

НАН Беларуси; рук. разработ. В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2005. – С. 270–281.

6. Ефремов, Р.Ф. Изучение роли органического вещества навоза в повышении плодородия дерново-подзолистых почв / Р.Ф. Ефремов // Результаты исследования органического вещества почвы в длительных опытах с удобрениями стран СНГ (проект EuroSomnet). – М.: ВИУА, 2000. – С. 33–43.

7. Жуков, Ю.П. Баланс питательных веществ как прогнозно-экологический показатель плодородия почв и продуктивности культур / Ю.П. Жуков // Агрохимия. – 1967. – № 7. – С. 35–45.

THE INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZERS AFTEREFFECT ON THE SPRING RAPE YIELD ON SOD-PODZOLIC LOAMY SAND SOIL

O.M. Biryukova

The influence of organic fertilizers different types and doses aftereffect (1 year) on the spring rape seeds productivity on sod-podzolic sandy loam soil is studied. The best rape seeds yield obtained in variants with organic-mineral fertilizer – 22,5–23,7 c/ha. Organic fertilizers application under rapeseed produced at the output of biogas installation, at a dose of 40 t/ha, provided a similar yield (22,2 c/ha). Due to the aftereffect of bedding manure and compost obtained 4,3–5,6 kg/ha of rapeseed. Net income from the fertilizers use was 1371,8–2113,0 rubles/ha with 73–105 % return. The use of organic fertilizers produced at the output of the biogas plant was highly profitable (119–189 %).

Поступила 4 декабря 2012 г.

УДК 633.853.494:631.8:631.445.24

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

В.В. Лапа, М.С. Лопух, О.Г. Кулеш, М.М. Ломонос, Е.И. Шпока
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В мировом сельском хозяйстве рапс занимает прочные позиции как одна из основных масличных культур. В семенах рапса содержится около 40-50 % жира и более 20 % белка. В настоящее время для Беларуси рапс – это пищевое масло, белок и отличный предшественник для зерновых [1].

Рапс относится к азотофильным культурам [1, 2]. Азот влияет, прежде всего, на белковый обмен, а также на все процессы обмена веществ в растении. При его недостатке в растениях сокращается синтез белков, ограничивается образование

новых клеток, замедляется вегетативный рост. Растения рапса, недостаточно обеспеченные азотом, рано переходят в репродуктивную фазу и значительно уступают по урожаю наземной массы. В то же время избыточное питание азотом отрицательно сказывается на устойчивости растений к болезням, вредителям, засухе. Оптимальное фосфорное питание повышает урожай рапса и улучшает его качество. Рапс требует намного больше фосфора, чем зерновые (10 ц семян рапса выносят из почвы 30 кг P_2O_5). Калий – один из основных элементов питания рапса. В отличие от азота и фосфора, калий больше содержится в вегетативных органах, чем в семенах рапса. Содержание калия в пожнивных и корневых остатках у ярового рапса в 8–9 раз превышает его вынос с семенами [2]. Полноценное калиевое питание увеличивает урожайность рапса на 2–3 ц/га, а также содержание масла в семенах [3].

Как любая высокопродуктивная культура, рапс предъявляет высокие требования к плодородию почвы и запасу питательных веществ в ней [1, 2]. Лучшими почвами для его возделывания являются дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные на морене [5].

Для обеспечения высокой продуктивности семян ярового рапса необходимо соблюдение и усовершенствование технологии возделывания культуры, одним из элементов которой является научно обоснованная система удобрения. В связи с этим цель наших исследований – определить наиболее эффективную систему удобрения ярового рапса, обеспечивающую получение планируемой урожайности и сохранение почвенного плодородия дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по изучению влияния различных систем применения удобрений на продуктивность ярового рапса проводили в длительном стационарном полевом опыте в СПК «Щемыслица» Минского района на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощном лессовидном суглинке. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: pH_{KCl} 5,8–6,0, содержание P_2O_5 – 400–420, K_2O – 300–320 мг/кг почвы, гумуса – 1,8–2,0 %.

