

References

1. Ermokhin, Iu.I. Pochvenno-rastitelnaia operativnaia diagnostika «PROD-OmSKhl» mineralnogo pitaniia, effektivnosti udobrenii, velichiny i kachestva urozhaiia selskokhoziaistvennykh kultur: monografiia / Iu.I. Ermokhin; Ministerstvo selskogo khoziaistva Rossiiskoi Federatsii, Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. – Omsk: Izdatelstvo FGOU VPO OmGAU. – Omsk: OmGAU, 1995. – 208 s.
2. Ermokhin, Iu.I. Pokazateli svyazi mezhdru khimicheskimi sostavom rastenii i urozhajem pustyrnika piatilopastnogo / Iu.I. Ermokhin, O.D. Shoikin, V.M. Krasnitskii // Plodorodie. – 2012. – No. 4 (66). – S. 35-37.
3. Antonova, O.I. Effektivnost raznykh sposobov primeneniia biopreparatov Tellura Bio, Novosila i Lariksina pri vzdelyvanii kartofelia / O.I. Antonova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 8 (154). – S. 48-53.
4. Cheremisin, A.I. Izuchenie vliianiia primeneniia biopreparatov i stimulatorov rosta na poleznuiu mikrofloru i produktivnost kartofelia / A.I. Cheremisin, V.N. Kumpan // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – T. 13. – No. 4 (51). – S. 91-95.
5. Antonova, O.I. Sostoianie pokazatelei plodorodiia pakhotnykh pochv i vnesenie mineralnykh udobrenii v Altaiskom kare / O.I. Antonova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 4 (186). – S. 10-16.
6. Abeuov, S.K. Vliianie fosfornykh udobrenii na urozhainost i kachestvo kartofelia na kashtanovoi pochve / S.K. Abeuov, O.D. Shoikin, V.A. Kamkin // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 4 (40). – S. 15-23.
7. Abeuov, S., Shoykin, O., Kamkin, V., & Ermokhin, Y. (2021). Indicators of the Relationship Between the Chemical Composition of Plant and Harvest Potatoes. *KnE Life Sciences*, 6(3), 7-14. <https://doi.org/10.18502/kls.v0i0.8912>.
8. Asfary, A., Wild, A., & Harris, P. (1983). Growth, mineral nutrition and water use by potato crops. *The Journal of Agricultural Science*, 100(1), 87-101. doi:10.1017/S0021859600032470.
9. Temereva, I.V. Reaktsiia razlichnykh sortov kartofelia na estestvennoe plodorodie i udobreniia pri vzdelyvanii na lugovo-chernozemnoi pochve v usloviakh Omskogo Priirtyshia / I.V. Temereva, T.B. Smirnova // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 1 (37). – S. 83-89.



УДК 581.16: 635-153

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209-3-17-23

А.Ф. Бухаров, Д.Н. Балеев

A.F. Bukharov, D.N. Baleev

КИНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН УКРОПА В УСЛОВИЯХ ГРАДИЕНТА ТЕМПЕРАТУР

KINETIC PARAMETERS OF DILL SEED GERMINATION UNDER TEMPERATURE GRADIENT CONDITIONS

Ключевые слова: *Anethum graveolens L.*, архитектоника семенника, температура, рост зародыша, прорастание семян, кинетические параметры.

Изучено действие высокотемпературного фактора на рост зародыша и прорастание семян укропа, полученных с разных порядков ветвления. Получены новые данные о ключевых процессах прорастания гетероморфных семян и действию высокотемпературного стрессора на них. Показано, что для наклевывания семени зародышу необходимо развиться еще минимум на 40-50% от своей первоначальной длины. В этот момент он особенно чувствителен к воздействию внешних факторов, которые могут тормозить его рост, а впоследствии оказать влияние на количество проросших

семян. При этом темпы роста зародыша в условиях оптимальной и стрессовой температуры при проращивании существенно различаются в зависимости от места формирования. Действие экстремальной температуры негативно отразилось на темпах роста зародышей как первого, так и второго порядка ветвления. Однако зародыши второго порядка ветвления оказались более чувствительны к действию пониженной и повышенной температуры в процессе прорастания. При отклонении температуры проращивания от оптимальной (20°C) происходило уменьшение скорости прорастания и процента проросших семян. Семена второго порядка более резко реагировали на температурный стресс. Это подтверждает положение о том, что морфологическое недоразвитие зародыша

