

6. Nuzhnaia N.A. Osobennosti formirovaniia i razvitiia sornogo komponenta polevogo fitotsenoza // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2013. – No. 7. – S. 55–57.

7. Metody ucheta struktury sornogo komponenta v agrofytotsenozakh: uchebnoe posobie / sost.: I.V. Fetiukhin, A.P. Avdeenko, S.S. Avdeenko, V.V. Chernenko, N.A. Riabtseva. – Persianovskii: Donskoi GAU, 2018. – 76 s.

8. Maevskii P.F. Flora srednei polosy evropeiskoi chasti Rossii. 14-izd. – Moskva: Tovari-shchestvo nauchnykh izdanii KMK, 2014. – 635 s.

9. Ostapko V.M. Sosudistye rasteniia iugovostoka Ukrainy / V.M. Ostapko, A.V. Boiko, S.L. Mosiakin. – Donetsk: Izd-vo «Noulidzh», 2010. – 247 s.

10. Naumov S.Iu., Kirpichev I.V. Geobotanika: uchebnoe posobie. – Lugansk: FLP Palchak A.V., 2017. – 109 s.

11. Biometriia: uchebnik / I.D. Sokolov [i dr.]; pod obshch. red. L. P. Troshina. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – 161 s.



УДК 631.52

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-244-2-11-16

Е.В. Кожухова, В.В. Новиков

E.V. Kozhukhova, V.V. Novikov

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ РАЗНЫМИ МОРФОТИПАМИ PISUM SATIVUM В ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ

GREEN MATTER ACCUMULATION DYNAMICS BY DIFFERENT MORPHOTYPES OF PISUM SATIVUM IN YENISEI SIBERIA

Ключевые слова: горох (*Pisum sativum* L.), вегетативная масса, воздушно-сухое вещество, морфотип, сорт, тип листа, генотипические особенности, фазы развития, условия возделывания, вегетационный период.

Представлены результаты оценки влияния генетических особенностей и складывающихся абиотических факторов на накопление *Pisum sativum* L. разного морфотипа вегетативной массы и сухого вещества в течение вегетационного периода в Приенисейской Сибири. Предметом исследования служили 8 сортов и селекционных линий гороха посевного разного морфотипа – листочковые, с видоизмененным усатым типом листа, среднестебельные и короткостебельные. Исследования проводили в 2023-2024 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания. С каждой из 4 повторностей отбиралось по 5 типичных растений, определялась их масса до высушивания и после высушивания, рассчитывался процент содержания воздушно-сухого вещества. Учеты массы проводились в фазе 3-5-го листа и через каждые 20 сут. после этого периода, 2-й замер – в период бутонизации – начала цветения, 3-й – на период конец цветения – начала плодообразования. Выявлено, что процент накопления образцами воздушно-сухого вещества в разные сроки вегетации по годам варьировал в пределах от 11,88% в фазу 3-5-го листа – до 35,52% в фазу конец цветения – начало формирования плодов. Влияние условий года на накопление образцами вегетативной массы и сухого вещества в течение вегетаци-

онного периода в Приенисейской Сибири более значимо (80,07-94,56%). Большую вегетативную массу формировали листочковые образцы. Вес растений от периода 3-5-го листа к периоду бутонизации – начала цветения увеличился: у сортов с усатым типом листа – в 6-8 раз, у листочковых – в 10-13 раз. Максимальный вес после высушивания в фазу конец цветения – начала формирования плодов также имели листочковые образцы – 8,77-8,20 г на растение, вес воздушно-сухой массы для сортов с усатым типом листа находился в диапазоне 7,16-7,55 г на растение.

Keywords: peas (*Pisum sativum* L.), green matter, air-dry substance, morphotype, variety, leaf type, genotypic features, development stages, cultivation conditions, growing season.

This paper discusses the evaluation results of the influence of genetic characteristics and developing abiotic factors on the accumulation of green and dry matter by *Pisum sativum* L. of different morphotypes during the growing season in the Yenisei Siberia. The research targets were eight varieties and breeding lines of field pea of different morphotypes - leafed ones, the ones with a modified tendril leaf type, medium-stemmed and short-stemmed ones. The studies were carried out in 2023 and 2024 in a competitive variety testing nursery. Five typical plants were selected from each of the four replicates, their weight before and after drying was determined, and the percentage of air-dry matter content was calculated. The plants were weighed at

the stage of 3-5 leaves and every 20 days after this stage; the second measurement was made at budding stage and flowering beginning; the third measurement - at the end of flowering - the beginning of fruit formation. It was found that the percentage of air-dry matter accumulation by the accessions at different stages of the growing season varied from 11.88% at the stage of 3-5 leaves to 35.52% in the end of flowering - fruit formation beginning. The influence of the year's conditions on green and dry matter accumulation by the accessions during the growing season in the