Полевой опыт был заложен в трех полях (2006–2012 гг.) в зернотравяном севообороте со следующим чередованием культур: пелюшко-овсяная смесь на зеленую массу – озимое тритикале + клевер – клевер луговой 1 года – яровая пшеница – яровой рапс. Общая площадь делянки – 69 м² (11,5 × 6 м), учетная – 45 м² (10 × 4,5 м), повторность вариантов в опыте – 4 кратная. Схемой опыта предусмотрено внесение трех доз азота на фоне различных уровней фосфорно-калийного питания: только за счет почвенного плодородия, на дефицитный и поддерживающий баланс фосфора и калия в почве. Органические удобрения вносили фоном в дозе 40 т/га под пелюшко-овсяную смесь из расчета их действия и последствия на следующую культуру севооборота – озимое тритикале. Уровень органических удобрений в севообороте (8 т/га севооборотной площади) исходил из реального применения органических удобрений в производстве. Минеральные удобрения (мочевина, аммофос и хлористый калий) вносили перед посевом с заделкой культиватором.

В 2010–2011 гг. возделывали яровой рапс. Технология возделывания – общепринятая для РБ [4]. Уход за посевами включал: обработку гербицидом бутизан

стар, 2 л/га, трехкратную обработку инсектицидом децис экстра, 0,06 л/га, обработку фунгицидом прозаро, 0,8 л/га.

Уборку проводили комбайном Сампо–500 в фазу полной спелости зерна. Урожай учитывали поделаяночно. Данные урожайности зерна приводили к 9 % влажности, соломы – к 16 %.

В отобранных растительных образцах после мокрого озоления по методу ЦИ-НАО (1976) определяли:

- ▶ на фотокolorиметре – содержание общего азота (индофенольным методом) и фосфора (ванадо-молибдатным методом);
- ▶ на пламенном фотометре – содержание калия;
- ▶ на атомно-адсорбционном спектрофотометре – содержание кальция и магния.

Для расчета общего и удельного выноса использовали общепринятые формулы:

1) общий (хозяйственный) вынос, кг/га:

$$B_{\text{общ}} = Y_{\text{co}} C_o + Y_{\text{cn}} C_n, \quad (1)$$

где Y_{co} и Y_{cn} – урожайность сухого вещества основной и побочной продукции, ц/га; C_o и C_n – содержание элементов питания в сухом веществе основной и побочной продукции, %;

2) удельный (нормативный) вынос, кг (с 10 ц основной и соответствующим количеством побочной продукции):

$$B_y = \frac{B_{\text{общ}} \times 10}{Y_{\text{осн}}}, \quad (2)$$

где $Y_{\text{осн}}$ – урожайность основной продукции при стандартной влажности, ц/га [5].

В период проведения опытов метеорологические условия существенно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. В первой половине вегетационного периода 2010 г. развитие ярового рапса происходило в условиях повышенных температур и недостаточного увлажнения, что негативно сказалось на развитии растений и на формировании продуктивной части. Созревание рапса осуществлялось при аномально высоких температурах воздуха. В 2011 г. в период стеблевания и бутонизации растений, когда особенно необходима влага для формирования урожая рапса, отмечались засушливые условия. Увеличение количества осадков в критический период (цветение – созревание) благоприятно повлияло на продуктивность ярового рапса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании результатов двухлетних исследований (2010–2011 гг.) отмечено достоверное повышение семенной продуктивности ярового рапса при улучшении условий минерального питания (табл. 1). Если в варианте без удобрений урожайность семян рапса составила 16,6 ц/га, то в варианте с внесением N90P60K120 – 28,2 ц/га.

Погодные условия 2011 г. по сравнению с 2010 г. обеспечили более высокую продуктивность семян рапса при возделывании его на всех вариантах фона 1 и при внесении N30 и N60 на фоне 2. Эффективность более высоких доз удобрений была примерно одинаковой в 2010 и 2011 гг.

Влияние удобрений на урожайность ярового рапса Янтарь, 2010–2011 гг.