является ключевым фактором, влияющим на качество семян зонтичных культур и развитие зародыша в процессе прорастивания, особенно в экстремальных температурных условиях. Исследования кинетики роста зародыша и прорастания гетероморфных семян укропа в условиях широкого диапазона температур могут быть использованы в селекции на холодостойкость и жаростойкость. Температурный фактор, в значительной степени определяющий доразвитие зародыша в период, предшествующий наклеиванию семян, может быть эффективным методом предпосевной доработки семян.

Keywords: *dill (Anethum graveolens L.), seed bearer architectonics, temperature, embryo growth, seed germination, kinetic parameters.*

The effect of the high-temperature factor on embryo growth and germination of dill seeds obtained from different branching orders was studied. New data on the key processes of germination of heteromorphic seeds and the effect of a high-temperature stressor on them were obtained. It is shown that for sprouting, the embryo needs to develop at least another 40-50% of its original length. At this moment, the embryo is especially sensitive to the ef-

fects of external factors that may inhibit its growth and subsequently affect the number of germinated seeds. At the same time, the growth rates of the embryo under the conditions of optimal and stressful temperature during germination differ significantly depending on the place of formation. The effect of extreme temperature negatively affected the growth rates of embryos of both the first and second order of branching. However, the embryos of the second order of branching turned out to be more sensitive to the action of low and higher temperatures during germination. When the germination temperature deviated from the optimal one (20°C), the germination rate and the percentage of germinated seeds decreased. The seeds of the second order reacted more markedly to the temperature stress. This confirms the position that morphological underdevelopment of the embryo is a key factor affecting the quality of seeds of Umbelliferae and embryo development during germination especially under extreme temperature conditions. The studies of the kinetics of embryo growth and germination of heteromorphic dill seeds under the conditions of a wide temperature range may be used in plant breeding for cold resistance and heat resistance. The temperature factor which largely determines the development of the embryo in the period preceding sprouting may be an effective method of pre-sowing seed preparation.

Бухаров Александр Федорович, д.с.-х.н., гл. научный сотрудник, ВНИИО – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл., Российская Федерация, e-mail: afb56@mail.ru.

Балеев Дмитрий Николаевич, к.с.-х.н., ст. научный сотрудник, ВНИИО – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл., Российская Федерация, e-mail: afb56@mail.ru.

Bukharov Aleksandr Fedorovich, Dr. Agr. Sci., Chief Researcher, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: afb56@mail.ru.

Baleev Dmitriy Nikolaevich, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: afb56@mail.ru.

Введение

Исследования, проведенные на моркови, показали, что место и условия формирования семян в пределах растения оказывают существенное влияние на их посевные качества [1-4]. Получены данные о действии температурного фактора на прорастание семян моркови [5, 6]. Аналогичные, но менее масштабные исследования были осуществлены на укропе [7]. Изучение роста (доразвития) зародыша в процессе прорастания семян, собранных с побегов разных порядков ветвления, в стрессовых условиях освещены очень ограниченно и в основном на диких видах семейства Umbelliferae [8, 9].

В ряде публикаций нами были показаны динамические ряды нарастания доли проросших семян и длины зародыша некоторых овощных сельдерейных культур и рассчитаны статистические параметры, характеризующие модель поведения семян и зародыша. Исследования выполнены в нескольких контрастных темпера-

турных условиях, что позволило выявить тенденции изменения кинетических (временных и скоростных) показателей, характеризующих ростовые процессы [10-12]. В данной работе использованы матрикально разнокачественные семена, собранные с разных соцветий отдельно, и значительно расширен температурный диапазон.

Цель исследования – изучить влияние температуры в диапазоне от +2 до +40°C на статистические параметры, характеризующие процесс прорастания матрикально разнокачественных семян укропа и рост зародыша в пределах семенной оболочки до момента наклеивания.

