

Horticulturae. 9 (2):164. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020164>.

25. Kouassi, Y., Abobi, A., Assié, K., et al. (2021). Influence of Organic and Organo-Mineral Fertilizers on Growth and Fruit Yield of Eggplant on Acidic Soil. *Journal of Agricultural Science*. 13. 61. DOI: 10.5539/jas.v13n12p61.

26. Aguilar, A. S., Cardoso, A. F., Lima, L. C., et al. (2019). Influence of organomineral fertilization in the development of the potato crop CV. Cupid. *Bioscience Journal*, 35 (1), 199–210. <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n1a2019-41740>.

27. Melo, L., Lehmann, J., Carneiro, J., et al. (2022). Biochar-based fertilizer effects on crop productivity: a meta-analysis. *Plant and Soil*. 472, 45-58. DOI: 10.1007/s11104-021-05276-2.

28. Usanova, Z.I. Teoriia i praktika sozdaniia vysokoproduktivnykh posevov ovsa posevnogo v usloviakh Tsentralnogo Nechernozemia / Z.I. Usanova, A.S. Vasilev. – Tver: Tverskaia GSKhA, 2014. – 325 s.

29. Zamaraev, A.G. Fotosinteticheskaia deiatelnost ozimoi pshenitsy pri razlichnom urovne mineralnogo pitaniia / A.G. Zamaraev, V.G. Chapovskaia, V.B. Smolentsev // *Izvestiia Moskovskoi selskokhoziaistvennoi akademii imeni K.A. Timiriacheva*. – 1986. – No. 1. – S. 45-52.

30. Nichiporovich, A.A. Fotosintez i urozhai / A.A. Nichiporovich. – Moskva: Znanie, 1966. – 48 s.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научно-исследовательской работы № 123041900005-7.



УДК 633.4

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-224-6-26-31

Д.А. Пугач, А.П. Дробышев

D.A. Pugach, A.P. Drobyshev

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ДАЙКОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА АЛТАЕ

FORMATION OF MAIN ELEMENTS OF DAIKON RADISH YIELD FORMULA DEPENDING ON GROWING TECHNOLOGY AND CLIMATIC CONDITIONS IN THE ALTAI REGION

Ключевые слова: дайкон, срок посева, масса корнеплода, зелёная масса, урожай, фон питания, запас влаги в почве, погодные условия.

Представлены опытные данные, полученные в 2020-2022 гг. по определению параметров основных элементов структуры урожая дайкона сорта Миновасе в зависимости от технологии возделывания и климатических условий на Алтае. Из 3 сроков посева максимальный урожай дайкона получен в 2022 г. при его посева во II декаде июня, особенно на фоне минерального питания. Суммарное количество доступной растением влаги в метровом слое почвы перед посевом культуры, количество выпавших осадков за период от посева до начала технической спелости, температурные условия – всё это в целом благоприятствовало в указанном году высокому параметру показателя выхода корнеплодов с единицы площади посева. В 2021 г. пе-

ред посевом дайкона во II декаде июня суммарное количество доступной растением влаги в метровом слое почвы было минимальным. При отсутствии достаточно количества осадков и высокой температуры воздуха дайкон, посеянный в указанный срок, формировал мелкие корнеплоды с высоким стеблеобразованием. При посеве во II декаде июля у дайкона отсутствовало стеблеобразование, но он не успевал нарастить корнеплоды максимального размера, в том числе на фоне с удобрением. При посеве дайкона во II декаде мая культура оказывалась преимущественно в условиях продолжительного светового дня, что оказывало влияние на процессы стеблеобразования. При посеве дайкона в указанный срок во все годы наблюдений цветущность составляла 100%, выход зелёной массы с единицы площади был максимальный, а формирование биомассы подземных органов сдерживалось.