Вариант	Семена, ц/га			Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений, кг семян
	2010 г	2011 г.	Ш		
Без удобрений	15,1	18,1	16,6	–	–
Послед. навоза, 40 т/га – фон 1	17,2	22,5	19,9	3,3	–
Фон 1 + N30	19,8	24,2	22,0	5,4	7,0
Фон 1 + N60	21,9	25,4	23,7	7,1	6,3
Фон 1 + N90	24,5	26,3	25,4	8,8	6,1
Фон 1 + N60P30	22,2	24,3	23,3	6,7	3,7
Фон 1 + N60K60	22,4	25,0	23,7	7,1	3,2
Фон 1 + P30K60 – фон 2	20,2	24,5	22,4	5,8	2,7
Фон 2 + N30	23,1	25,3	24,2	7,6	3,6
Фон 2 + N60	25,2	26,6	25,9	9,3	4,0
Фон 2 + N90	27,2	25,9	26,6	10,0	3,7
Фон 1 + P60K120– фон 3	22,4	24,7	23,6	7,0	2,0
Фон 3 + N30	24,2	25,7	25,0	8,4	2,4
Фон 3 + N60	26,2	26,2	26,2	9,6	2,6
Фон 3 + N90	28,4	28,0	28,2	11,6	3,2
Фон 3 + N60+30	27,0	27,6	27,3	10,7	2,7
Фон 3 + N90+30	27,4	26,0	26,7	10,1	2,2
НСР _{0,05}	1,8	1,8	1,3		

Возрастающие дозы азота в наших исследованиях обеспечили прибавку урожая 1,4–5,5 ц/га (рис. 1). Эффективность эквивалентных доз азотных удобрений на фоне применения P60K120 была несколько ниже, чем при внесении P30K60 и без использования фосфора и калия. Самые высокие (4,2–5,5 ц/га) прибавки семян рапса в диапазоне изучаемых доз азотных удобрений на всех фонах обеспечило внесение N90.

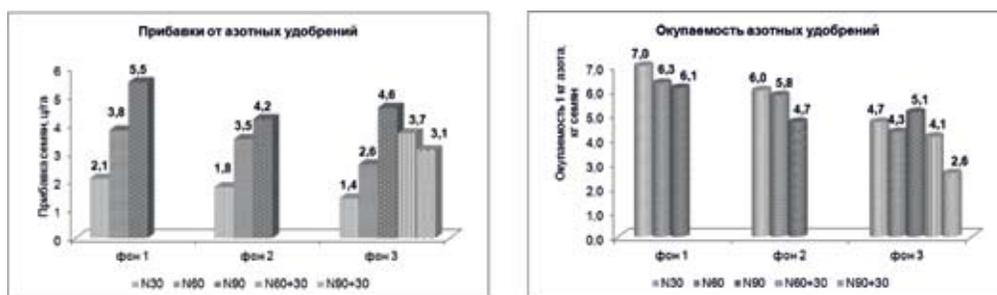


Рис. 1. Эффективность применения азотных удобрений под яровой рапс

Исследованиями немецких ученых установлено, что за счет запасов фосфора в почве рапс на 70–80 % обеспечивает себя этим элементом. Благодаря развитой корневой системе он хорошо усваивает труднодоступный фосфор [2]. Несмотря на это, фосфорные и калийные удобрения в наших исследованиях оказали положительное действие на урожайность семян рапса. Применение в предпосевную культивацию фосфорных и калийных удобрений в дозах P30K60 повышало уро-

жайность рапса на 2,5 ц/га по сравнению с фоном 1. Увеличение доз фосфора и калия до P60K120 обеспечило дополнительный сбор семян 1,2 ц/га.

Максимальная (28,2 ц/га) урожайность семян ярового рапса получена в варианте с внесением под предпосевную культивацию N90P60K120. Дальнейшее увеличение дозы азота до 120 кг/га д.в. не только не повышало урожайность рапса, но и снижало ее на 1,5 ц/га. Дробное внесение 90 кг/га азота также не имело преимуществ перед разовым внесением той же дозы.

Окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений в зависимости от системы удобрения находилась в пределах 2,0–7,0 кг семян. При дозе азота N90 на фоне внесения фосфора и калия она составила 3,2–3,7 кг семян ярового рапса.

Содержание основных элементов питания в семенах рапса также является важным показателем, характеризующим условия питания (табл. 2).

