

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СУХОГО ВЕЩЕСТВА НАДЗЕМНОЙ БИОМАССЫ И СЕМЯН РАПСА

Медведев В. В., Хакимов Е. И., Фатыхов И. Ш., Вафина Э. Ф.

Реферат. Цель исследования – анализ биохимического состава сухого вещества надземной биомассы и семян ярового рапса Аккорд для определения их ценности при использовании на корм. Рапс выращивали в 2016–2019 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Среднего Предуралья с содержанием гумуса 1,96...2,25 %, подвижного фосфора и калия 166...268 и 175...273 мг/кг соответственно, pH_{KCl} – 5,4...5,7. Метеорологические условия вегетационного периода 2016 г. характеризовались как среднесушливые и недостаточно влажные (ГТК – 0,51...0,73), 2017 г. – умеренно теплые и влажные (ГТК – 1,94...2,36), 2018 г. – оптимально увлажненные (ГТК – 1,10...1,70). Анализировали образцы сухого вещества надземной биомассы убранный в период бутонизации – начало цветения, а также семян в фазе полной спелости. Концентрация большинства из 70 оцениваемых химических элементов в семенах, за исключением магния, фосфора, серы, марганца, никеля, меди, цинка, брома, была ниже, чем в надземной биомассе. Из регламентируемых элементов (Hg, Cd, Pb, As, Cu, Xn, Fe, Sb, Se, Ni, Cr, Mo, Co) в сухом веществе зеленой массы и семян, используемых на корм животным, минимально допустимая концентрация не превышала установленных норм для всех элементов. Содержание сырого протеина (22,8 %), кормовых единиц (1,36 в 1 кг), обменной энергии (13,0 МДж/кг) в семенах рапса превышало величины этих показателей в сухом веществе надземной биомассы – 11,2 %; 0,75 кормовых единиц и 9,6 МДж соответственно. Содержание аминокислот также имело тенденцию к увеличению в семенах, по сравнению с содержанием в сухом веществе зеленой массы: суммарное содержание 13 аминокислот составляло 14,14 % и 6,40 %. Вынос с 1 т сухого вещества надземной биомассы и семян рапса азота был равен соответственно 30,9 и 58,2 кг, фосфора – 6,5 и 25,5 кг, калия – 22,0 и 40,5 кг.

Ключевые слова: рапс (*Brassica napus* L.), сорт Аккорд, сухое вещество, надземная масса, семена, элементный состав, протеин, аминокислота, нормативный вынос.

Введение. По объему производства масличного сырья в мире рапс устойчиво занимает третье место, уступая лишь сое и пальмам [1]. Привлекательность этой культуры связана с рядом причин [2]. Во-первых, высокая доходность – выращивание рапса рентабельно уже при урожайности 1,0 т/га. Во-вторых, рынок сбыта маслосемян рапса на сегодняшний день неограничен. В-третьих, особенности корневой системы рапса позволяют назвать его «биологическим плугом», что благоприятно сказывается на свойствах почвы и, соответственно, урожайности культур в севообороте. В-четвертых, возникает возможность более полной загрузки техники в связи с отличиями в сроках прохождения фаз роста и развития растений рапса. В-пятых, корма из семян рапса повышают продуктивность скота и качество молочной продукции [3].

В Удмуртской Республике в 60...70-х гг. прошлого столетия рапс возделывали в основном как кормовую культуру. Сегодня на территории Российской Федерации допущены к использованию только двулузевые (с низким содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов) сорта и гибриды рапса. В 1999–2019 гг. доля посевов яровой формы этой культуры на семена достигала 45...98 % от общей площади масличных культур в Удмуртской Республике. В Среднем Предуралье продолжают исследования по разработке и совершенствованию приемов возделывания рапса на корм и семена. Эффективность применения макро- и микроудобрений под эту культуру изучена в работах А. О. Хвошнянской [4], И. И. Габбасова

[5], Ф. Н. Сафиоллина [6], А. М. Хайруллина [7], приемов обработки почвы и рапса как предшественника – Р. В. Миникаева [8], Г. Р. Хасановой [9], оптимальных параметров посева (срок, способ, норма) – Р. Б. Нурлыгаянова [10], Э. Ф. Вафиной [11], Р. И. Сафина [12], А. А. Селякова [13].