Материал и методы исследования

Исследования выполнены во Всероссийском научно-исследовательском институте овощеводства – филиал ФГБНУ ФНЦО. Объект исследований – семена укропа сорта Кентавр, выращенные в 2018-2019 гг. в условиях открытого

грунта. Сбор семян осуществляли отдельно с соцветий первого и второго порядка.

Семена проращивали и в термостате при 9 вариантах температуры от 2 до 40°C. Непосредственно перед проращиванием семена подвергали обработке раствором гипохлорита натрия (0,125%) в течение 5 мин., с последующим трехкратным ополаскиванием дистиллированной водой. Семена (по 100 шт.) располагали в чашках Петри на трех слоях фильтровальной бумаги. Опыт продолжался 21 сут. Учеты проводили ежедневно. Проросшими считали семена, имеющие зародышевый корешок, равный длине семени. Повторность опыта четырехкратная.

Длину семени и эндосперма измеряли штангенциркулем. Длину зародыша устанавливали на бинокляре Микромед 1 при 40-кратном увеличении. Для цифрового сканирования использовали окуляр DCM 300 MD и программу Score Photo. Измерение зародыша в процессе прорастания семян проводили ежедневно в четырех повторностях по 10 семян в каждой. Для построения кривой, характеризующей ростовые процессы (семян и зародыша) использовали логлогистическую регрессию с тремя параметрами [12-14]. Различия между вариантами считали существенными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Для построения и анализа линий регрессии, описывающих динамику прорастания семян и роста зародыша, использовали три основных параметра, в том числе максимальное значение признака, или верхняя асимптота (d), скоростной (b) и временной (e или T_{50}) [14-16]. В таблице показано изменение этих параметров в зависимости от изменения температуры проращивания.

В контроле при температуре 20°C семена центрального зонтика обеспечили максимальную долю проросших семян (76%), что в 1,3 раза больше, чем семена второго порядка ветвления. Разница между семенами первого и второго порядков постепенно увеличивалась. При температуре 5°C среди семян центрального зонтика проросших в 2,1 раза больше, чем семян второго порядка, а при 2°C последние не проросли. На повышение температуры до 35°C семена второго порядка реагировали еще более резко, снижая долю проросших семян в 1,5-6,2 раза.

Параметр d у семян первого порядка при снижении температуры проращивания с 20 до

5°C изменялся незначительно (с 76 до 73), в то время как у семян первого порядка снижался в 1,6 раза. При повышении температуры до 35°C эти изменения были, соответственно, в 2,5 и 11,4 раз.

Время прорастания 50% семян для первого порядка в условиях 30 и 35°C выше 20°C на $2,3 \pm 0,1$ ($p < 0,001$) и $3,5 \pm 0,2$ ($p < 0,001$) суток соответственно. Для семян второго порядка при проращивании в условиях 30°C по сравнению с 20°C этот параметр увеличивался на $3,7 \pm 0,2$ ($p < 0,001$) суток. Минимальное значение b отмечено в диапазоне от 15 до 25°C. При изменении температуры как в сторону повышения, так и особенно снижения параметр b существенно увеличивался.

От места формирования семян в значительной степени зависели линейные размеры их морфологических элементов. При сравнении семян из соцветий первого второго порядка было выявлено, что длина эндосперма у них отличалась в 1,2 раза, а зародыш – более чем в 1,5 раза. Значение индекса $I_{3/3}$ при этом изменялось от 0,21 до 0,29.

Многократные исследования позволили выяснить, что явление недоразвития зародыша и значительная изменчивость степени его проявления крайне негативно отражаются на качестве семян многих культивируемых растений семейства зонтичные [17-19].

Максимальную длину (2,29 мм) зародыш в семенах первого порядка имел при проращивании при 20°C. При понижении температуры максимальная длина зародыша (параметр d) незначительно снижалась на 7,4-9,2%, а затем при 2°C вновь повышалась даже выше контроля на 2,2%. Зародыш в семенах второго порядка сначала снижал значение параметра d на 1,6-3,3%, а затем при 5°C повышал на 18,5 и 59,8% при 2°C. При повышении температуры выше оптимальной отмечена явная тенденция резкого снижения максимальной длины зародыша (d) для первого порядка в 1,9, а для второго порядка – более чем в 2,1 раза при 40°C.