Таблица 2

Влияние удобрений на содержание основных элементов питания в семенах и соломе ярового рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, среднее за 2010–2011 гг.

Вариант	Содержание элементов питания, % в сухом веществе									
	Семена					Солома				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Без удобрений	3,49	1,86	0,90	0,35	0,53	0,51	0,20	2,04	1,12	0,20
Навоз, 40 т/га – фон 1	3,59	1,90	0,92	0,34	0,54	0,50	0,19	2,22	1,07	0,20
Фон 1 + N30	3,54	1,82	0,90	0,36	0,53	0,52	0,19	2,26	1,10	0,18
Фон 1 + N60	3,60	1,86	0,93	0,36	0,54	0,68	0,25	2,35	1,15	0,21
Фон 1 + N90	3,63	1,86	0,92	0,36	0,54	0,68	0,23	2,32	1,08	0,19
Фон 1 + N60P30	3,59	1,90	0,93	0,34	0,54	0,63	0,26	2,33	1,00	0,18
Фон 1 + N60K60	3,56	1,84	0,92	0,35	0,54	0,61	0,23	2,45	1,02	0,17
Навоз + P30K60 – фон 2	3,45	1,86	0,93	0,35	0,54	0,51	0,23	2,56	1,05	0,17
Фон 2 + N30	3,55	1,87	0,92	0,35	0,54	0,56	0,22	2,45	1,01	0,19
Фон 2 + N60	3,55	1,89	0,94	0,37	0,55	0,59	0,22	2,44	0,98	0,19
Фон 2 + N90	3,57	1,90	0,94	0,36	0,55	0,65	0,24	2,51	1,02	0,18
Навоз + P60K120– фон 3	3,46	1,91	0,93	0,37	0,55	0,49	0,22	2,69	1,06	0,17
Фон 3 + N30	3,52	1,91	0,94	0,36	0,55	0,50	0,21	2,72	1,01	0,17
Фон 3 + N60	3,66	1,90	0,95	0,36	0,54	0,60	0,25	2,81	0,91	0,17
Фон 3 + N90	3,74	1,91	0,97	0,35	0,54	0,71	0,29	2,93	1,02	0,18
Фон 3 + N60+30	3,75	1,91	0,95	0,35	0,54	0,74	0,27	2,99	0,98	0,19
Фон 3 + N90+30	3,76	1,86	0,96	0,36	0,54	0,76	0,25	3,05	1,03	0,19
НСР _{0,05}	–	–	–	–	–	0,12	–	0,23	–	–

Семена ярового рапса характеризуются высоким (3,46–3,76 %) содержанием в них азота. В соломе рапса в среднем за два года содержание данного элемента составило 0,49–0,76 %. При внесении азотных удобрений наблюдалась тенденция повышения содержания азота в основной и побочной продукции.

Содержание фосфора в рапсе характеризовалось большей стабильностью, вероятно, из-за того, что рапс способен использовать труднодоступный для большинства растений фосфор. В среднем за два года содержание фосфора в семенах находилось в пределах 1,82–1,91 %, в соломе – 0,19–0,29 %.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Содержание калия в семенах ярового рапса не зависело от системы удобрения и составило 0,90–0,97 %. В соломе содержание данного элемента было значительно выше – 2,04–3,05 %. На содержание калия в соломе ярового рапса наряду с калийными удобрениями оказали влияние также азотные удобрения. Действие азота на накопление калия в соломе ярового рапса наблюдалось на фоне Р60К120. Внесение 90 и более кг/га азота повышало содержание калия на 0,25–0,36 %.

Применение макроудобрений не влияло на накопление кальция и магния в растениях рапса. В соломе ярового рапса накапливается больше кальция (0,92–1,15 %), чем в семенах (0,34–0,37 %). Содержание магния в семенах ярового рапса составило 0,53–0,56 %, в соломе – 0,17–0,21 %.

Расчеты общего выноса основных элементов питания показали, что яровой рапс выносит большее количество азота (59,1–124,5 кг/га) и калия (47,5–162,2 кг/га) и меньшее количество фосфора (30,3–60,7 кг/га), кальция (23,3–56,0 кг/га) и магния (10,9–22,0 кг/га) (табл. 3).