Keywords: *Daikon radish (Raphanus sativus var. Longipinnatus), sowing dates, root weight, herbage, yield, nutrition background, soil moisture storage, weather conditions.*

This paper discusses the experimental data obtained in 2020 and 2022 on the determination of the indices of the main elements of the Minowase Daikon radish yield formula depending on the growing technology and climatic conditions in the Altai Region. Of three sowing dates, the maximum Daikon radish yield was obtained in 2022 when it was sown in the second ten-days of June particularly against the background of mineral nutrition. The total amount of plant available moisture in one-meter soil layer before sowing, the precipitation amount from sowing to technical maturity, and temperature conditions – that year, all those

generally favored a high index of root yield per unit of sowing area. In 2021, before sowing Daikon radish in the second ten-days of June, the total amount of plant available moisture in one-meter soil layer was minimal. Without sufficient precipitation and high air temperature, Daikon radish sown on those dates formed small roots with high levels of bolting. When sown in the second ten-days of July, Daikon radish did not bolt, but it did not have time to form roots of the maximum size including against the background with fertilizer. When sowing Daikon radish in the second ten-days of May, the crop was mainly under long daylight which influenced bolting. When sowing Daikon radish on those dates on all years of observations, the bolting rate was 100%, herbage yield per unit area was maximum, and the formation of underground biomass was restrained.

Пугач Дмитрий Алексеевич, ст. преподаватель, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Dmitrij060101@yandex.ru.

Дробышев Алексей Петрович, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: ap-drob1@yandex.ru.

Pugach Dmitriy Alekseevich, Asst. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: Dmitrij060101@yandex.ru.

Drobyshev Aleksey Petrovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ap-drob1@yandex.ru.

Введение

На функционирование растительного организма большое влияние оказывают абиотические факторы среды, не принижая значения прочих абиотических факторов – влага, тепло и свет. Так, жизненные процессы в растении нормально протекают только при достаточном насыщении его клеток водой. При недостатке воды рост их замедляется. Недостаток воды не только задерживает рост растений, но и ухудшает корневое питание, снижает действие удобрений, сокращает приток в листья углекислоты воздуха [1].

Требования растений к условиям среды неодинаковы. Одни растения влаголюбивы, другие относительно устойчивы к засухе, одни лучше переносят пониженные температуры, другие гибнут при температуре -1°C . Любой жизненный процесс в растении начинается при каком-то минимуме температуры, нормально протекает при оптимальной температуре, по мере дальнейшего повышения температуры он замедляется, а затем совсем прекращается [2].

Условия внешней среды могут инициировать репродуктивные процессы в растении, а могут, наоборот, подавлять их. Из различных факторов окружающей среды, влияющих на жизнь расте-

ний, продолжительность дня уникальна по своему воздействию на генеративное размножение, о чём писали W.W. Garner, H.A. Allard [3].

Растительный организм и окружающую его внешнюю среду необходимо рассматривать как неразрывное единство. Н.В. Яшутин, В.И. Бивалькевич, И.Д. Иост отмечали, что сами по себе растения являются сложными динамическими детерминированными системами. В процессе роста и развития они взаимодействуют с не менее сложными факторами внешней среды, которые являются составными частями еще более сложных динамических детерминированных и недетерминированных стохастических естественных и искусственных систем (рельефа, почвенного покрова, климата, технологических воздействий и т. д.) [4].

Целью проведения работы было изучение отдельных элементов технологии возделывания дайкона, обеспечивающих рост урожайности этой культуры в климатических условиях Алтая.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования была культура дайкон, основной метод – полевой опыт. Схема опыта включала три срока посева (II декада мая, июня, июля) и два фона питания (без удобре-

ния, с удобрением). Удобрение аммофос вносилось из расчёта N₂₀P₈₀. Сорт дайкона – Миновасе. Предшественник – яровая пшеница. Агротехника опыта – общепринятая для природно-климатической зоны. Содержание воды в почве определялось термостатно-весовым методом [5, 6]. Эксперимент проводился с соблюдением всех требований методики [6]. Повторений опыта было три, площадь опытной делянки 15 м², размещение делянок рендомизированное. Анализ метеорологических показателей вегетационных периодов в годы исследования проводили с использованием данных справочно-информационного портала "Погода и климат" [7]. В работе приводятся материалы исследования за 2020-2022 гг.

Результаты и их обсуждения

В условиях Алтая наиболее благоприятные погодные условия для растений дайкона были в 2022 г. Суммарное количество доступной растением влаги в метровом слое почвы перед посевом дайкона во второй декаде июня составило 124,7 мм. За период от посева до времени, когда корнеплоды достигли своих максимальных размеров (начало технической спелости), в виде

осадков выпало ещё 94,3 мм, что обеспечило сравнительно высокий выход корнеплодов – 8,85 кг/м² и развитие зелёной массы – 2,34 кг/м² (табл. 1).

Во II декаде июня 2021 г. перед посевом дайкона суммарное количество доступной растением влаги в метровом слое почвы составило лишь 83,4 мм. В июле выпало осадков 35% от среднемноголетнего показателя, а в августе – 60%. В сложившихся метеорологических условиях дайкон больше формировал зелёную массу. На стеблеобразование приходилось до 98% от общего урожая культуры. Выход корнеплодов составил только 0,97 кг/м² при развитии зелёной массы 2,36 кг/м² (рис. 1).

Суммарное количество доступной растением влаги в метровом слое почвы перед посевом культуры во второй декаде мая в 2022 г. было 127,5 мм, в 2021 г. – 91,0, в 2020 г. – 154,7 мм. За период от посева до начала технической спелости дайкона в виде осадков выпало ещё 180,7 мм в 2022 г., 113,4 мм – в 2021 г. и 83,2 мм – в 2020 г. В итоге общее количество влаги составило, соответственно, 308,2; 204,4 и 237,9 мм.

Таблица 1

Урожай дайкона на неудобренном фоне, кг/м²

Год	Срок посева, II декада	Масса корнеплодов				Зелёная масса			
		повторность			средняя	повторность			средняя
		I	II	III		I	II	III	
2020	Май	1,84	1,50	1,36	1,57	1,68	1,15	1,32	1,38
	Июнь	3,11	3,84	2,69	3,21	1,98	2,44	2,49	2,30
	Июль	1,74	0,90	1,21	1,28	1,54	1,18	1,17	1,30
2021	Май	0,96	0,88	1,37	1,07	1,52	1,37	2,26	1,72
	Июнь	0,72	0,91	1,28	0,97	1,79	2,46	2,82	2,36
	Июль	0,85	0,56	1,19	0,87	1,00	1,08	1,11	1,06
2022	Май	1,65	1,60	1,81	1,69	7,33	5,60	7,90	6,94
	Июнь	9,05	9,19	8,30	8,85	2,60	2,06	2,38	2,35
	Июль	2,85	2,69	3,76	3,10	1,21	1,88	1,29	1,46
НСР ₀₅		0,69				0,83			



а
Рис. 1. Урожай дайкона при посеве во II декаде июня без удобрения:
 а – 2022 г.; б – 2021 г.

В 2022 г. всходы дайкона появились лишь на 27-й день после посева. Причина заключалась в повышенной температуре окружающего воздуха и серьёзном дефиците осадков в мае. Так, по данным справочно-информационного портала "Погода и климат" [7] норма среднемесячной температуры мая 12,9°C, а по факту была 17,2°C, т.е. отклонение от нормы составило +4,3°C (рекорд). Среднеголетняя сумма осадков в мае 41 мм, а выпало 5 мм (12% от нормы). Самая высокая температура воздуха (32,4°C) была 19 мая. К тому же при майском сроке посева культура оказывалась преимущественно в условиях продолжительного светового дня, что влияло на процессы стеблеобразования. Так, при посеве дайкона во II декаде мая во все годы наблюдений цветущность достигала 100%, а формирование биомассы подземных органов сдерживалось (табл. 2).