Для семян первого порядка ветвления параметр d , характеризующий скорость роста зародыша при температуре ниже оптимальной, увеличивался в 2,5 раза, а при температуре выше оптимальной уменьшался (по абсолютной величине) в 1,6 раза. Для семян второго порядка ветвления этот показатель имел обратную тенденцию.

**Характер изменения динамических параметров
при изменении температуры проращивания семян укропа**

Температура, °С	1-й порядок			2-й порядок		
	d	e	b	d	e	b
Прорастание семян, %						
2	16	26,67	-11,62	0	0	0
5	73	10,45	-8,59	35	13,71	-19,1
10	73	6,38	-7,78	39	7,29	-8,39
15	74	3,53	-4,85	52	4,61	-6,38
20	76	2,95	-5,44	57	6,47	-4,78
25	70	4,58	-4,62	48	6,87	-5,92
30	61	5,21	-6,13	29	7,93	-7,82
35	31	6,47	-4,78	5	16,31	-6,32
40	0	0	0	0	0	0
Длина зародыша прорастающих семян, мм						
2	2,34	14,67	-5,79	2,94	39,28	-1,41
5	2,12	6,54	-2,74	2,18	17,79	-1,10
10	2,08	4,66	-3,11	1,78	7,34	-1,90
15	2,08	4,04	-3,28	1,81	2,70	-1,67
20	2,29	1,99	-2,35	1,84	2,41	-1,78
25	2,21	4,16	-2,41	1,78	5,47	-1,35
30	2,03	4,52	-2,16	1,53	5,68	-1,36
35	1,76	7,15	-1,92	1,19	5,51	-2,90
40	1,20	2,49	-1,51	0,86	4,21	-4,54

Значение параметра e (T_{50}) при 10 и 15°C проращивания семян существенно различалось для зародышей первого и второго порядка. При температуре 5 и 2°C различия в термочувствительности зародышей первого и второго порядка проявляются еще более резко.

При увеличении температуры до 25-35°C по сравнению с 20°C значение T_{50} для зародышей первого порядка возрастало в 2,1-3,6 раза, а для зародышей второго порядка – в 2,3-2,4 раза соответственно. При 40°C рост зародыша в семенах как первого, так и второго порядка прекращался.

Скоростной параметр b изменялся под влиянием температуры явно неоднозначно. Для зародышей первого порядка было характерно минимальное значение этого показателя при +2°C и постепенное его увеличение с повышением температуры прорастания. В то время как зародыши в семенах второго порядка имели минимальное значение этого параметра при +40°C и максимум при +2°C.

Заключение

Ростовые реакции зародыша и семени непрерывно снижались в ответ на постепенное возрастание стрессового фактора относительно контроля. Однако темпы и характер изменения кинетических параметров при повышении и понижении температуры относительно +20°C имели свои особенности. Семена второго порядка и их зародыши, как правило, более резко реагировали на стрессовые условия в процессе прорастания. Зародыши укропа второго порядка ветвления менее развиты, более чувствительны к действию температуры при прорастании и менее предсказуемы. Линейные размеры зародыша зрелого семени, обусловленные матричным фактором, влияют на последующие этапы жизни нового организма, начиная с прорастания семян. Это подтверждают многочисленные данные о том, что степень развития эмбриона в зрелых семенах овощных зонтичных культур является одной из основных причин, определяющих длительное прорастание, особенно при

экстремальной температуре. Полученные данные об изменении параметров прорастания семян укропа в модельном опыте в большом диапазоне температур могут быть использованы в процессе селекции для отбора на холодостойкость и жаростойкость.

Параметры семян, характеризующие процесс прорастания, представляют интерес для разработки технологии праймирования и других методов предпосевной подготовки семян, в том числе выбор оптимальной температуры, темпов и порога дорастивания эмбриона.