Таблица 3

Влияние удобрений на вынос основных элементов питания яровым рапсом на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, среднее за 2010–2011 гг.

Вариант	Общий вынос, кг/га					Удельный вынос, кг/т				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Без удобрений	59,1	30,3	47,5	23,3	10,9	35,9	18,3	28,2	13,8	6,6
Навоз, 40 т/га – фон 1	75,6	38,4	78,8	35,4	14,5	38,6	19,4	38,8	17,6	7,4
Фон 1 + N30	84,9	41,5	93,1	43,3	16,1	39,0	18,9	41,6	19,4	7,3
Фон 1 + N60	98,9	47,3	102,0	47,1	17,9	41,8	20,0	42,3	19,5	7,6
Фон 1 + N90	108,1	50,8	110,6	49,6	19,2	42,6	20,0	43,2	19,4	7,6
Фон 1 + N60P30	95,7	48,1	103,6	42,3	17,0	41,4	20,7	44,3	18,1	7,3
Фон 1 + N60K60	94,4	46,1	100,8	40,6	16,6	40,2	19,6	42,6	17,2	7,0
Навоз + P30K60 – фон 2	80,8	42,2	86,4	34,2	14,7	36,4	18,9	37,8	15,0	6,6
Фон 2 + N30	93,4	46,9	99,0	40,1	17,5	38,9	19,4	40,9	16,6	7,3
Фон 2 + N60	101,3	50,7	105,3	41,5	18,7	39,2	19,6	40,5	16,0	7,2
Фон 2 + N90	112,9	55,2	129,8	53,1	20,9	42,4	20,7	48,9	19,9	7,8
Навоз + P60K120 – фон 3	87,6	46,9	106,5	41,7	16,7	37,4	19,9	45,2	17,7	7,1
Фон 3 + N30	94,2	49,1	111,8	41,5	17,9	37,8	19,7	44,6	16,6	7,2
Фон 3 + N60	108,6	54,0	131,2	44,4	19,3	41,5	20,6	50,2	17,0	7,4
Фон 3 + N90	125,4	60,7	154,8	53,9	21,5	44,4	21,5	54,9	19,1	7,6
Фон 3 + N60+30	119,5	56,6	141,5	46,5	20,0	43,7	20,7	51,5	16,9	7,3
Фон 3 + N90+30	124,4	55,7	162,2	56,0	22,0	46,5	20,9	60,8	20,9	8,2
НСР _{0,05}	8,3	3,6	16,4	7,1	1,6	2,7	–	6,8	2,9	0,6

Показатель общего выноса азота и калия увеличивался с повышением продуктивности и содержания этих элементов в основной и побочной продукции, общий вынос фосфора, кальция и магния повышался в основном за счет увеличения урожайности. Максимальных значений общий вынос достигал в варианте с внесением N90+30P60K120. В варианте с наибольшей урожайностью в опыте (N90P60K120) этот показатель составил: азота – 125,4 кг/га, фосфора – 60,7, калия – 154,8, кальция – 53,9, магния – 21,5 кг/га. Удельный вынос элементов

питания на создание 1 т основной и соответствующего количества побочной продукции в этом варианте был следующий: азот – 44,4 кг/т, фосфор – 21,5, калий – 54,9, кальций – 19,1, магний – 7,6 кг/т.

ВЫВОДЫ

При возделывании ярового рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наибольшая (28,2 ц/га) урожайность семян в среднем за 2010–2011 гг. получена при системе удобрения N90P60K120. Прибавка от внесения азотных удобрений составила 4,6 ц/га, полного минерального удобрения – 8,3 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 3,2 кг семян.

Содержание основных элементов питания при внесении N90P60K120 составило в семенах: азота – 3,74 %, фосфора – 1,91 %, калия – 0,97 %, кальция – 0,35 %, магния – 0,54 %; в соломе: азота – 0,71 %, фосфора – 0,29 %, калия – 2,93 %, кальция – 1,02 %, магния – 0,18 %. Удельный вынос при данной системе удобрения равен: азота – 44,4 кг, фосфора – 21,5 кг, калия – 54,9 кг, кальция – 19,1 кг, магния – 7,6 кг.

