

УДК 633.11 «324»–021.423

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.3>

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ АНОМАЛЬНО ТЕПЛОЇ ЗИМИ ПІВДЕННОГО СХОДУ УКРАЇНИ

Беседа О.О. – к.т.н., доцент, доцент кафедри біології та агрономії,

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка

Гаврилюк Ю.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри біології та агрономії,

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка

Баштова І.П. – головний спеціаліст,

Головне управління Держпродспоживслужби в Луганській області

Кісільов Д.М. – студент I курсу

магістратури факультету природничих наук,

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка

Пшениця озима – культура із найбільш високим біологічним потенціалом серед зернових культур південного сходу України, але рівень формування урожаю має значні коливання через погодно-кліматичні умови. Розуміння усіх факторів, що можуть впливати на перезимівлю пшениці озимої, надзвичайно важливе для сучасних аграріїв.

Найважливішим фактором в умовах південного сходу України, що не підлягає впливу людини, є метеорологічні умови. Нетипові метеорологічні умови останніх 2019-2020 років можуть призвести до часткової, а іноді й повної загибелі рослин у період зимівлі, що завжди спричиняє негативні фінансові наслідки для аграріїв.

У статті наведено аналіз метеорологічних умов, що склалися в період вегетації, та стану рослин при перезимівлі. Особливу увагу приділено аномальному осінньо-весняному періоду 2019-2020 років і вивченню стану рослин пшениці озимої в період покою для розуміння раціонального використання факторів урожайності культури. В середині періоду покою у максимально теплий період аномальної зими спостерігався початок вегетації, в якому рослини пшениці озимої втрачали накопичені для зимівлі поживні речовини. Це могло знизити зимостійкість і призвести до їх загибелі, бо при настанні критично низьких температур і за відсутності снігового покриву рослини, які вийшли зі стану покою, приречені.

При порівнянні агрометеорологічних показників, що склалися на території Луганської області протягом двох аналогічних періодів 2018-2019 та 2019-2020 років, при перезимівлі озимих культур спостерігається таке. Зима 2018-2019 років вважалася набагато теплішою за базато попередніх зим із коливанням температур від -20 до 5°C, але зима 2019-2020 років порівняно з попередніми періодами вважається аномально теплою порівняно з роками, де температурні показники коливалися вище середньої норми температурних коливань, які склалися в умовах степової зони України.

Ключові слова: пшениця озима, вегетація, агрометеорологічні показники, фітосанітарна лабораторія, вузол куціння.

Beseda O.O., Havryliuk Yu.V., Bashtova I.P., Kisilov D.M. Features of winter wheat development in abnormally warm winter in southeastern Ukraine

Understanding all the factors that can affect winter wheat wintering is extremely important for modern farmers. The most important factor in the conditions of southeastern Ukraine, which is not subject to human influence, is meteorological conditions. Atypical meteorological conditions of 2019–2020 can lead to partial and sometimes complete loss of plants during the wintering period, which always causes negative financial consequences for farmers.

This article provides an analysis of meteorological conditions prevailing during the growing season and the state of plants during wintering. Particular attention is paid to the anomalous autumn – spring period 2019–2020 and the study of the status of winter wheat plants during the rest period, to understand the rational use of crop yield factors. In the middle of the dormant period, during the warmest period of the abnormal winter, the beginning of vegetation was observed, in which winter wheat plants lost their accumulation for wintering nutrients. This could significantly reduce winter hardiness and lead to their death, because when critically low temperatures occur and there is no snow cover, plants that have left the dormant state are doomed.

When comparing the agrometeorological indicators developed on the territory of Lugansk region during two similar periods of 2018–2019 and 2019–2020 with winter crops overwintering, the following is observed. The winter of 2018–2019 was considered much warmer than many previous winters with temperature fluctuations from -20 to 5 °C, but the winter of 2019–2020, compared to previous periods, is considered to be abnormally warm compared to the years where temperatures fluctuated above the average temperature fluctuations under the conditions of the steppe zone of Ukraine.