При этом сведений о химическом составе зеленой массы и семян рапса, выращенного в условиях Среднего Предуралья, очень мало. Так, С. В. Доронин [14] отмечал максимальное содержание сырого протеина (25,6...28,6 %) в зеленой массе в фазе цветения рапса сорта Салют, а также увеличение ее зольности на 2...3 % при внесении полного минерального удобрения в дозе $N_{120...180}P_{120...180}K_{120...180}$. По В. А. Куклину [15], в годы с избыточным увлажнением содержание фосфора в зеленой массе рапса было выше, чем в годы с нормальным увлажнением, на 0,10...0,15 %, кальция – на 1,45...1,70 %. В исследованиях Р. Н. Курбангалиева [16] с увеличением нормы высева содержание сырой золы в семенах рапса снижалось на 0,30...0,40 %. По данным А. В. Мокрушиной [17], более высокое содержание сырой золы (4,47 %) и клетчатки (21,02 %) в семенах рапса сорта Ратник зафиксировано при дозе удобрения $N_{90}P_{60}K_{60}$, при его возделывании без удобрений величины этих показатели составили 4,10 и 17,52 % соответственно.

Цель исследования – анализ биохимического состава сухого вещества надземной биомассы и семян ярового рапса Аккорд для определения их ценности при использовании на корм.

Таблица 1 – Элементный состав сухого вещества надземной биомассы ярового рапса Аккорд (в период бутонизация–начало цветения) и семян (в фазе полной спелости), мг/г

Элемент	Содержание в		Элемент	Содержание в	
	сухом веществе	семенах		сухом веществе	семенах
Литий	0,11	0,078	Серебро	<0,02	<0,02
Бериллий	<0,08	<0,008	Кадмий*	0,065	0,028
Бор	14,1	7,35	Олово	15,6	13,6
Натрий	256	36,6	Сурьма*	<0,03	<0,03
Магний	1632	3091	Теллур	<0,06	<0,07
Алюминий	96,8	13,10	Цезий	0,034	0,019
Кремний	210	43,1	Барий	25,6	14,3
Фосфор	3122	7788	Лантан	0,12	0,0050
Сера	3118	3632	Церий	0,15	0,0096
Калий	15468	5912	Празеодим	0,019	<0,002
Кальций	7074	5097	Неодим	0,077	<0,004
Скандий	<0,9	<0,9	Самарий	0,014	<0,004
Титан	5,32	<1,0	Европий	0,0066	<0,004
Ванадий	<0,3	<0,3	Гадолиний	0,014	<0,007
Хром*	0,50	0,40	Тербий	<0,004	<0,004
Марганец	27,4	47,6	Диспрозий	<0,009	<0,009
Железо*	100	61,2	Гольмий	<0,005	<0,005
Кобальт*	0,069	0,029	Эрбий	<0,005	<0,005
Никель*	1,00	3,00	Тулий	<0,004	<0,004
Медь*	2,51	2,49	Иттербий	<0,005	<0,005
Цинк*	8,23	17,3	Лютеций	<0,001	<0,002
Галлий	0,030	0,016	Гафний	<0,0035	<0,001
Германий	<0,003	<0,003	Тантал	0,0043	0,0025
Мышьяк*	<0,4	<0,4	Вольфрам	0,027	0,013
Бром	15,1	17,2	Рений	<0,001	<0,001
Селен*	<0,4	<0,4	Осмий	<0,0006	<0,0007
Рубидий	3,89	2,06	Иридий	<0,003	<0,003
Стронций	41,1	28,5	Платина	<0,006	<0,007
Иттрий	0,061	0,0049	Золото	<0,003	<0,003
Цирконий	0,11	0,023	Ртуть*	<0,005	<0,005
Ниобий	0,014	0,0034	Таллий	0,051	0,080
Молибден*	0,54	0,41	Свинец*	0,074	<0,02
Рутений	<0,001	<0,001	Висмут	<0,01	<0,01
Родий	<0,011	<0,01	Торий	0,015	<0,003
Палладий	<0,02	<0,02	Уран	0,0052	<0,002

*элементы, регламентируемые по МДУ.

Для ее достижения решали следующие задачи – определить содержание 70 химических элементов, аминокислот, кормовую питательность сухого вещества надземной биомассы и семян, рассчитать нормативный вынос основных макроэлементов с урожаем.

Условия, материалы и методы исследований. Работу проводили в 2016–2019 гг. на опытном поле АО «Учхоз Июльское ИжГСХА». Материалом для исследования служило сухое вещество надземной биомассы и семена ярового рапса сорта Аккорд.