В зависимости от системы удобрения удельный вынос азота и фосфора в исследованиях с яровым рапсом 2010–2011 гг. ниже нормативного, используемого в настоящее время в агрохимической практике, при этом удельный вынос калия (кроме варианта без удобрений) выше нормативного, в варианте с внесением N90+30P60K120 – в два раза. Удельный вынос кальция превысил нормативный в 2,7–4,1 раза, магния – в 3,3–4,1 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будько, Л.Н. Рапс: наша технология – традиции качества: практическое пособие / Л.Н. Будько, И.Н. Ровба, Н.А. Шаганов. – Минск: Равноденствие, 2008. – 120 с.
2. Пилюк, Я.Э. Рапс в Беларуси: (биология, селекция и технология возделывания) / Я.Э. Пилюк. – Минск: Бизнесофсет, 2007. – 240 с.
3. Рапс и сурепица (Выращивание, уборка, пользование) / Д. Шпаар [и др]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Москва: DCV АГРОДЕЛО, 2007. – 320 с.
4. Организационно–технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2005. – 460 с.
5. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 390 с.

EFFICIENCY SPRING RAPE AND CARRYING OUT OF NUTRIENTS DEPENDING ON FERTILIZER SYSTEM IN CULTIVATION ON PODZOLUVISOL LOAM SOIL

V.V. Lapa, M.S. Lopukh, O.H. Kulesh, M.M. Lomonos, E.I. Shpoka

Summary

Influence of various fertilizer systems in spring rape cultivation on podzoluvisol loam soil is studied. It is established that mineral fertilizers application in doses N90P60K120

promoted formation of seeds spring rape productivity 28,2 t/ha. Specific carrying out of basic nutrients with 1 t basic and by-product production at the given fertilizer system has made: nitrogen 44,4 kg, phosphorus 21,5 kg, potassium 54,9 kg, calcium 19,1 kg, magnesium 7,6 kg.

In researches with summer rape 2010–2011 it is established that depending on mineral fertilizers system indicators specific carrying out of nitrogen and phosphorus below standard. Specific carrying out of potassium (except without fertilizers variant) above standard and in a variant with entering N90+30P60K120 exceeded it twice. Specific carrying out of calcium exceeded standard in 2,7–4,1 time, magnesium – in 3,3–4,1 times.

Поступила 4 декабря 2012 г.

УДК 631.8.022.3:633.853.494

КАЧЕСТВО СЕМЯН ЯРОВОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ

**В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, М.С. Лопух, О.Г. Кулеш,
А.А. Грачева, С.М. Шумак, М.М. Ломонос**

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения населения страны дешевым пищевым растительным маслом и производства биологического топлива из рапса (до 10 % от потребности) необходимо соблюдение и усовершенствование технологии возделывания (повышение урожайности и качества) культуры.

Улучшение качества рапсового масла снижением и исключением селекционным путем из семян рапса антипитательных веществ, эруковой кислоты и глюкозинолатов, вызвало во всем мире резкое увеличение спроса на него. В настоящее время рапсовое масло современных сортов широко используется на пищевые и технические цели. По жирнокислотному составу и вкусовым достоинствам оно равноценно оливковому маслу и считается одним из лучших растительных масел. По содержанию витамина Е рапсовое масло существенно превосходит подсолнечное и льняное.

Продукты переработки маслосемян, жмых и шрот, являются ценным белковым концентратом, равным по аминокислотному составу соевому, т.е. содержат все незаменимые аминокислоты, необходимые для животных и человека.

Семена рапса отличаются высоким содержанием жиров и белков, на их долю приходится около 60–70 % массы семян.

В семенах рапса содержится около 5–9 % клетчатки, 0,2–1,2 % фосфолипидов, которые характеризуются повышенным содержанием негидролизующихся форм. Рапс и продукты его переработки содержат различные антипитательные вещества: глюкозинолаты, эруковую кислоту, дубильные соединения, танины, полифенолы, фитиновую кислоту, лигнин. Присутствие глюкозинолатов в рапсовом