Библиографический список

1. Szafiroska, A.I. (1994). The correlation between mother plant architecture, seed quality and field emergence of carrot. *Acta Hortic.* 354, 93-98. DOI: 10.17660/ActaHortic.1994.354.10.
2. Corbineau, F., Picard, M., Bonnet, A., Côme, D. (1995). Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen. *Seed Science Research*, 5 (3), 129-135. DOI:10.1017/S0960258500002749.
3. Panayotov, N. (2010). Heterogeneity of carrot seeds depending on their position on the mother plant. *Folia Horticulturae*, 22 (1) 25-30. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0147>.
4. Балеев, Д. Н. Повреждение овощных зонтичных культур щитником полосатым (*Graphosoma lineatum* L.) как фактор снижения продуктивности и качества семян / Д. Н. Балеев, А. Ф. Бухаров, Р. А. Багров. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10 (120). – С. 19-25.
5. Pereira, R., Nascimento, W., Vieira, J. (2008). Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. *Scientia Agricola*. 65. DOI: 10.1590/S0103-90162008000200006.
6. Nascimento, W.M., Pereira, R.S., Vieira, J.V., Cantliffe, D.J. (2012). Carrot seed germination at high temperature conditions. *Acta Hortic.* 936, 133-138. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.936.15.
7. Hołubowicz, R., Morozowska, M. (2011). Effect of umbel position on dill (*Anethum graveolens* L.) plants growing in field stands on selected seed stalk features. *Folia Horticulturae*, 23 (2) 157-163. <https://doi.org/10.2478/v10245-011-0024-3>.
8. Vandeloos, F., Bolle, N., Van Assche, J. (2007). Seed Dormancy and Germination of the European Chaerophyllum temulum (Apiaceae), a Member of a Trans-Atlantic Genus. *Annals of Botany*. 100. 233-239. DOI: 10.1093/aob/mcm090.
9. Vandeloos, F., Bolle, N., Van Assche, J. (2009). Morphological and physiological dormancy in seeds of *Aegopodium podagraria* (Apiaceae) broken successively during cold stratification. *Seed Science Research*, 19 (2), 115-123. DOI:10.1017/S0960258509301075.
10. Бухаров, А. Ф. Температурный стресс и термопокой семян овощных зонтичных культур. Особенности индукции, проявления и преодоления (часть первая) / А. Ф. Бухаров, Д. Н. Балеев. – Текст: непосредственный // Овощи России. – 2013. – № 2 (19). – С. 36-41.
11. Анализ изменчивости параметров прорастающих семян укропа, характеризующих их разнокачественность / А. Ф. Бухаров, Д. Н. Балеев, М. И. Иванова [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2018. – № 3. – С. 125-137. – DOI 10.18384/2310-7189-2018-3-125-137.
12. Moles, A.T., Westoby, M. (2006). Seed size and plant strategy across the whole life cycle. *Oikos*, 113: 91-105. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2006.14194.x>.
13. Бухаров, А. Ф. Морфометрия в системе тестирования качества семян / А. Ф. Бухаров, Д. Н. Балеев, А. Р. Бухарова. – Москва: Изд-во ФГБНУ ФНЦО, 2020. – 80 с. – Текст: непосредственный.
14. Бухаров, А. Ф. Кинетика прорастания семян. Методы исследования и параметры / А. Ф. Бухаров, Д. Н. Балеев, А. Р. Бухарова. – Текст: непосредственный // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 5-19.
15. Scholten M., Donahue J., Shaw N.L., Serpe M.D. (2009). Environmental regulation of dormancy loss in seeds of *Lomatium dissectum* (Apiaceae). *Annals of Botany*, 103: 1091-1101. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp038>.
16. Hawkins, T.S., Baskin, C.C., Baskin, J.M. (2010). Morphophysiological dormancy in seeds of three eastern North American *Sanicula* species (Apiaceae subf. Saniculoideae): evolutionary implications for dormancy break. *Plant Species Biology*, 25: 103-113. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2010.00273.x>.
17. Vandeloos, F., Janssens, S.B., Probert, R.J. (2012). Relative embryo length as an adaptation to habitat and life cycle in Apiaceae.

New Phytologist, 195: 479-487. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x>.

18. Бухаров А.Ф. Разнокачественность семян: теория и практика (обзор) / А. Ф. Бухаров. – Текст: электронный // Овощи России. – 2020. – № 2. – С. 23-31. – URL: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-3-7>.

19. Бухаров, А. Ф. Аллелопатическая активность у семян овощных сельдерейных культур / А. Ф. Бухаров, Д. Н. Балеев. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – Т. 49, № 1. – С. 86-90.