При посеве дайкона во II декаде июля суммарное количество доступной растениям влаги в слое почвы 1 м накануне посева в 2022 г. составило 124,4 мм. Только в 2021 г. доступная растениям влага была на уровне 87,8 мм. В III декаде июля 2022 г. выпало в 5 раз больше осадков, чем в указанный период 2021 г., а в I декаде августа при равных количествах выпавших осадков среднедекадная температура воздуха в 2021 г. была на 1,4°C выше, чем в 2022 г. Начал рост и формирование корнеплодов дайкона в 2022 г. проходили в более комфортных метео-

условиях. В результате масса корнеплодов с 1 м² в 2022 г. была в 3,4 раза больше, чем в 2021 г.

Таблица 2
Стеблеобразование дайкона
(фон – без удобрения)

Год	Срок посева, II декада	Стеблеобразование, %
2020	Май	100
	Июнь	83
	Июль	0
2021	Май	100
	Июнь	98
	Июль	0
2022	Май	100
	Июнь	28
	Июль	0

В 2020 г. суммарное количество доступной растениям влаги в метровом слое почвы перед посевом дайкона во II декаде июля было на уровне 2022 г., но выход корнеплодов с 1 м² составил только 1,19 кг, что в 2 раза ниже, чем в 2022 г. Возможно, сказалась жаркая и засушливая погода, которая установилась в период с 17 по 21 июля. Пик жары пришёлся на 17 июля: в этот день температура воздуха поднималась до 32,5°C, но на показатели среднемесячной температуры это почти не отразилось. Осадков на протяжении второй декады июля не было, кроме 13 июля, когда прошёл сильный ливень. Очередной сильный дождь был 29 июля, а с

9 августа по 11 августа снова в районе проведения исследования наступил период жаркой погоды.

Дайкон был существенно отзывчив прибавкой урожая на внесение удобрения в 2022 г. и отчасти – в 2020 г. (табл. 3). В 2021 г., возможно, из-за более низкого полезного запаса влаги в метровом слое почвы перед посевом культуры удобрение должным образом не сработало.

При позднем сроке посева (во II декаде июля) у дайкона происходили образование и рост преимущественно корнеплодов при отсутствии стеблеобразования (рис. 2), но для формирования высокой урожайности культуры периода времени до окончания вегетации недостаточно и продуктивность уступала посевам в средние сроки.

Таблица 3

Урожай дайкона на удобренном фоне, кг/м²

Год	Срок посева, II декада	Масса корнеплодов				Зелёная масса			
		повторность			средняя	повторность			средняя
		I	II	III		I	II	III	
2020	Май	2,55	2,44	3,06	2,68	2,49	2,52	2,99	2,69
	Июнь	5,06	4,43	4,07	4,52	2,99	3,54	2,58	3,04
	Июль	1,88	1,07	1,97	1,64	1,88	1,56	1,51	1,65
2021	Май	1,29	1,19	1,68	1,39	1,68	1,49	2,42	1,86
	Июнь	1,34	1,39	2,22	1,65	2,13	2,60	3,92	2,88
	Июль	1,17	0,51	1,67	1,12	1,88	1,19	1,74	1,60
2022	Май	5,18	3,39	4,21	4,26	7,53	5,91	8,12	7,19
	Июнь	12,38	14,45	13,17	13,3	4,03	3,52	3,60	3,72
	Июль	5,22	5,12	4,61	4,98	2,91	3,34	2,58	2,94
НСР ₀₅		1,03				0,97			



Рис. 2. Дайкон при посеве во II декаде июля без удобрения (18.09.2021 г.)

В среднем за три года исследования наиболее подходящим сроком посева дайкона на Алтае была вторая декада июня: выход корнеплодов, не используя удобрение, составил 4,34 и 6,49 кг/м² если удобрение применять (табл. 4).

Зелёную массу максимальных размеров дайкон формировал при его посеве во второй декаде мая: 3,35 кг/м² на фоне без удобрения и 3,91 кг/м² на удобренном фоне.

Таблица 4

Урожай дайкона (среднее за 2020-2022 гг.), кг/м²

Срок посева, II декада	Масса корнеплодов	Зелёная масса
Фон – без удобрения		
Май	1,44	3,35
Июнь	4,34	2,34
Июль	1,75	1,27
Фон – с удобрением		
Май	2,78	3,91
Июнь	6,49	3,21
Июль	2,58	2,06

Заключение

На Алтае дайкон сорта Миновасе крупные корнеплоды формирует при его посеве во II декаде июня на удобренном фоне. Однако при отсутствии должного количества осадков и высокой температуры воздуха этот срок посева приводит к стеблеобразованию. Посев во II декаде июля не обеспечивает получение корнеплодов необходимого размера даже на фоне с удобрением. При посеве во II декаде мая стеблеобразование дайкона достигает 100%.

Библиографический список

1. Лебедик, А. И. Основы агрономии / А. И. Лебедик. – Москва: Высшая школа, 1971. – 288 с.: ил. – Текст: непосредственный.
2. Устименко, Г. В. Основы агротехники полевых культур / Г. В. Устименко, М. И. Щербakov, – 4-е изд., перераб. – Москва: Просвещение, 1978. – 224 с.: ил. – Текст: непосредственный
3. Garner, W. W., Allard, H. A. (1920). Effect of the Relative Length of Day and Night and Other Factors of the Environment on Growth and Reproduction in Plants. *Journal of Agricultural Research*. 18 (11): 553-606. <https://handle.nal.usda.gov/10113/IND43966282>.
4. Яшутин, Н. В. Системное земледелие / Н. В. Яшутин, В. И. Бивалькевич, Н. Д. Иост. – Барнаул: ОАО «Алтайский полиграфический комбинат», 1996. – 392 с. – Текст: непосредственный.
5. Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр овощеводства". Определение влажности почвы (термостатно-весовой метод): [сайт]. – [2020]. – URL: <http://vniioh.ru/opredelenie-vlazhnosti-pochvy-termostatno-vesovoj-metod/> (дата обращения: 02.05.2023). – Текст: электронный.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. –

2-е изд. доп. и перераб. – Москва: Колос, 1968. – 335 с. – Текст: непосредственный.

7. Справочно-информационный портал "Погода и климат". Погода в Барнауле: [сайт]. – [2004-2023]. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=29838&month=9&year=2020> (дата обращения: 28.04.2023). – Текст: электронный.

References

1. Lebedik A.I. *Osnovy agronomii* / A.I. Lebedik. – Moskva: Vysshaya shkola, 1971. – 288 s.: il.
2. Ustimenko G.V. *Osnovy agrotekhniki polevykh kultur* / G.V. Ustimenko, M.I. Shcherbakov. – 4-e izd., pererab. – Moskva: Prosvetshchenie, 1978. – 224 s.: il.
3. Garner, W. W., Allard, H. A. (1920). Effect of the Relative Length of Day and Night and Other Factors of the Environment on Growth and Reproduction in Plants. *Journal of Agricultural Research*. 18 (11): 553-606. <https://handle.nal.usda.gov/10113/IND43966282>.
4. Iashutin N.V. *Sistemnoe zemledelie* / N.V. Iashutin, V.I. Bivalkevich, N.D. Iost. – Barnaul: OAO «Altayskii poligraficheskii kombinat», 1996. – 392 s.
5. Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut ovoshchevodstva – filial Federal'nogo gosudarstvennogo biudzhethnogo nauchnogo uchrezhdeniia "Federalnyi nauchnyi tsentr ovoshchevodstva". *Opredelenie vlazhnosti pochvy (termostatno-vesovoi metod)* [Elektronnyi resurs]: [sait]. [2020] URL: <http://vniioh.ru/opredelenie-vlazhnosti-pochvy-termostatno-vesovoj-metod/> (data obrashcheniia 02.05.2023).
6. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia): uchebnik* / B.A. Dospekhov. – 2-e izd. dop. i pererab. – Moskva: Kolos, 1968. – 335 s.
7. Spravochno-informatsionnyi portal "Pogoda i klimat". *Pogoda v Barnaule*. [Elektronnyi resurs]: [sait]. [2004-2023] URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=29838&month=9&year=2020> (data obrashcheniia 28.04.2023).