Метеорологические условия вегетационного периода 2016 г. характеризовались как среднезасушливые и недостаточно влажные (ГТК – 0,51...0,73). Вегетационный период 2017 г. был умеренно теплый и влажный (ГТК – 1,94...2,36), 2018 г. оптимально увлажненный (ГТК – 1,10...1,70).

Рапс высевали после овса на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве

средней степени окультуренности с содержанием в пахотном слое гумуса (по Тюрину) 1,96...2,25 %, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – 166...268 и 175...273 мг/кг соответственно, рН_{KCl} – 5,4...5,7 ед.

Посев осуществляли севкой СН-16 нормой 3 млн шт./га, рядовым способом на глубину 1...2 см. При выращивании на семена проводили предпосевное протравливание инсектицидом (Табу, ВСК, 6...8 л/т) и обработку семян микроудобрениями (MnSO₄ + ZnSO₄), макроудобрения вносили на планируемую урожайность 1,5 т/га. При выращивании на зеленый корм минеральные удобрения рассчитывали на уровень урожайности 1,5 т/га сухого вещества. Уход за делянками при возделывании на зеленую массу состоял из краевой обработки инсектицидом Каратэ Зеон, МКС (0,10...0,15 л/га) против крестоцветной блошки в фазе всходов; на семена – против рапсового цветоеда в фазе бутонизации препаратом

Таблица 2 – Биохимический состав сухого вещества надземной биомассы рапса Аккорд (в период бутонизация–начало цветения) и семян (в фазе полной спелости)

Продукция	Сырой протеин	Клетчатка	P ₂ O ₅	K ₂ O	Содержание в 1 кг	
	% сухого вещества				кормовых единиц	ОЭ, МДж
Сухое вещество надземной биомассы	11,2	29,9	0,65	2,21	0,75	9,6
Семена	22,8	6,0	1,74	1,02	1,36	13,0

Каратэ Зеон МКС (0,1...0,3 л/га), а также против однодольных и двудольных сорных растений в фазе розетки рапса гербицидом Галион ВР (0,27...0,31 л/га). Уборку зеленой массы осуществляли в период бутонизация–начало цветения роторной косилкой КРН-1,5, семян – однофазным способом при полной спелости семян комбайном Terzion–2010.

Полевые опыты, наблюдения и учеты, лабораторные исследования по определению биохимического состава сухого вещества и семян выполняли согласно ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 30504-97, ГОСТ 32195-2013 и общепринятым методикам [18, 19].

Элементный состав определяли в аналитическом сертификационном испытательном центре Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья имени Н. М. Федоровского масс-спектральным методом с индуктивно-связанной плазмой и атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой. Повторность – четырехкратная, площадь деланки при возделывании на зеленую массу – 10 м², на семена – 25 м².

Результаты и обсуждение. Концентрация большинства из определявшихся 70 химических элементов имела тенденцию к снижению в семенах, относительно содержания в надземной биомассе (табл. 1). Исключение составляли магний, фосфор, сера, марганец,

никель, медь, цинк, бром. Из всего перечня выявленных в результате анализа элементов необходимо выделить те, содержание которых нормированы временным максимально допустимым уровнем (МДУ) – хром, железо, кобальт, никель, медь, цинк, молибден, мышьяк, селен, кадмий, сурьма, ртуть, свинец. В их отношении (кроме никеля) также прослеживается уменьшение содержания в семенах по сравнению с концентрацией в сухом веществе надземной биомассы в период бутонизации–начала цветения. Эти данные согласуются с результатами других исследований [20, 21].

Надземную биомассу рапса в период бутонизация–начало цветения используют в качестве зеленого корма и к ней применимы регламенты МДУ для грубого и сочного корма. Сухое вещество рапса Аккорд по содержанию ртути (<0,005 мкг/г), кадмия (0,065 мкг/г), свинца (0,074 мкг/г), мышьяка (<0,4 мкг/г), меди (2,51 мкг/г), цинка (8,23 мкг/г), железа (100 мкг/г), сурьмы (<0,03 мкг/г), никеля (1,00 мкг/г), селена (<0,4 мкг/г), хрома (0,50 мкг/г), молибдена (0,54 мкг/г), кобальта (0,069 мкг/г) соответствовало эти нормам. Их концентрация в семенах также не превышала МДУ.