Key words: winter wheat, vegetation, agrometeorological indicators, phytosanitary laboratory, tillering site.

Постановка проблеми. Осінньо-зимовий період 2019-2020 років характеризується аномальними теплими погодно-кліматичним умовами, і особливості розвитку пшениці озимої в таких умовах є основним питанням цієї статті. Необхідно проаналізувати умови перезимівлі рослин, фази припинення вегетації і факт вегетації пшениці озимої в теплі зимні місяці [6] в умовах південного сходу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця озима – культура з найбільш високим біологічним потенціалом серед зернових культур південного сходу України. За вдалих умов вегетації та перезимівлі урожайність у регіоні може досягати 40-50 ц/га. [1], але рівень формування врожаю має значні коливання через погодно-кліматичні умови. При цьому 40-55% амплітуди коливань урожайності зерна в умовах південно-східного регіону припадає на долю метеорологічних умов [3].

Повна або часткова загибель посівів озимини спостерігається в зимово-весняний період через низку несприятливих агрометеорологічних факторів або через недотримання технології вирощування культури. Першим, а, можливо, і найважливішим фактором, є час посіву, який насамперед впливає на зимостійкість рослин пшениці озимої і на урожайність [7]. Погодні умови, що склалися на момент фази початку вегетації, визначають забезпеченість рослин теплом і вологою в осінній період, і впливають на їх розвиток у подальшому [2].

Рослини пшениці озимої залежно від погодних умов можуть завершити вегетацію в різних фазах розвитку – від проростків насіння до фази кушіння, зважаючи на термін посіву і пройдений період органогенезу. Тривалість самих фенофаз прямо залежить від зовнішніх природно-кліматичних умов (забезпеченість елементами живлення, вологою, освітленням, позитивними температурами) в осінньо-зимовий період. Оптимальна тривалість осінньої вегетації та забезпеченість вологою на початку вегетації рослин суттєво впливають на продуктивність пшениці озимої і на урожайність в подальшому [4].

Постановка завдання. Дослідження проводилися науковцями кафедри біології та агрономії протягом 2017-2020 років на полях відділення науково-технічної підготовки з агрономічного напрямку ЛНУ імені Тараса Шевченка й на полях фермерського господарства «Венера–2005» Старобільського району та протягом 2019-2020 років на полях фермерського господарства «Богатирьов» Кременського району Луганської області. У дослідках використовувалися науково-обґрунтовані агротехнології вирощування пшениці озимої в умовах південного сходу України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Посів пшениці озимої на території Луганської області через складні метеорологічні умови, що спричинили нерівномірне накопичення вологи в ґрунті, розтягнувся з другої декади вересня по першу декаду жовтня.

Друга декада вересня 2019 року здебільшого характеризувалася помірно теплою погодою. Середньодобова температура повітря за другу декаду вересня становила $+16,3^{\circ}\text{C}$... $+17,6^{\circ}\text{C}$, максимальна температура повітря становила

+28,8°C, вночі мінімальна температура повітря опускалася до +4°C. Середньодекадна відносна вологість повітря становила 47-52%. На більшій території області опади протягом звітнього періоду були відсутні, лише 18-го вересня пройшов дощ, місцями з градом, із сильними поривами, що дало змогу почати перші масштабні посівні роботи [6].

Третя декада вересня 2019 року характеризувалася мінливою погодою. Перша половина звітньої декади була прохолодною із заморозками вночі (до -5°C). З 26-го вересня фіксувалося поступове наростання температурного режиму. Вдень температура повітря сягала до +21°C, вночі – до +8...+12°C. Середньодекадна температура повітря останньої декади вересня становила від +7,8 до +10°C, максимальна температура повітря становила +21°C. Середня відносна вологість повітря становила 61-79%. Кількість опадів за звітний період становила від 9,5 до 23 мм.

Перша декада жовтня 2019 року характеризувалася помірно теплою погодою з опадами у вигляді дощу. Середньодекадна температура повітря першої декади жовтня становила +11,7°C. Максимальна температура повітря становила +26,6°C. Середня вологість повітря – 75%. Кількість опадів за звітний період становила 12,9-31,8 мм.

