. – 2023. – Vyp. 1 (193). – S. 33–50.
2. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Semerenko S.A. Metodika agrotekhnicheskikh issledovaniy v opytakh s osnovnymi polevymi kulturami. – Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2022. – 538 s.
3. Tserling V.V. Diagnostika pitaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. – M.: Agropromizdat, 1990. – 235 s.
4. Sheudzhen A.Kh., Zagorul'ko A.V., Gromova L.I., Onishchenko L.M., Lebedovskiy I.A., Osipov M.A. Diagnostika mineral'nogo pitaniya rasteniy. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – 297 s.
5. Shpaar D. Raps i surepitsa (vyrashchivanie, uborka, ispol'zovanie). – M., 2007. – 320 s.
6. GOST 12042-80 Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya massy 1000 semyan. – M.: Standartinform, 1981. – 3 s.
7. GOST 12037-81 Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya chistoty i otkhoda semyan. – M.: Standartinform, 1997. – 26 s.
8. GOST 12041-82 Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vlazhnosti. – M.: Standartinform, 1993. – 7 s.

Сведения об авторах

- В.М. Лукомец**, науч. руководитель, д-р с.-х. наук, акад. Рос. акад. наук
Н.М. Тишков, гл. науч. сотр., д-р с.-х. наук
М.В. Трунова, зам. директора по научной работе, канд. биол. наук
С.А. Семеренко, зав. лаб., вед. науч. сотр., канд. биол. наук

Получено/Received

22.06.2023

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

29.06.2023

Получено после доработки/Manuscript revised

03.07.2023

Принято/Accepted

21.09.2023

Manuscript on-line

30.11.2023