Согласно производственной и ботанико-биологической группировке полевых культур Г. С. Посыпанова рапс отнесен к масличным культурам, однако ее используют и на корм. Концентрация сырого протеина в сухом веще-

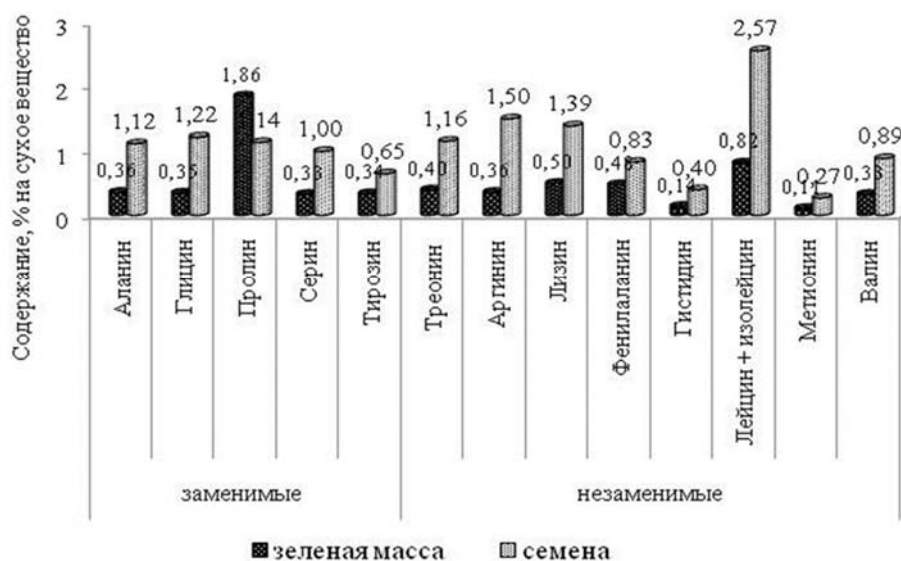


Рисунок – Содержание аминокислот в сухом веществе зеленой массы (в период бутонизация–начало цветения) и семенах (в фазе полной спелости) рапса Аккорд (среднее за 2016–2019 гг.).

стве вегетативной массы в период бутонизация–начало цветения рапса составила 11,2 % (табл. 2), питательность 1 кг такого корма была равна 0,75 кормовых единиц или 9,6 МДж обменной энергии (ОЭ).

В семенах рапса содержание сырого протеина было в два раза больше, чем в сухом веществе зеленой массы, клетчатки в пять раз меньше, питательность 1 кг – 1,36 кормовых единиц и 13,0 МДж ОЭ. Фосфора в семенах было больше, чем в надземной массе (на 1,09 % на сухое вещество), калия – в надземной биомассе, чем в семенах (на 1,19 % на сухое вещество), что связано с физиологической ролью этих элементов в жизни растений [22].

Концентрация незаменимых аминокислот в сухом веществе зеленой массы составила 3,14 %, или 49 % от всех определенных четырнадцати аминокислот (см. рисунок). В семенах доля незаменимых аминокислот была выше – 9,01 %, или 64 % от проанализированных. В целом содержание аминокислот в семенах было больше, чем в надземной биомассе, на 0,16...1,14 % на сухое вещество. Исключением был пролин, содержание которого, наоборот, было выше в надземной биомассе, по сравнению с семенами, на 0,72 % на сухое вещество. Количественное содержание того или иного вещества в органах растения зависит, в том числе, от скорости его оттока от места синтеза к месту накопления (в нашем случае от листьев к семенам) [23]. В отношении пролина установлено, что эта аминокислота участвует в таком оттоке довольно слабо.

На основе отмеченной в опыте урожайно-

сти и определения химического состава семян и соломы был рассчитан хозяйственный вынос элементов питания. На формирование 1 т сухого вещества надземной биомассы рапс Аккорд выносил 30,9 кг азота, 6,5 кг фосфора и 22,0 кг калия, на 1 т семян и соответствующее количество соломы – 58,2 кг азота, 25,5 кг фосфора и 40,5 кг калия.