Листопад 2019 року на території Луганської області характеризувався вологою та прохолодною погодою, спостерігалися заморозки. З 18 листопада 2019 року фіксувалося припинення вегетації озимих культур. Пшениця озима на більшості територій у стадію спокою увійшла в фазах розвитку третього листка та кущіння [6].

На початку грудня 2019 на території Луганської області утримувалася волога та прохолодна погода, спостерігалися заморозки до -8,7°C. Середньодобова температура повітря за звітний період коливалася в межах 0...-0,4°C. Максимальна температура повітря становила +6,8°C. У цей період на території області спостерігалися опади у вигляді снігу та дощу (5,6 мм). Середня відносна вологість повітря – 85-87%. На полях сніг відсутній. Ґрунт талий. Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння становила 3,1°C.

В середині грудня на території Луганської області спостерігалися заморозки до -5,2°C. Середньодобова температура повітря за звітний період коливалася в межах +2,4...+3,1°C. Максимальна температура повітря становила +9,9°C. У цей період на території області фіксувалися опади у вигляді дощу 10,1 мм. Середня відносна вологість повітря коливалася в межах 90-94%. На полях сніг відсутній. Ґрунт талий.

В останній декаді грудня 2019 року на території Луганської області утримувалася помірно тепла та волога погода, вночі спостерігалися заморозки до -6,3°C. Середньодобова температура повітря коливалася в межах +0,3...+1,7°C. Максимальна температура повітря становила +9,1°C. Спостерігалися опади у вигляді дощу та мокрого снігу. Середня відносна вологість повітря – 92%. Ґрунт талий, сніг відсутній. Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння -0,3°C ...-3,0°C.

У цей період фіксувалося короткочасне поновлення вегетації озимини через підвищення температури повітря, що могло впливати на втрату накопичених поживних речовин (цукру) для перезимівлі. Витрачення на ріст молодих тканин, поживних речовин здебільшого могли знизити зимостійкість пшениці озимої, а в подальшому призвести до її загибелі [6].

У першій декаді січня 2020 року на території Луганської області утримувалася мінлива погода, вночі спостерігалися заморозки до -8,6°C. Максимальна температура повітря становила +5,5°C. Середньодекадна температура повітря -0,5°C. Фіксувалися опади у вигляді дощу та снігу. Середня відносна вологість повітря – 86%. Кількість опадів – 5,2-14,1 мм. Сніговий покрив на полях нерівномірний.

У другій декаді січня на території Луганської області спостерігалася переважно прохолодна погода з опадами у вигляді мокрого снігу та дощу, спостерігалися тумани. Середня температура повітря за декаду становила $0,1^{\circ}\text{C}$. Вночі фіксувалися заморозки до $-6,2^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура повітря становила $+3,8^{\circ}\text{C}$. Спостерігалися опади у вигляді дощу та снігу (4,0 мм). Середня відносна вологість повітря коливалася в межах 88%. Сніговий покрив на полях відсутній. Ґрунт переважно талий, глибина промерзання ґрунту становить 2-3 см. Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння становила $-3,2^{\circ}\text{C}$, що не створює загрози для перезимівлі озимини. В теплі дні у посівах озимини фіксувався слабкий процес росту.

У третій декаді січня 2020 року на території Луганської області середня температура повітря за декаду становила $+1^{\circ}\text{C}$. Вночі спостерігалися заморозки до $-9,2^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура повітря становила $+7,2^{\circ}\text{C}$. Фіксувалися опади у вигляді дощу та снігу 13,5-17,2 мм. Середня відносна вологість повітря – 83%. Сніговий покрив на полях відсутній. Ґрунт талий. Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння становила від $0,4^{\circ}\text{C}$ до $-2,5^{\circ}\text{C}$, що не створює загрози для перезимівлі озимини [6].