Yenisei Siberia was more significant (80.07-94.56%). Leafed accessions formed larger green matter. The plant weight from the stage of 3-5 leaves to the stage of budding - flowering beginning increased as following: in the varieties with a tendril leaf type - 6-8 times, in leafed ones - 10-13 times. The maximum weight after drying at the stage of flowering end - fruit formation beginning in leafed accessions reached 8.77-8.20 g per plant; the air-dry matter weight for the varieties with tendril leaf type was in the range of 7.16-7.55 g per plant.

Кожухова Елена Викторовна, к.с.-х.н., вед. науч. сотр. КрасНИИСХ – ОП ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: elena.kojuhova@yandex.ru

Новиков Валерий Вадимович, мл. науч. сотр., КрасНИИСХ – ОП ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: valerianovsav@yandex.ru.

Kozhukhova Elena Viktorovna, Cand. Agr. Sci., Leading Researcher, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center" of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: elena.kojuhova@yandex.ru.

Novikov Valeriy Vadimovich, Junior Researcher, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center" of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: valerianovsav@yandex.ru.

Введение

Горох является наиболее распространенной из зернобобовых культур [1]. Для использования генофонда гороха в хозяйстве применяется его дифференциация по направлениям использования: зерновому, кормовому, овощному, однако четко очерченного перечня различий между фенотипами растений каждого из этих направлений не существует [2].

Селекция укосно-кормовых сортов направлена на получение высокой зеленой массы, быстрый темп ее накопления, высокорослость и высокую степень облиственности [3]. Среди зерновых и кормовых сортов известны переходные формы, которые можно назвать зернокормовыми (зернофуражными). Для ведения селекции на определенные цели использования – зерновое, кормовое или зернокормовое необходимо понимать, как будет формироваться, развиваться растение и накапливаться его вегетативная масса.

В процессе селекционной работы, направленной на повышение технологичности и урожайности, культура *Pisum sativum* L. прошла смену нескольких селекционных поколений гороха [4].

Среди многообразия морфотипов сортов гороха возникают вопросы, касающиеся их характеристик начиная от структуры урожая, устойчивости к полеганию, болезням, вредителям и заканчивая адаптивностью, пластичностью и стабильностью селекционно-ценных признаков в различных почвенно-климатических зонах. Условия возделывания оказывают значительное

влияние на развитие растений и их хозяйственно-ценные признаки [5-7]. Учет особенностей возделывания культуры и отдельных сортов влияет в конечном итоге на получение качественных семян [8].

Ранее было установлено, что на урожайность зеленой массы и выход сухого вещества гороха влияют сорт, норма высева, всхожесть, агроэкологические условия [9, 10].

Вопрос изучения образцов гороха в различных условиях произрастания, касающийся непосредственно развития растений, прироста биомассы, накопление сухого вещества для разных морфотипов, выявление наиболее значимых факторов, влияющих на эти параметры, остается открытым, чем и продиктована актуальность проведенных исследований.

Цель – оценка влияния генетических особенностей сорта и складывающихся абиотических факторов на накопление образцами гороха посевного разных морфотипов, вегетативной массы и сухого вещества в течение вегетационного периода в Приенисейской Сибири.

Задачи:

1) оценить накопление массы разными морфотипами гороха посевного в процессе вегетации;

2) оценить процент накопления воздушно-сухого вещества в соответствующие периоды;

3) определить процентное соотношение влияния сорта и условий года на накопление воздушно-сухого вещества разными морфотипами гороха в различные периоды роста и развития – фаза 3-5-го листа, бутонизация – начало

цветения, конец цветения – начало плодообразования.

Условия, объекты и методы исследования

Исследования проводились в условиях Красноярской лесостепи в 2023-2024 гг. Почвы опытного участка – чернозем выщелоченный.

Погодные условия вегетационного периода лет исследования различались. Условия 2023 г. характеризовались как засушливые ГТК=0,81, 2024 г. – как избыточно увлажненные ГТК=2,04. Подробное подекадное описание гидротермических условий вегетационных периодов лет исследования представлено в таблице 1.

Таблица 1

Гидротермические условия периодов исследования (2023-2024 гг.)

Год	Месяц, декада											
	Май			Июнь			Июль			Август		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Сумма осадков по декадам												
2023	5,30	3,70	31,00	6,00	19,00	17,00	2,10	19,00	28,00	0,90	26,00	3,40
2024	9,80	5,60	30,00	19,00	60,00	0,90	51,00	92,00	98,00	25,00	35,00	22,00
Ср. мн.	10,44	9,63	15,62	13,38	15,79	26,13	33,19	21,94	26,81	18,64	29,81	18,90
Средняя температура												
2023	8,60	7,00	12,40	22,50	16,40	16,90	19,90	20,10	20,40	19,90	16,00	18,30
2024	9,00	13,90	11,70	13,00	19,10	22,60	21,20	21,80	22,50	20,00	18,90	16,90
Ср. мн.	7,48	10,09	12,29	15,81	18,58	18,89	19,05	19,38	18,56	18,03	16,52	15,06

Посев проводился в первой декаде мая. Всходы отмечались в последней декаде мая (2023 г.) и в первых числах июня (2024 г.).

Предметом исследования служили 8 сортов и селекционных линий гороха посевного разного морфотипа – листочковые (Кемчуг, Радомир, П-23 и П-24), с видоизмененным усатым типом листа (Светозар, Яхонт, Томас, Красноярский 20), среднестебельные (Кемчуг, Радомир, Светозар, Яхонт, П-24) и короткостебельные (Томас, Красноярский 20, П-23).

Исследования проводились в питомнике конкурсного сортоиспытания, деланки которого были рендомизированно размещены в четырех повторностях [11].

С каждой из четырех повторностей отбиралось по пять наиболее типичных, не крайних растений и определялась их масса до высушивания, а также после высушивания (воздушно-сухая масса), устанавливался и сравнивался процент выхода воздушно-сухого вещества, впоследствии перерасчет массы проводился на 1 растение.

Учеты проводились в фазе 3-5-го листа и затем через 20 сут. от этого периода. Таким образом, второй замер приходился на период бутонизации – начала цветения, третий – на период конец цветения – начала плодообразования.

Массу растений перед уборкой в 2024 г. не учитывали, так как учеты 2023 г. выявили, что разница в этот период между растениями до высушивания и после высушивания минимальна, и в период уборки большая масса растения приходится уже на сформировавшееся и созревшее зерно, в связи с чем результаты учета массы растений в этот период не приведены.

Результаты исследования

Вес листочковых образцов превосходил вес сортов с усатым типом листа во все фазы развития растений, между короткостебельными и среднестебельными образцами по весу растений значительной разницы не наблюдалось, причем в период бутонизации – начала цветения, короткостебельные образцы даже могли превышать вес среднестебельных образцов. Вес растений от периода 3-5-го листа к периоду бутонизации – начала цветения значительно увеличился: у сортов с усатым типом листа – в 6-8 раз, у листочковых образцов – в 10-13 раз.

Максимальный вес после высушивания также имели листочковые образцы (8,77-8,20 г), тогда когда вес воздушно-сухой массы для сортов с усатым типом листа находился в диапазоне 7,16-7,55 г, разница между короткостебельными

и среднестебельными также была незначительна (0,40 г на растение) (табл. 2).

Процент накопления сухого вещества разными морфотипами гороха в процессе вегетации в большей мере зависел от складывающихся гидротермических условий, чем от сортовых признаков.

В среднем, по всем образцам процентное содержание сухого вещества в период 3-5-го листа составляло 19,77% по всем сортам, в период бутонизации – начала цветения – 18,97% по

всем сортам, т.е. существенно не различалось, хотя по годам различия были гораздо существеннее.

Между периодом бутонизации – начала цветения и конца цветения – начала плодообразования определены различия преимущественно за счет колебания процентного содержания сухого вещества по годам. Так, среднее содержание воздушно-сухого вещества периода конца цветения – начала плодообразования в 2023 г. составило 22,95%, в 2024 г. – 33,74% (рис.).

Таблица 2

Динамика изменений параметров растений гороха разного морфотипа в различные фазы вегетационного периода (2023-2024 гг.)

Период учета / фаза развития растений	Короткостебельные, с усатым типом	Среднестебельные, с усатым типом	Среднестебельные, листочковые	Короткостебельные, листочковые
Вес растений до высушивания, г				
Фаза 3-5-го листа	1,96	1,93	2,27	2,23
Бутонизация – начало цветения	16,34	12,09	23,63	29,43
Цветение – формирование бобов	24,37	24,38	30,27	28,44
Вес растений после высушивания, г				
Фаза 3-5-го листа	0,27	0,29	0,36	0,33
Бутонизация – начало цветения	3,10	2,52	4,36	5,32
Цветение – формирование бобов	7,16	7,56	8,77	8,20



Рис. Содержание воздушно-сухого вещества в образцах в разные фазы развития растений (2023-2024 гг.), %

Такое соотношение можно объяснить тем, что в 2024 г. нетипичные погодные условия – гидротермические показатели, превышающие среднемноголетние значения, приводили к ускоренному развитию и созреванию и, как след-

ствие, большему содержанию в растениях сухого вещества в аналогичный период.

При анализе влияния генотипа и условий возделывания выявлено, что во все фазы развития растений большее значение на содержание сухого вещества в растениях оказывали

условия года. Диапазон влияния условий года варьировал от 84,88% в фазу окончания цветения – начала плодообразования до 94,56% в фазу бутонизации – начала цветения.

Влияние сорта на накопление сухого вещества растениями гороха составило от 2,56 до 8,35% (табл. 3).

Таблица 3

Влияние генетических и абиотических факторов на накопление сухого вещества растениями гороха в разные фазы развития, %

Влияние фактора	Фаза 3-5-го листа	Бутонизация – начало цветения	Конец цветения – начало плодообразования
Сорт	8,35*	0,34	2,56*
Год	88,07*	94,56*	84,88*
Взаимодействие факторов (сорт x год)	3,58	5,10	12,56*

Примечание. *Достоверно ($F_{факт} > F_{теор}$).

Выводы

Процент накопления образцами воздушно-сухого вещества варьировал в пределах 11,88 до 35,52%. Влияние условий возделывания на накопление образцами гороха посевного, разных морфотипов, вегетативной массы и сухого вещества в течение вегетационного периода в Приенисейской Сибири более значимо (80,07-94,56%).

Большую вегетативную массу формировали листочковые образцы. Вес растений от периода 3-5-го листа к периоду бутонизации – начала цветения значительно увеличился: у сортов с усатым типом листа – в 6-8 раз, у листочковых – в 10-13 раз.

Максимальный вес после высушивания в фазу конец цветения – начала формирования плодов также имели листочковые образцы (8,77-8,20 г), тогда когда вес воздушно-сухой массы для сортов с усатым типом листа находился в диапазоне 7,16-7,55 г.

Библиографический список

1. Кожухова, Е. В. Оценка перспективных селекционных образцов гороха Красноярского НИИСХ по кормовому достоинству и продуктивности / Е. В. Кожухова, Л. П. Байкалова, Л. В. Плеханова. – DOI: 10.25685/KRM.2019.2019.41874. – Текст: непосредственный // Кормопроизводство. – 2019. – № 10. – С. 31-36. – EDN ERIDDC.
2. Фенотипические признаки, определяющие дифференциацию генофонда гороха (*Pisum sativum* L.) по направлениям использования / Е. В. Семенова, А. П. Бойко, Л. Ю. Новикова, М. А. Вишнякова. – DOI 10.18699/VJGB-22-74. –

Текст: непосредственный // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2022. – Т. 26, № 7. – С. 599-608. – EDN JKTGFL.

3. Адамова, О. П. Новый исходный материал для селекции гороха на корм / О. П. Адамова. – Текст: непосредственный // Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства. – 1975. – № 53. – С. 44-48.

4. Зеленов, А. Н. Филогенетические аспекты прогрессивной селекции *Pisum sativum* L. Обзорная статья / А. Н. Зеленов, А.А. Зеленов. – DOI 10.24412/2309-348X-2024-2-11-19. – Текст: непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 2 (50). – С. 11-19.

5. Кожухова, Е. В. Влияние ГТК вегетационного периода на высоту растений гороха и их устойчивость к полеганию / Е. В. Кожухова. – DOI: 10.31677/2072-6724-2024-71-2-55-62. – Текст: непосредственный // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 2 (71). – С. 55-62. – EDN RVEOEX.

6. Сидоров, А. В. Селекция яровой мягкой пшеницы на адаптивность / А. В. Сидоров, Д. Ф. Федосенко, С. С. Голубев. – Текст: непосредственный // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (126). – С. 3-8. – EDN YHPRBP.