Выводы. Содержание химических элементов (за исключением Mg, P, S, Mn, Ni, Cu, Zn, Br) в сухом веществе надземной биомассы в период бутонизация–начало цветения в рапсе выше, чем в семенах в фазе полной спелости. Концентрация химических элементов в сухом веществе надземной биомассы и семян, используемых на корм животным, а также в семенах, используемых в качестве масличного сырья, не превышало установленных допустимых норм. В семенах рапса содержание сырого протеина (22,8 %) и фосфора (1,74 %), а также питательно (1,36 кормовых единиц/кг и 13,0 МДж/кг обменной энергии) было больше, чем в сухом веществе надземной массы (11,2 %, 0,65 %, 0,75 кормовых единиц, 9,6 МДж/кг соответственно). Клетчаткой (на 23,9 %) и калием (на 1,19 %) более богата надземная биомасса. В фазе полной спелости в семенах накапливалось больше аминокислот (14,14 % на сухое вещество), чем в вегетативной массе, убранной в период бутонизация–начало цветения (6,38 % на сухое вещество). При выращивании рапса на корм вынос азота, фосфора, калия составил 30,9; 6,5; 22,0 кг/т, при возделывании на семена – 58,2; 25,5; 40,5 кг/т соответственно.

Литература

1. Сельскохозяйственные рынки России. Аналитический обзор I квартал 2018. Режим доступа: URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/16591.pdf> (дата обращения 02.02.2020).
2. Левин И. Ф. Рапс – культура 21 века. Казань: ООО «Издательско-полиграфический центр Экс-пресслюс», 2007. 124 с.
3. Influence of using seeds of flax and raps in cow rates on the quality of milk and dairy products / E. Kislyakova, G. Berezkina, S. Vorobyeva, et al. // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019. Vol. 25. No. 1. Pp. 129–133.
4. Хвошнянская А. О., Фатыхов И. Ш., Вафина Э. Ф. Реакция ярового рапса Галант на предпосевную обработку семян микроэлементами // Вестник Елабужского государственного педагогического университета. 2009. № 2. С. 120–122.
5. Габбасов И. И., Низамов Р. М., Сулейманов С. Р. Влияние удобрений марки Изагри на ростовые процессы и продуктивность ярового рапса // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 3. № 5. С. 34–38.
6. Современные биоагенты и адаптогенные препараты – основа повышения эффективности расчетных норм минеральных удобрений на посевах ярового рапса / Ф. Н. Сафиоллин, М. В. Панасюк, С. Р. Сулейманов и др. // Вестник Казанского ГАУ. 2019. Т. 55. № 4. С. 102–108.
7. Формирование урожайности маслосемян рапса ярового при обработке посевного материала микроудобрениями / А. М. Хайруллин, Р. Р. Гайфуллин, В. С. Сергеев и др. // Аграрная наука. 2020. № 1. С. 62–65.
8. Минникаев Р. В., Сайфиева Г. С., Манюкова И. Г. Фитосанитарное состояние посевов в звене севооборота в зависимости от способов основной обработки серой лесной почвы // Зерновое хозяйство России. 2017. Т. 50. № 2. С. 47–51.
9. Хасанова Г. Р., Сафин Х. М., Ямалов С. М. Оценка уровня засоренности агрофитоценозов при системе нулевой обработки почв (no-till) // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 11. С. 26–30.
10. Нурлыгаянов Р. Б., Карома А. Зависимость урожайности семян сортов ярового рапса от норм высева // Главный агроном. 2016. № 11. С. 29–31.
11. Vafina E. F., Fatykhov I. Sh. Effects of pre-sowing seed treatment with an insecticide and seeding time on nutrient removal by spring rape (*Brassica napus* L.) in the middle cis-ural region // Проблемы агрохимии и экологии. 2018. № 3. С. 41–44.
12. The influence of spring barley extracts on pseudomonas putida PCL1760 / R. I. Safin, L. Z. Karimova, F. N. Safiollin, et al. // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 91. Pp. 185–193.
13. Селяков А. А., Богатырева А. С., Акманаев Э. Д. Влияние приемов посева на урожайность и биохимический состав маслосемян сортов ярового рапса в Среднем Предуралье // Вестник Казанского государ-

ственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 2. С. 47–51.

14. Доронин С. В. Химический состав зеленой массы ярового рапса в зависимости от уровня минерального питания и норм посева семян // Эффективность использования органических и минеральных удобрений в условиях Урала: межвузовский сборник научных трудов. Пермь: Пермский СХИ им. Д. Н. Прянишникова, 1989. С. 112–117.

15. Куклин В. А. Возделывание рапса на корм и семена в Пермской области // материалы научн.-практ. конф. по развитию кормопроизводства в Пермской области: Пермь: НПО «Предуралье», 1988. 92 с.