31 січня 2020 року разом зі співробітниками Державної установи «ЛУГАНСЬКА ОБЛАСНА ФІТОСАНІТАРНА ЛАБОРАТОРІЯ» здійснювалося обстеження експериментальних полів пшениці озимої, яка була посіяна 25 вересня 2019 року, сорт «Богдан» на полях фермерського господарства «Богатирьов» Кременського району та паралельно обстежувалася пшениця озима «Антара» на дослідних полях відділення науково-технічної підготовки з агрономічного напрямку ЛНУ імені Тараса Шевченка й на полях фермерського господарства «Венера-2005» Старобільського району Луганської області.

При візуальному обстеженні спеціалістами встановлено, що листочки пшениці насиченого зеленого кольору, що може свідчити про початок вегетації. Разом із фахівцями лабораторії були відібрані зразки з метою проведення лабораторних досліджень для з'ясування у лабораторних умовах, чи починала вегетацію пшениця озима в грудні 2019 – січні 2020 року. Лабораторні дослідження показали, що пшениця озима вегетацію у вказаний період не розпочинала.

У перших числах лютого 2020 року на території Луганської області спостерігалася помірна прохолодна погода з опадами у вигляді мокрого снігу та дощу (19,6 мм). З 6-го лютого фіксувалося стрімке зниження температури повітря, випали опади у вигляді снігу. Середньодобова температура повітря за першу декаду лютого становила $-3,2^{\circ}\text{C}$. Вночі фіксувалися заморозки до $-20,4^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура повітря становила $+8,7^{\circ}\text{C}$. Середня відносна вологість повітря коливалася в межах 82%. Сніговий покрив на полях становив від 2 до 9 см. Промерзання ґрунту становить до 10 см. Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння становила $-4,2^{\circ}\text{C}$ [6].

Протягом другої декади лютого спостерігалася мінлива погода. Середньодобова температура повітря становила $-0,1^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура повітря підвищувалася до $+7,3^{\circ}\text{C}$ тепла, мінімальна знижувалася до $-13,6^{\circ}\text{C}$. Середня відносна вологість повітря становила 83%. На окремих полях спостерігалася крижана кірка. Протягом звітнього періоду мінімальна температура на вузлу кущіння озимини сягала до $-4,5^{\circ}\text{C}$. Глибина промерзання ґрунту становила до 12 см.

Третя декада лютого 2020 року характеризувалася нестійкою, мінливою погодою. Спостерігалися опади у вигляді снігу, мокрого снігу. Середньодобова температура повітря за третю декаду лютого становила $+3^{\circ}\text{C}$. Мінімальна темпера-

Таблиця 1

Агротемпературні показники та стан посівів пшениці озимої по Луганській області

Показники	Дані за декаду											
	Листопад 2018/2019			Грудень 2018/2019			Січень 2019/2020			Лютий 2019/2020		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1. Середня температура повітря, °С	3,7/6,7	-2,0/3,8	-3,7/-1,9	-2,1/0,0	-2,9/2,9	-3,4/0,9	-0,5/-0,5	-3,7/-0,1	-5,8/1,0	-1,8/-3,2	-1,3/-0,1	-2,7/3,0
2. Максимальна температура повітря, °С	14,6/18,7	6,6/13,2	5,8/8,4	2,3/6,8	4,6/9,9	3,4/9,1	1,6/5,5	3,4/3,8	2,1/7,2	2,9/8,7	5,4/7,3	3,7/13,6
3. Мінімальна температура повітря, °С	-8,0/-13	-13,6/-5,6	-19,1/-13,8	-12,3/-8,7	-10,9/-5,2	-16,3/-6,3	14,8/-8,6	-17,6/-6,2	-23,4/-9,2	-5,8/-20,4	-18,3/-13,6	-17,1/-4,8
4. Мінімальна температура на поверхні ґрунту, °С	-6,1/-11,3	-14,6/-6,2	-21,5/-16,8	-13,4/-13,2	-13,4/-5,2	-20,1/-6,1	-19/-10,2	-20,7/-6,9	-26,3/-12,7	-6,0/-23,1	-19,5/-15,5	20,0/-8,2
5. Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушніня озимини, °С	-/-	-6/-	-7,5/-9,8	-6,2/-3,1	-5,2/-1,4	-5,8/-3,0	-3,2/-3,0	-2,5/-3,2	-4,4/-2,5	-2,0/-4,2	-4,8/-4,5	-6,8/-1,3
6. Днів з макс. температурою >0	-/-	8/10	5/9	5/8	4/10	5/10	2/7	4/9	4/11	4/6	9/9	5/9
6. Середня вологість повітря, %	82/78	58/88	83/75	91/87	90/92	89/92	89/86	87/88	88/83	89/82	77/83	80/84
7. Кількість днів із вологістю менше 30%	0/0	3/0	0/1	0/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
8. Опали, мм за добу	0,2/4,1	1,8/0,7	18,4/28,1	23,5/5,6	11,5/10,1	34,7/7,1	23,4/9,8	19,3/4,0	31,5/14,9	0,5/19,6	0,1/12,5	4,6/28,5
9. Глибина промерзання ґрунту, см	-/-	до 19/-	12,8/ґрунт талий	20/ґрунт талий	23/ґрунт талий	24/від 1 до 5	28/до 7	до 23/до 3	до 26/ґрунт талий	від 6 до 18/від 4 до 10	до 17/до 12	до 29/до 2
10. Висота снігового покриву на полях, см	-/-	5/-	3,2/-	від 1 до 8/снігу немає	менш 1/снігу немає	11/снігу немає	24/нерівномірний, 1-4	19/снігу немає	28/снігу немає	від 20 до 31/від 2 до 9	18/снігу немає	14/снігу немає

тура повітря знижувалася до $-4,8^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура повітря становила $+13,6^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів за звітний період становить 28,5 мм. Середня відносна вологість повітря – 84%. Сніговий покрив на полях відсутній. Промерзання ґрунту на кінець звітної періоду спостерігалось на рівні від 0 до 2 см. Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння становила $-1,3^{\circ}\text{C}$. Фенофази розвитку пшениці озимої – період неглибокого спокою.

Станом на 5 березня 2020 року початок весняного періоду характеризується відносно теплою погодою з незначними опадами у вигляді дощу та мокрого снігу. Температура повітря вдень підвищувалася до $+9,9^{\circ}\text{C}$ тепла, мінімальна знижувалася до $-4,8^{\circ}\text{C}$... -7°C . Середньодобова температура коливалася в межах $+2,3$... $+3,4^{\circ}\text{C}$. Середня відносна вологість повітря була в межах 70-75%. Середня кількість опадів, яка випала на території області, становила 2-5 мм. В окремі дні спостерігалися сильні вітри. Осередково фіксувалися поновлення вегетації пшениці озимої.

Порівняльний аналіз агрометеорологічних показників за 2018-2020 роки можна простежити та проаналізувати на відповідність існуючим температурним умовам перезимівлі пшениці озимої (табл. 1). За результатами відрощування монолітів було визначено, що життєздатність пшениці озимої протягом 2018-2020 років залежно від основних факторів і років вирощування знаходиться в доброму та задовільному стані (табл. 2).

Таблиця 2

Стан посівів пшениці озимої на дослідних ділянках

15 лютого 2018 року		27 лютого 2019 року		17 лютого 2020 року	
Добрий	30%	Добрий	27%	Добрий	32%
Задовільний	53%	Задовільний	55%	Задовільний	53%
Слабкі та зріджені	17%	Слабкі та зріджені	18%	Слабкі та зріджені	15%

При порівнянні агрометеорологічних показників, що склалися на території Луганської області протягом двох аналогічних періодів 2018-2019 та 2019-2020 років, при перезимівлі озимих культур спостерігалось таке. Зима 2018-2019 вважалася набагато теплішою за багато попередніх зим із коливанням температур від -20 до 5°C , але зима 2019-2020 років вважається аномально теплою порівняно з роками, де температурні показники коливалася вище середньої норми температурних коливань, які склалися в умовах степової зони України.

За результатами обстеження та лабораторних випробувань, проведених із відібраних зразків на дослідних ділянках базових господарств разом зі співробітниками Державної установи «ЛУГАНСЬКА ОБЛАСНА ФІТОСАНІТАРНА ЛАБОРАТОРІЯ», та коментарів, наданих спеціалістами [11], з'ясовано, що пшениця озима вегетацію не розпочинала протягом зимового періоду. Аномально теплий температурний режим грудня 2019 і січня 2020 року не став фактором загибелі рослин пшениці озимої через відсутність різких коливань теплої і морозної погоди та відсутність екстремальних морозів [8]. Тому можна вважати, що пшениця озима в умовах аномально теплої зими в умовах південного сходу України, а саме в Луганській області, протягом досліджуваного періоду знаходиться в задовільному стані.

Висновки і пропозиції. Проаналізовано метеорологічні умови, що склалися в аномальний осінньо-весняний період, і стан рослин пшениці озимої в період спокою. В максимально теплий період спостерігався початок вегетації, в якому

рослини пшениці озимої втрачали накопичені для зимівлі поживні речовини, що могло значно знизити зимостійкість і призвести до їх загибелі.

За метеорологічними спостереженнями екстремального зниження температур, що могло б спричинити вимерзання посівів, так і не відбулося. Рослини відновили вегетацію, не зазнавши негативного впливу погодних умов, що дає оптимістичні прогнози на очікування в подальшому гарних урожаїв. Хоча попереду ще кілька місяців вегетації, сповнених неочікуваних сюрпризів від природи через різкі зміни кліматичних умов, що спостерігаються останніми роками в Україні і всьому світі.

Аномально теплі зими з екстремальними періодами наднизьких температур і надзвичайно високі температури з посухами у весняно-літній період спонукають до подальшого вивчення питання отримання стабільно високих врожаїв пшениці озимої. Нівелювати негативні фактори метеорологічних умов можна термінами посіву, забезпеченістю поживними речовинами, використанням нових сортів і гібридів в умовах сходу України. Але варто проводити і додаткові обстеження дослідних ділянок для більш детального виявлення впливу не тільки на особливості розвитку пшениці озимої в зимовий період за аномально теплої зими, але й інші періоди розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Авраменко С.В. Урожайність пшениці озимої залежно від комплексу агро-технічних прийомів вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5. С. 23–25.
2. Вавилов П.П. Растениеводство : уч. Пособие / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др.; под ред. П.П. Вавилова. М. : Агропромиздат, 1986. 512 с.
3. Державна інспекція з карантину рослин по Луганській області : інформаційне видання. Луганськ, 2009. 8 с.
4. Збірник наукових праць Всеукраїнської наукової конференції аспірантів, магістрів і студентів «Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи». Вінниця, 2017. 241 с.
5. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво : підручник / За ред. Зінченка О.І. К. : Аграрна освіта, 2001. 587 с.
6. Метеорологічні і агрометеорологічні спостереження. Український гідрометеорологічний центр ДСНС України, Луганський обласний центр гідрометеорології, 2019-2020.
7. Протопіш І.Г. Урожайність пшениці озимої залежно від впливу факторів технології. *Вісник аграрної науки*. Листопад 2015. С. 76–78.
8. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів Луганської області та рекомендації щодо захисту рослин у 2020 році. *Управління фітосанітарної безпеки ГУ ДПСС у Луганській області*, 2019. 131 с.
9. Річний звіт із моніторингу розвитку та розповсюдження шкідників і хвороб сільськогосподарських рослин у 2019 році в Луганській області. *Управління фітосанітарної безпеки ГУ ДПСС у Луганській області*, 2019. 132 с.
10. Шелепов В.В. Пшеница: история, морфология, биология, селекция / В.В. Шелепов, Н.П. Чебаков, В.А. Вергунов, В.С. Кочмарский. Мироновский ин-т пшеницы им. В.Н. Ремесло, 2009. 580 с.
11. Обследование посевов озимой пшеницы, аномально теплая зима. Луганская область, 2020. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=QPwoq-KtRc0&t=9s>.