References

1. Szafiroska, A.I. (1994). The correlation between mother plant architecture, seed quality and field emergence of carrot. *Acta Hort.* 354, 93-98. DOI: 10.17660/ActaHortic.1994.354.10.

2. Corbineau, F., Picard, M., Bonnet, A., Côme, D. (1995). Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen. *Seed Science Research*, 5 (3), 129-135. DOI:10.1017/S0960258500002749.

3. Panayotov, N. (2010). Heterogeneity of carrot seeds depending on their position on the mother plant. *Folia Horticulturae*, 22 (1) 25-30. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0147>.

4. Baleev D.N., Bukharov A.F., Bagrov R.A. Povrezhdenie ovoshchnykh zontichnykh kultur shchitnikom polosatym (*Graphosoma lineatum* L.) kak faktor snizheniia produktivnosti i kachestva semian // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 10 (120). – S. 19-25.

5. Pereira, R., Nascimento, W., Vieira, J. (2008). Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. *Scientia Agricola*. 65. DOI: 10.1590/S0103-90162008000200006.

6. Nascimento, W.M., Pereira, R.S., Vieira, J.V., Cantliffe, D.J. (2012). Carrot seed germination at high temperature conditions. *Acta Hort.* 936, 133-138. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.936.15.

7. Hołubowicz, R., Morozowska, M. (2011). Effect of umbel position on dill (*Anethum graveolens* L.) plants growing in field stands on selected seed stalk features. *Folia Horticulturae*, 23 (2) 157-163. <https://doi.org/10.2478/v10245-011-0024-3>.

8. Vandeloos, F., Bolle, N., Van Assche, J. (2007). Seed Dormancy and Germination of the European Chaerophyllum temulum (Apiaceae), a

Member of a Trans-Atlantic Genus. *Annals of Botany*. 100. 233-239. DOI: 10.1093/aob/mcm090.

9. Vandeloos, F., Bolle, N., Van Assche, J. (2009). Morphological and physiological dormancy in seeds of *Aegopodium podagraria* (Apiaceae) broken successively during cold stratification. *Seed Science Research*, 19 (2), 115-123. DOI:10.1017/S0960258509301075.

10. Bukharov A.F., Baleev D.N. Temperaturnyi stress i termopokoi semian ovoshchnykh zontichnykh kultur. Osobennosti induktsii, proiavleniia i preodoleniia (chast pervaiia) // Ovoshchi Rossii. – 2013. – No. 2 (19). – S. 36-41.

11. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Bukharova A.R., Razin O.A. Analiz izmenchivosti parametrov prorstaiushchikh semian ukropa, kharakterizuiushchikh ikh raznokachestvennost // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriia: Estestvennye nauki – 2018. – No. 3. – S. 125-137. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-3-125-137.

12. Moles, A.T., Westoby, M. (2006), Seed size and plant strategy across the whole life cycle. *Oikos*, 113: 91-105. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2006.14194.x>.

13. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Morfometriia v sisteme testirovaniia kachestva semian. – Moskva: Izd-vo FGBNU FNTsO, 2020. – 80 s.

14. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Kinetika prorstaniia semian. Metody issledovaniia i parametry // Izvestiia Timiriazevskoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2017. – No. 2. – S. 5-19.

15. Scholten M., Donahue J., Shaw N.L., Serpe M.D. (2009). Environmental regulation of dormancy loss in seeds of *Lomatium dissectum* (Apiaceae). *Annals of Botany*, 103: 1091-1101. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp038>.

16. Hawkins, T.S., Baskin, C.C., Baskin, J.M. (2010). Morphophysiological dormancy in seeds of three eastern North American *Sanicula* species (Apiaceae subf. Saniculoideae): evolutionary implications for dormancy break. *Plant Species Biology*, 25: 103-113. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2010.00273.x>.

17. Vandeloos, F., Janssens, S.B., Probert, R.J. (2012). Relative embryo length as an adaptation to habitat and life cycle in Apiaceae. *New Phytologist*, 195: 479-487. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x>.

18. Bukharov A.F. Raznokachestvennost semian: teoriia i praktika (obzor) // Ovoshchi Rossii. – 2020. – No. 2. – S. 23-31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-3-7>

19. Bukharov A.F., Baleev D.N. Allelopaticheskaia aktivnost u semian ovoshchnykh seldereinykh kultur // Selskokhoziaistvennaia biologii. – 2014. – T.49. No.1. – S. 86-90.



УДК 633:636.085

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209-3-23-28

Е.П. Кондратенко, О.М. Соболева, Т.А. Мирошина

E.P. Kondratenko, O.M. Soboleva, T.A. Miroshina

КАЧЕСТВО ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ

QUALITY OF ANNUAL GRASSES IN MIXED CROPS

Ключевые слова: сенаж, активная кислотность, сухое вещество, углеводы, сырой протеин, жир, клетчатка, зола, кормовые единицы, обменная энергия.

Сроки посева существенно влияют на накопление органических веществ в зеленой массе изучаемых растений гороха, ярового ячменя и овса. Полевые опыты проводились в 2019-2020 гг. на полях сельскохозяйственной артели (колхоз) «Заря» Кемеровской области (Кузбасса). Представлены результаты сравнения различных сроков посева при возделывании в смешанных посевах и чистых посевах однолетних кормовых культур. Несмотря на несущественные различия в условиях вегетации, в опытах определялась закономерность, характеризующая реакцию изучаемых растений на сроки посева. Проведен анализ питательной ценности сенажа, полученного из смешанных посевов. Представлены органолептическая оценка корма, массовая доля сухих веществ, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, содержание молочной, уксусной и масляной кислот, а также рассчитаны кормовые единицы, обменная энергия и безазотистые экстрактивные вещества. Выявлено, что в условиях лесостепи Западной Сибири максимальный сбор зелёной массы обеспечивает трехкомпонентная смесь ячмень 20% + горох 10% + овес 70% – 58,2 ц/га. По урожайности зеленой массы смешанные посевы превосходят одновидовые на 39,3-65,5%. Закладка сенажа из зелёной массы растений семейства мятликовых с бобовым компонентом позволяет получать качественный сенаж 2-3-го класса согласно ГОСТ Р 55452-2013, с содержанием в 1 кг корма 0,1-0,24 к.ед. и 6,28-7,53 МДж объемной энергии. В результате исследований установлены связи между сроками посева и качественными показателями – содержанием сырого жира, протеина, клетчатки и золы.

При раннем сроке посева увеличивается содержание сырого жира, протеина, клетчатки и золы.

Keywords: haylage, active acidity, dry matter, carbohydrates, crude protein, fat, fiber, ash, fodder units, metabolizable energy.

Sowing dates significantly affect the accumulation of organic matter in the herbage of the studied pea, spring barley, and oat plants. Field experiments were carried out in the fields of the agricultural cooperative (collective farm) “Zarya” of the Kemerovo Region (Kuzbass) from 2019 through 2020. The results of the comparison of different sowing dates when cultivating mixed and pure annual forage crops are discussed. Despite insignificant differences in the growing conditions, regularity that characterizes the response of the studied plants to the sowing dates was determined in the experiments. Nutritional value tests of haylage obtained from mixed crops were conducted. The following indices were determined: organoleptic attributes of the forage, the weight percent of solids, crude protein, crude fat, crude fiber, the content levels of lactic, acetic and butyric acids; fodder units, metabolizable energy and nitrogen-free extractable substances were calculated. It was found that under the conditions of the forest-steppe of West Siberia, the maximum yield of herbage was obtained from a three-component mixture of barley 20% + peas 10% + oats 70% - 5.82 t ha. Regarding herbage yields, mixed crops exceeded pure crops by 39.3-65.5%. The haylage from the herbage of Poaceae plants with a legume component makes it possible to obtain high-quality haylage of class 2-3 according to GOST R 55452-2013 with a content of 0.1-0.24 fodder units per 1 kg and 6.28-7.53 MJ of metabolizable energy. The research revealed the relations of sowing dates and quality indices as the content of crude fat, protein, fiber and ash. With early sowing dates, the content levels of crude fat, protein, fiber and ash increases.

Кондратенко Екатерина Петровна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: intermir42@mail.ru.

Kondratenko Ekaterina Petrovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: intermir42@mail.ru.