16. Курбангалиев Р. Н., Богатырева А. С., Акманаев Э. Д. Сравнительная оценка сортов и гибридов ярового рапса в условиях Среднего Предуралья // Агротехнологии XXI века: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 150-летию со дня рождения профессора В. Н. Варгина. Пермь: ИПЦ ПрокостЪ, 2016. С. 37–40.

17. Мокрушина А. В., Богатырева А. С., Акманаев Э. Д. Эффективность возрастающих доз азотных удобрений на сортах ярового рапса в Среднем Предуралье // Агротехнологии XXI века: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Пермь: ИПЦ ПрокостЪ, 2018. С. 69–74.

18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М: Агропромиздат, 1985. 351 с.

19. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / сост. Ю. К. Новоселов. М.: РАСХН, 1997. 155 с.

20. Angelova V., Ivanova R., Ivanov K. Heavy metal accumulation and distribution in oil crops // Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2004. Vol. 35. № 17. Pp. 2551–2566.

21. Кошкин Е. И., Андреева И.В., Белопухов С.Л. Оценка фиторемедиационного потенциала сортов ярового рапса (*Brassica napus*L.) в условиях загрязнения тяжелыми металлами дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. 2014. № 8. С. 79–87.

22. Юсуфов А. Г. Лекции по эволюционной физиологии растений. М.: Высшая школа, 1985. 102 с.

23. Кретович В. Л., Каган З. С. Усвоение и превращение азота у растений // Физиология сельскохозяйственных растений. М.: МГУ, 1967. Т. II. С. 217–288.

Сведения об авторах:

Медведев Владимир Викторович – аспирант кафедры растениеводства, e-mail: vladimir-medvedev-1992@mail.ru

Хакимов Евгений Игоревич – аспирант кафедры растениеводства, e-mail: Khakimov.y@inbox.ru

Фатыхов Ильдус Шамилович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, e-mail: nir210@mail.ru

Вафина Эльмира Фатхулловна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, e-mail: vaf-ef@mail.ru

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, г. Ижевск, Россия

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF DRY SUBSTANCE OF ABOVE-GROUND BIOMASS AND RAPE SEEDS

Medvedev V.V., Khakimov E.I., Fatykhov I. Sh., Vafina E.F.

Abstract. The aim of the study was to analyze the biochemical composition of dry matter of aboveground biomass and seeds of Akkord spring rape to determine their value when used for feed. Rape was grown in 2016–2019 on sod-podzolic medium loamy soil of middle Urals with a humus content of 1.96 ... 2.25%, mobile phosphorus and potassium 166 ... 268 and 175 ... 273 mg/kg, respectively, pH_{KCl} - 5.4 ... 5.7. The meteorological conditions of the growing season in 2016 were characterized as moderately arid and insufficiently wet (GTK - 0.51 ... 0.73), 2017 - moderately warm and humid (GTK - 1.94 ... 2.36), 2018 - optimal moist (GTK - 1.10 ... 1.70). We analyzed samples of dry matter of the aboveground biomass harvested during the budding period – beginning of flowering, as well as seeds in the phase of full ripeness. The concentration of most of the 70 evaluated chemical elements in seeds, with the exception of magnesium, phosphorus, sulfur, manganese, nickel, copper, zinc, bromine, was lower than in the aboveground biomass. Of the regulated elements (Hg, Cd, Pb, As, Cu, Xn, Fe, Sb, Se, Ni, Cr, Mo, Co) in the dry matter of green mass and seeds used for animal feed, the minimum permissible concentration did not exceed the established norms for all elements. The content of crude protein (22.8%), feed units (1.36 per 1 kg), metabolizable energy (13.0 MJ/kg) in rape seeds exceeded the values of these indicators in the dry matter of aboveground biomass –11.2%; 0.75 feed units and 9.6 MJ, respectively. The amino acid content also tended to increase in the seeds compared to the dry matter content of green mass: the total content of 13 amino acids was 14.14% and 6.40%. The removal of nitrogen from 1 ton of dry matter of aboveground biomass and rapeseed was, respectively, 30.9 and 58.2 kg, phosphorus - 6.5 and 25.5 kg, potassium - 22.0 and 40.5 kg.

Key words: rapeseed (*Brassica napus* L.), Akkord variety, dry matter, aboveground mass, seeds, elemental composition, protein, amino acid, normative carry-over.