7. Kozhukhova, E., Oreshnikova, O., Novikov, V. (2021). Assessment of the influence of genotype and climatic conditions on the elements of productivity of peas in Eastern Siberia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 839. 042009. DOI: 10.1088/1755-1315/839/4/042009.

8. Бутковская, Л. К. Современное состояние семеноводства зерновых и зернобобовых культур в Красноярском крае / Л. К. Бутковская, Г. С. Липшин, Е. В. Васильева. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-239-9-5-10. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 9 (239). – С. 5-10. – EDN AFGNXB.

9. Воскобулова, Н. И. Влияние элементов технологии на рост и развитие растений гороха в условиях Оренбургской области / Н. И. Воскобулова. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (72). – С. 98-100. – EDN XYKUKD.

10. Rapčan, I., Jurišić, M., Lisjak, M. (2007). Green mass and dry matter yields of field pea (*Pisum sativum* L.) in dependence of seed vigor and agroecological conditions of Eastern Croatia. *Cereal Research Communications*. 35. 977-980. DOI: 10.1556/CRC.35.2007.2.203.

11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общ. часть. – Москва: Госкомиссия по сортоиспытанию с.-х. культур, 2019. – 329 с.

References

1. Kozhukhova, E.V. Otsenka perspektivnykh selektsionnykh obraztsov gorokha Krasnoiarского NIISKh по kormovomu dostoinstvu i produktivnosti / E.V. Kozhukhova, L.P. Baikalova, L.V. Plekhanova // Kormoproizvodstvo. – 2019. – No. 10. – S. 31-36. – DOI:10.25685/KRM.2019.2019.41874. EDN ERIDDC.

2. Fenotipicheskie priznaki, opredeliasushchie differentsiatsiiu genofonda gorokha (*Pisum sativum* L.) по napravleniiam ispolzovaniia / E.V. Semenova, A.P. Boiko, L.Iu. Novikova, M.A. Vishniakova // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. – 2022. – T. 26, No. 7. – S. 599-608. – DOI 10.18699/VJGB-22-74. – EDN JKTGFL.

3. Adamova O.P. Novyi iskhodnyi material dlia selektsii gorokha na korm // Biul. Vsesoiuz. nauch.-issled. in-ta rasteniievodstva. – 1975. 53: 44-48.

4. Zelenov A.N., Zelenov A.A. Filogeneticheskie aspekty progressivnoi selektsii *Pisum sativum* L.

Obzornaia statia // Zernobobovye i krupianye kultury. 2024. 2 (50): 11-19. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-11-19.

5. Kozhukhova, E.V. Vliianie GTK vegetatsionnogo perioda na vysotu rastenii gorokha i ikh ustoichivost k poleganiuu / E.V. Kozhukhova // Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet). – 2024. – No. 2 (71). – S. 55-62. – DOI 10.31677/2072-6724-2024-71-2-55-62. – EDN RVEOEX.

6. Sidorov, A.V. Seleksiia iarovoi miagkoi pshenitsy na adaptivnost / A.V. Sidorov, D.F. Fedosenko, S.S. Golubev // Vestnik KrasGAU. – 2017. – No. 3 (126). – S. 3-8. – EDN YHPRBP.

7. Kozhukhova, E., Oreshnikova, O., Novikov, V. (2021). Assessment of the influence of genotype and climatic conditions on the elements of productivity of peas in Eastern Siberia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 839. 042009. DOI: 10.1088/1755-1315/839/4/042009.

8. Butkovskaia, L.K. Sovremennoe sostoianie semenovodstva zernovykh i zernobobovykh kultur v Krasnoiarском krae / L.K. Butkovskaia, G.S. Lipshin, E.V. Vasileva // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – No. 9 (239). – S. 5-10. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-239-9-5-10. – EDN AFGNXB.

9. Voskobulova, N.I. Vliianie elementov tekhnologii na rost i razvitie rastenii gorokha v usloviakh Orenburgskoi oblasti / N.I. Voskobulova // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 4 (72). – S. 98-100. – EDN XYKUKD.

10. Rapčan, I., Jurišić, M., Lisjak, M. (2007). Green mass and dry matter yields of field pea (*Pisum sativum* L.) in dependence of seed vigor and agroecological conditions of Eastern Croatia. *Cereal Research Communications*. 35. 977-980. DOI: 10.1556/CRC.35.2007.2.203.

11. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia selskokhoziaistvennykh kultur. Vyp. 1. Obshch. chast. – Moskva: Goskomissiiia po sortoispytaniuu s.-kh. kultur, 2019. – 329 s.