References

1. *Selskokhozyaystvennyye rynki Rossii. Analiticheskiy obzor I kvartal 2018.* (Agricultural markets in Russia. Analytical review Q1 2018). Available at: URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/16591.pdf> (date of access 02.02.2020).

2. Levin I. F. *Raps – kultura 21 veka.* [Rape - culture of the 21st century]. Kazan: OOO “Izdatel'sko-poligraficheskiy tsentr Eks-press-plyus”, 2007. P. 124.

3. Influence of using seeds of flax and raps in cow rates on the quality of milk and dairy products / E. Kislyakova, G. Berezkina, S. Vorobyeva, et al. // *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 2019. Vol. 25. No. 1. P. 129–133.

4. Khvoshnyanskaya A.O., Fatykhov I.Sh., Vafina E.F. Reaction of Galant spring rape to pre-sowing seed treatment with microelements. [Reaktsiya yarovogo rapsa Galant na predposevnyuyu obrabotku semyan mikroelementami]. // *Vestnik Elabuzhskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta.* – *The Herald of Elabuga State Pedagogical University.* 2009. № 2. P. 120–122.

5. Gabbasov I.I., Nizamov R.M., Suleymanov S.R. Influence of Isagri brand fertilizers on growth processes and productivity of spring rape. [Vliyanie udobreniy marki Izagri na rostovye protsessy i produktivnost yarovogo rapsa]. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* 2019. Vol. 3. № 5. P. 34–38.

6. Modern bioagents and adaptogenic preparations - the basis for increasing the efficiency of the calculated norms of mineral fertilizers on spring rape crops. [Sovremennyye bioagenty i adaptogennyye preparaty – osnova povysheniya effek-

tivnosti raschetnykh norm mineralnykh udobreniy na posevakh yarovogo rapsa]. / F.N. Safiollin, M.V. Panasyuk, S.R. Suleymanov and others. // *Vestnik Kazanskogo GAU. – The Herald of Kazan State Agrarian University.* 2019. Vol. 55. № 4. P. 102–108.

7. Formation of yield of spring rape oilseeds during processing of sowing material with microfertilizers. [Formirovanie urozhaynosti maslosemyan rapsa yarovogo pri obrabotke posevnogo materiala mikroudobreniyami]. / A.M. Khayrullin, R. R. Gayfullin, V.S. Sergeev and others. // *Agrarnaya nauka. - Agrarian science.* 2020. № 1. P. 62–65.

8. Minikaev R.V., Sayfiya G.S., Manyukova I.G. Phytosanitary state of crops in the crop rotation link depending on main processing methods of gray forest soil. [Fitosanitarnee sostoyanie posevov v zvene sevooborota v zavisimosti ot sposobov osnovnoy obrabotki seroy lesnoy pochvy]. // *Zernovoe khozyaystvo Rossii. - Grain economy of Russia.* 2017. Vol. 50. № 2. P. 47–51.

9. Khasanova G.R., Safin Kh.M., Yamalov S.M. Assessment of the level of weediness of agrophytocenoses under the system of zero tillage of soils (no-till). [Otsenka urovnya zasorennosti agrofitotsenozov pri sisteme nulevoy obrabotki pochv (no-till)]. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* 2017. T. 31. № 11. P. 26–30.

10. Nurlygayanov R.B., Karoma A. Dependence of seed yield of spring rape varieties on seeding rates. [Zavisimost urozhaynosti semyan sortov yarovogo rapsa ot norm vyseva]. // *Glavnyy agronom. - Chief agronomist.* 2016. № 11. P. 29–31.

11. Vafina E. F., Fatykhov I. Sh. Effects of pre-sowing seed treatment with an insecticide and seeding time on nutrient removal by spring rape (*Brassica napus* L.) in the middle cis-ural region // *Problemy agrokhimii i ekologii. - Problems of agrochemistry and ecology.* 2018. № 3. P. 41–44.

12. The influence of spring barley extracts on pseudomonas putida PCL1760 / R. I. Safin, L. Z. Karimova, F. N. Safiollin, et al. // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 91. Pp. 185–193.

13. Selyakov A.A., Bogatyreva A.S., Akmanaev E.D. Influence of sowing methods on the yield and biochemical composition of oilseeds of spring rape varieties in the middle Urals. [Vliyaniye priemov poseva na urozhaynost i biokhimicheskii sostav maslosemyan sortov yarovogo rapsa v Srednem Predural'e]. // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – The Herald of Kazan State Agrarian University.* 2019. Vol. 14. № 2. P. 47–51.

14. Doronin S.V. *Khimicheskii sostav zelenoy massy yarovogo rapsa v zavisimosti ot urovnya mineralnogo pitaniya i norm poseva semyan.* // *Effektivnost ispolzovaniya organicheskikh i mineralnykh udobreniy v usloviyakh Urals: mezhdunarodnyy sbornik nauchnykh trudov.* [The chemical composition of the green mass of spring rape depending on the level of mineral nutrition and the norms of sowing seeds. // Efficiency of using organic and mineral fertilizers in the Urals: interuniversity collection of scientific papers]. Perm: Permskiy SKhI im. D. N. Pryanishnikova, 1989. P. 112–117.

15. Kuklin V.A. *Vozdelyvaniye rapsa na korm i semena v Permskoy oblasti: materialy nauchn.-prakt. konf. po razvitiyu kormoproizvodstva v Permskoy oblasti: sbornik.* [Cultivation of rapeseed for forage and seeds in Perm region: proceedings of scientific and practical conference on the development of feed production in Perm region: collection]. Perm: NPO "Predurale", 1988. P. 92.

16. Kurbangaliev R.N., Bogatyreva A.S., Akmanaev E.D. *Sravnitel'naya otsenka sortov i gibridov yarovogo rapsa v usloviyakh Srednego Predural'ya.* // *Agrotekhnologii XXI veka: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyaschennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya professora V.N. Vargina.* (Comparative assessment of varieties and hybrids of spring rape in middle Urals. // Agrotechnologies of the XXI century: proceedings of All-Russian scientific-practical conference, dedicated to the 150th anniversary of the birth of Professor V.N. Vargin). Perm: IPTs Prokost, 2016. P. 37–40.

17. Mokrushina A.V., Bogatyreva A.S., Akmanaev E.D. *Effektivnost vozrastayuschikh doz azotnykh udobreniy na sortakh yarovogo rapsa v Srednem Predural'e.* // *Agrotekhnologii XXI veka: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* (Efficiency of increasing doses of nitrogen fertilizers on varieties of spring rapeseed in middle Urals. // Agrotechnologies of the XXI century: proceedings of International scientific and practical conference). Perm: IPTs Prokost, 2018. P. 69–74.

18. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta. 5-ye izd., dop. i pererab.* [Method of field experiment. 5th edition, added and revised]. M: Agropromizdat, 1985. P. 351.

19. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami.* [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. / edited by Yu.K. Novoselov. M.: RASKhN, 1997. P. 155.

20. Angelova V., Ivanova R., Ivanov K. Heavy metal accumulation and distribution in oil crops // *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 2004. Vol. 35. № 17. P. 2551–2566.

21. Koshkin E.I., Andreeva I.V., Belopukhov S.L. Assessment of phytoremediation potential of varieties of spring rape (*Brassic napus* L.) in conditions of heavy metal contamination of sod-podzolic soil. [Otsenka fitoremediatsionnogo potentsiala sortov yarovogo rapsa (*Brassic napus* L.) v usloviyakh zagryazneniya tyazhelymi metallami dernovo-podzolistoy pochvy]. // *Agrokimiya. – Agrochemistry.* 2014. № 8. P. 79–87.

22. Yusufov A.G. *Lektsii po evolyutsionnoy fiziologii rasteniy.* [Lectures on evolutionary plant physiology]. – M.: Vysshaya shkola, 1985. P. 102.

23. Kretovich V.L., Kagan Z.S. *Usvoyeniye i prevrascheniye azota u rasteniy.* // *Fiziologiya selskokhozyaystvennykh rasteniy.* [Assimilation and transformation of nitrogen in plants. // Physiology of agricultural plants]. M.: MGU, 1967. Vol. II. P. 217–288.

Authors:

Medvedev Vladimir Viktorovich - postgraduate student of Plant Industry Department, e-mail: vladimir-medvedev-1992@mail.ru

Khakimov Evgeniy Igorevich - postgraduate student of Plant Industry Department, e-mail: Khakimov.y@inbox.ru

Fatykhov Ildus Shamilevich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Plant Production Department, e-mail: nir210@mail.ru

Vafina Elmira Fatkhullova - Doctor of Agricultural Sciences, associate professor of Plant Production Department, e-mail: vaf-ef@mail.ru

Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia