



**FAKULTÄT FÜR AGRARWISSENSCHAFTEN
INSTITUTE FÜR NUTZPFLANZENWISSENSCHAFTEN**

SVETLANA YORDANOVA MANHART

**SORTENREAKTION DES KORIANDERS (CORIANDRUM
SATIVUM L.) IN ANHÄNGIGKEIT VON DER ANWENUNG
EINIGER PRODUKTE ZUR BLATTBEHANDLUNG**

A U T O R E F E R A T



der Dissertation zum Erlangen eines akademischen und wissenschaftlichen
Grades “Doktor”

Studienrichtung – “Nutzpflanzenwissenschaften”

Wissenschaftliche Betreuer:

apl. Prof. Dr. Vanya Delibaltova

apl. Prof. Dr. Velika Kuneva

Plovdiv, 2023

Die Forschung wurde im Zeitraum 2020-2022 auf dem Gebiet des Dorfes Voivodinovo in der Region Plovdiv durchgeführt.

Die Dissertation hat einen Umfang von 190 Seiten und enthält 37 Tabellen, 36 Abbildungen und 6 Fotos. Die zitierte Literatur umfasst 238 Quellen, davon 11 in kyrillischer und 227 in lateinischer Sprache.

Die Dissertationsarbeit wurde im Fachbereichsrat des Fachbereichs „Nutzpflanzenwissenschaften“ der Fakultät für Agronomie der Agraruniversität Plovdiv diskutiert.

Die Verteidigung der Dissertation findet am 23.06.2023 um 11:30 Uhr im 3. Auditorium der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der AU – Plovdiv vor einer spezialisierten wissenschaftlichen Jury statt, die auf Anordnung des Rektors Nr. RD-16-425 vom 10.04.2023 genehmigt wurde, bestehend aus:

Rezensionen von:

Prof. Dr. Hristofor Kirchev Kirchev
apl. Prof. Dr. Jovko Kirilov Dyulgerski

Meinungen von:

Prof. Dr. Ivan Hristev Yanchev
Prof. Dr. Viliana Marinova Vasileva
Prof. Dr. Antonia Koleva Stoyanova

Die Verteidigungsmaterialien sind für Interessierte in der Bibliothek der Agraruniversität – Plovdiv, 12 Mendelev Blvd. erhältlich.

I. EINFÜHRUNG

Der Koriander (*Coriandrum sativum* L.) ist eine der wichtigsten ätherischen Ölpflanzen in Bulgarien. Die Anwendung angemessener agrartechnischer Massnahmen in Ihrem Anbau und Ihrer Züchtung ist Voraussetzung für die Verwirklichung des produktiven Potenzials der Pflanzen. Um den Samenertrag des Korianders und den Gehalt an ätherischem Öl zu erhöhen, sowie die Fähigkeit der Kultur, einige abiotische Stressfaktoren zu überwinden, von entscheidender Bedeutung ist die Verwendung von Blattbehandlungsmitteln. Diese Produkte stimulieren das biologische Potenzial von Pflanzen und beeinflussen die Wachstumsrate durch Verbesserung des Stoffwechsels. Es ist daher äußerst wichtig für die Wissenschaft und die Praxis, einige geeignete für den Koriander Blattbehandlungsprodukte zu untersuchen, um sie in dem Anbau einzuführen. Auf diese Weise können erfolgreich bessere Produktivität und hohe Qualität der Samen realisiert werden.

II. ZIEL UND AUFGABEN

Der Zweck dieser Dissertationsarbeit besteht darin, die Reaktion von Koriandersorten in Abhängigkeit von den angewendeten Blattbehandlungsprodukten zu untersuchen und ihre Auswirkungen auf die Produktivität, den Gehalt und die Zusammensetzung des ätherischen Öls in den Samen zu bestimmen.

Aufgaben:

1. zu verfolgen die phänologische Entwicklung des Korianders und zu bestimmen die Dauer der Interphasenperioden in Abhängigkeit von der Sorte und den angewandten Blattbehandlungsprodukten.
2. zu bestimmen den Samenertrag und seine Strukturelemente, sowie den Ertrag des ätherischen Öls von Koriandersorten in Abhängigkeit von angewandten Blattbehandlungsprodukten.
3. zu untersuchen die physischen Eigenschaften der Samen, den Inhalt des ätherischen und fetten Öls in Abhängigkeit von der Sorte und den angewandten Blattbehandlungsprodukten.
4. zu bestimmen den Einfluss der angewandten Blattbehandlungsprodukte auf die chemische Zusammensetzung des ätherischen Öls von Koriandersorten.

III. MATERIAL UND METHODEN

III.1. Feldversuch

Um das Ziel und die Aufgaben der Studie zu erreichen, wurden im Zeitraum 2020-2022 im Dorf Voivodinovo, Gemeinde Plovdiv, drei jährige Feldversuche bereitgestellt. Das Freilandexperiment wurde auf Basis der Methode der fraktionierten Plots in 4 Wiederholungen mit der Größe der Versuchsfläche von 15 m² angelegt.

III.1.1. Untersuchte Faktoren und ihre Ebenen

Faktor A – Sorte

A1 – Sorte „JANTAR“

A2 – Sorte „MAROKAN“

A3 – Sorte „MESTEN DREBNOPLODEN“

A4 – Sorte „THÜRINGER“

A5 – Sorte „MARINO“

Faktor B – Blattbehandlungsprodukte – einmalig am Ende der Knospungsphase aufgetragen.

B1 – Kontrolle (unbehandelt)

B2 – MINERALGELDÜNGEMITTEL – GROW ENERGY 20-8-60 + 2% MgO + ME + Aminosäuren und Algenextrakt

B3 – FULVIN 40-22 – ORGANISCHER DÜNGEMITTEL 4-3-3 FLÜSSIG

B4 – ISABION – BIOSTIMULATOR

III.2. Biologische Indikatoren

III.2.1. Phänologische Entwicklung

- Das Auftreten der wichtigsten phänologischen Phasen wird nach Diederichsen (1996) berichtet – Auflaufen der Saat, Rosette, Stengelbildung, Knospenbildung, Blüte, Fruchtbildung, Reifung.
- Dauer der Übergangsphasen – Tage
- Dauer der Vegetationsperiode – Tage.

III.2.2. Biometrische Indikatoren - ermittelt aus repräsentativen Proben von 10 Pflanzen wie folgt:

- Pflanzenhöhe, cm
- Anzahl der Dolden pro Pflanze
- Anzahl der Samen pro Pflanze
- Masse der Samen pro Pflanze – g

III.2.3. Produktive Indikatoren

- Samenertrag, kg/ha
- Gehalt an ätherischem Öl, %
- Ertrag an ätherischem Öl, kg/ha – bestimmt durch indirekte Methode –
Samenertrag kg/ha X Gehalt an ätherischem Öl % / 100
- Rohfettgehalt, %

III.2.4. Qualitätsindikatoren für Saatgut

- Masse von 1000 Samen, g – durch Wiegen von zwei Proben mit jeweils 500 Samen (BDS 13358-76)
- Hektolitermasse, kg – durch Chondrometer (Zylinder mit einem Fassungsvermögen von 1 Liter) (BDS ISO 7971-2)
- Zusammensetzung des ätherischen Öls, %

III.3. Chemische Analysen

III.3.1. Agrochemische Bodenanalysen

- jährlich vor der Aussaat aus der Schicht 0-20, 20-40 cm, zur Bestimmung von pH (BDS ISO 10390:2005), mobilem Stickstoffgehalt, mg/kg (ISO/TS 14256-1:2003), mobilem Phosphor (P205) mg/100g (GOST 26209:1991), mobilem Kalium (K20) mg/100g (GOST 26209:1991).

III.3.2. Saatgutanalyse

- Gehalt an ätherischem Öl – (BDS ISO 6571), bestimmt nach der Methode der Wasserdestillation in einem Gerät vom Typ Clevinger, bei Setzung jeder Option aus Proben mit einer Masse von 50 g bis zu 200 g, in 800 ml Wasser- und Lufttemperatur 20 °C ± 2.

- Rohfettgehalt - (BDS EN ISO 659-2011) – Soxhlet-Extraktion, bei der Fette aus den Proben extrahiert werden, die in Lösungsmittel - Hexan gelöst werden. Die Extraktion dauert 8 Stunden.

-Bestimmung der Zusammensetzung vom ätherischen Öl – durch Gaschromatographie.

III.4. Mathematische Datenverarbeitung

III.4.1. Analysen:

- Varianzanalyse
- Dispersionsanalyse (Ein-Faktor und Zwei-Faktor-Analyse)
- Korrelations- und Regresionsanalysen
- Clusteranalyse und Faktorenanalyse nach der Methode der Hauptkomponenten (PCA)

III.4.2. Softwareprodukte: MS excel und SPSS 26.0

IV. BODEN-KLIMA-EIGENSCHAFTEN

IV.1. Bodeneigenschaften des Gebietes

Laut Gyurov & Artinova (2015) ist der Boden im Land des Dorfes Voivodinovo in der Region Plovdiv Schwemmland – Wiese. Es ist mittelsandig-lehmig und hat eine schwere mechanische Zusammensetzung. Die Ergebnisse der im Laborkomplex der AU – Plovdiv durchgeführten Bodenanalyse, nach Vorgänger Weizen, unmittelbar vor der Aussaat im Untersuchungsgebiet sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1. Agrochemische Analyse des Bodens vor der Aussaat von Koriander

Jahr	Tiefe, cm	pH	N,	P ₂ O ₅ , mg/100	K ₂ O, mg/100	Hummus, %
2020	0-20	6,53	9,71	8,24	15,40	1,37
	20-40	7,08	9,20	9,13	31,79	1,05
2021	0-20	7,04	9,45	7,94	29,58	1,25
	20-40	6,99	19,24	6,21	25,24	1,11
2022	0-20	6,90	9,63	8,69	18,38	1,31
	20-40	7,12	10,51	8,81	26,51	1,02

IV.2. Klimatische Charakteristik des Gebietes

Das Gebiet der Region Plovdiv liegt in einem Übergangskontinentalen Klimagebiet, das durch milde Winter und relativ trockene Sommer gekennzeichnet ist. Die durchschnittlichen Jahrestemperatur beträgt 12 °C, mit einem durchschnittlichen jährlichen Minimum von 6,5 °C und einem Maximum von 18 °C. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge beträgt 540 mm mit einem Minimum im Monat Februar und einem Maximum im Monat August.

IV.3. Agrarmeteorologische Bedingungen während der Vegetationsperiode von Koriander in den Versuchsjahren

Die wichtigsten meteorologischen Faktoren, die das Wachstum und die Entwicklung von Koriander beeinflussen, sind die durchschnittlichen Tages- und Nachttemperaturwerte und die Niederschlagsmenge sowie deren Verteilung während der Vegetation. Die in Abbildung 1 dargestellten Daten zeigen, dass die aufgezeichneten durchschnittlichen Tag-Nacht-Temperaturwerte während der drei Versuchsjahre nahe an denen des Mehrjahres-Zeitraums oder leicht darüber liegen und keine signifikanten Abweichungen von den Anforderungen der Kultur beobachtet werden.

Hinsichtlich der Niederschlagsmenge während des Versuchszeitraums war das Jahr 2021 im Vergleich zu 2020 und 2022 das günstigste Jahr, für das Wachstum und die Entwicklung von Korianderpflanzen, da die Niederschläge gleichmäßig verteilt waren und die Pflanzen in den kritischen Phasen mit Feuchtigkeit versorgt wurden (Abbildung 2).

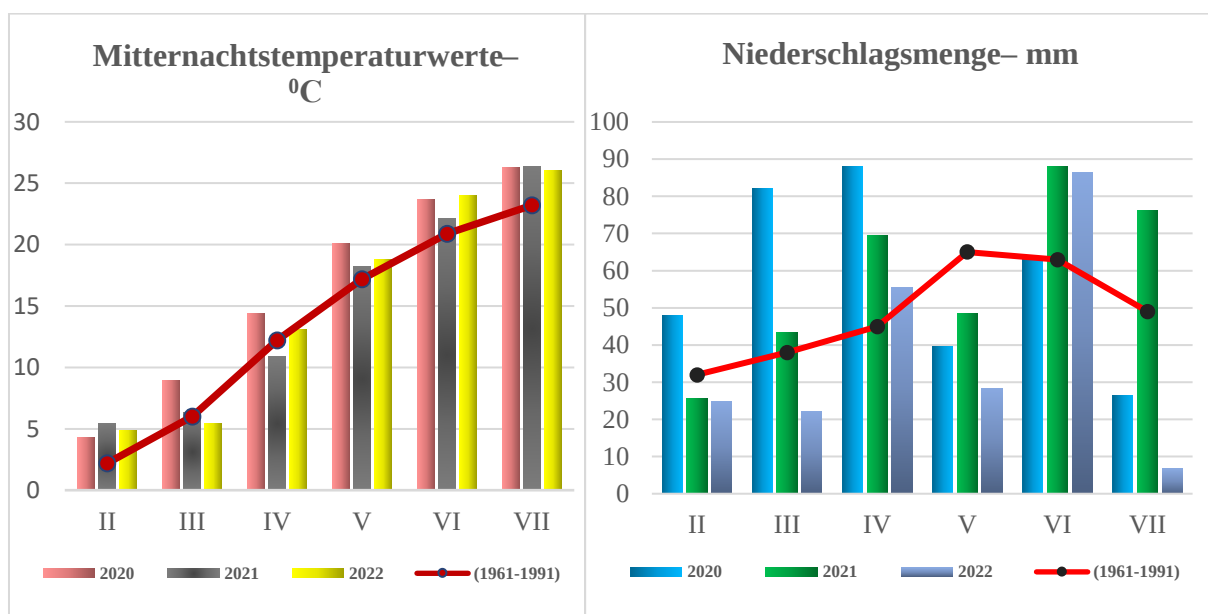


Abb. 1: Mitternachtstemperaturwerte – °C **Abb. 2:** Niederschlagsmenge – mm

V. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

V.1. Phänologische Entwicklung

Die Dauer der Phänophasen bei den untersuchten Koriandersorten in den Versuchsjahren ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Aussaat der Samen in den drei

Erntejahren auf unserem Versuchsfeld erfolgte jeweils am 19.02. (2020 und 2022) und 23.02. bzw. (2021), unter Berücksichtigung des Schlüsselfaktors für eine erfolgreiche Pflanzenentwicklung – die Temperatur.

Die längste Saat-Auflauf-Periode wurde für die getesteten Sorten im Jahr 2022 verzeichnet, als die Niederschlagsmenge um 23 mm und die Temperatur um 0,6 °C niedriger waren als im Mehrjahreszeitraum. Die Keimdauer der Pflanzen betrug 34 (Thüringen und Marokan) bis 39 Tage (Mesten drebnoplen). Die durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode für Koriandersorten im Zeitraum 2020-2022 lag zwischen 113 und 118 Tagen. Die Sorte Marokan hatte die kürzeste Vegetationsperiode, gefolgt von den Sorten Mesten drebnoplen und Jantar – 117 Tage, und die längste Vegetationsperiode für Marino und Thüringen – 118 Tage.

Die angewandten, bei den getesteten Koriandersorten, Blattbehandlungsprodukte in der Knospungsphase verlängerten die Blütezeit der Pflanzen je nach Jahr und Sorte um 1 bis 5 Tage (Tabelle 2).

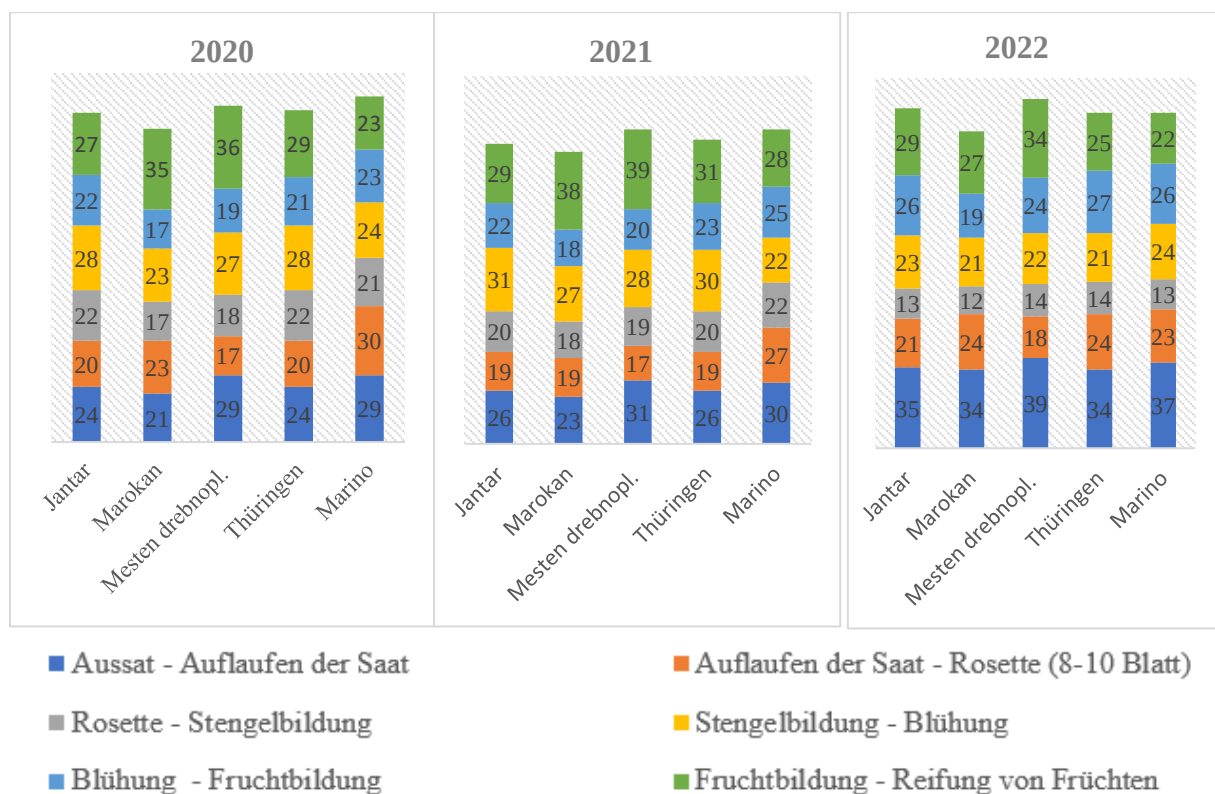


Abbildung 3: Dauer der Interphasenperioden (in Tagen) – 2020, 2021 und 2022.

Versuchsjahr		2020			2021			2022			Durchschnitt für den Zeitraum
Sorte	Variante	Beginn	Ende	Tage	Beginn	Ende	Tage	Beginn	Ende	Tage	
Jantar	Kontrolle	23.05	14.06	22	30.05	21.06	22	23.05	18.06	26	23.3
	Energy 20-8-60	23.05	16.06	24	30.05	25.06	26	23.05	20.06	28	26.0
	Fulvin	23.05	17.06	25	30.05	24.06	25	23.05	21.06	29	26.3
	Isabion	23.05	18.06	25	30.05	26.06	27	23.05	21.06	29	27.0
Marrokan	Kontrolle	13.05	30.05	17	21.05	09.06	18	22.05	10.06	19	18.0
	Energy 20-8-60	13.05	31.05	18	21.05	11.06	20	22.05	11.06	20	19.3
	Fulvin	13.05	02.06	20	21.05	12.06	21	22.05	12.06	21	20.3
	Isabion	13.05	03.06	21	21.05	14.06	23	22.05	12.06	21	21.0
Mesten drebnopl.	Kontrolle	20.05	08.06	18	29.05	18.06	20	24.05	17.06	24	20.7
	Energy 20-8-60	20.05	10.06	20	29.05	20.06	22	24.05	18.06	25	22.0
	Fulvin	20.05	09.06	19	29.05	21.06	23	24.05	18.06	25	22.3
	Isabion	20.05	11.06	21	29.05	23.06	25	24.05	19.06	26	23.7
Thüringen	Kontrolle	23.05	13.06	21	29.05	21.06	23	24.05	20.06	27	23.7
	Energy 20-8-60	23.05	15.06	23	29.05	24.06	26	24.05	22.06	29	26.0
	Fulvin	23.05	15.06	23	29.05	25.06	27	24.05	22.06	29	26.3
	Isabion	23.05	14.06	22	29.05	24.06	28	24.05	22.06	29	26.7
Marino	Kontrolle	02.06	25.06	23	06.06	30.06	25	28.05	23.06	26	24.7
	Energy 20-8-60	02.06	26.06	24	06.06	03.07	28	28.05	26.06	29	27.0
	Fulvin	02.06	28.06	26	06.06	03.07	28	28.05	26.06	29	27.7
	Isabion	02.06	28.06	26	06.06	04.07	29	28.05	26.06	29	28.0

Tabelle 2. Blühdauer nach Anwendung von Blattbehandlungen

Im klimatisch günstigsten Jahr 2021 wurde die Blütephase aller Sorten bei Blattbehandlungsvarianten im Vergleich zu den Kontrollen, um 2 bis 5 Tage verlängert. Das Blühen der Pflanzen der getesteten Sorten in den Kontroll- und Behandlungsvarianten dauerte 22 bis 27 Tage – Jantar, 18 bis 23 Tage – Marokan, 20 bis 25 Tage – Mesten drebnoploden, 23 – 28 Tage – Thüringen und 25 - 29 Tage – Marino. In den Jahren 2020 und 2022 die angewandten Blattprodukte führten zur Verlängerung der Blütezeit um jeweils 1 bis 4 bzw. 1 bis 3 Tage.

Den größten Effekt hat das Produkt Isabion, da sich die Blütedauer je nach Sorte im Jahr 2021 um 3 – 5 Tage, im Jahr 2022 um 2 – 3 Tage und im Jahr 2020 um 1 – 4 Tage verlängerte.

Im Durchschnitt des Untersuchungszeitraums (2020 – 2022) variierte die Dauer der Blütephase für die Kontrollvarianten von 18 Tagen bei der Sorte Marokan bis 24,7 Tage bei der Sorte Marino, und für die behandelten Varianten zwischen 19,3 und 28 Tagen.

Tabelle 3. Vegetationsperiode in Tagen

Versuchsjahr	Varianten	Sorten				
		Jantar	Marokan	Mesten drebnoploden	Thüringen	Marino
2020	Kontrolle	119	115	117	120	121
	Energy 20-8-60	121	116	119	122	122
	Fulvin 40-22	122	118	118	122	124
	Isabion	123	119	120	121	124
2021	Kontrolle	121	120	123	123	124
	Energy 20-8-60	125	122	125	126	127
	Fulvin 40-22	124	123	126	127	127
	Isabion	126	125	128	126	129
2022	Kontrolle	112	103	112	111	108
	Energy 20-8-60	114	104	113	113	109
	Fulvin 40-22	115	105	113	113	111
	Isabion	115	105	114	113	111
Durchschnitt- lich für den Zeitraum	Kontrolle	117	113	117	118	118
	Energy 20-8-60	120	114	119	120	119
	Fulvin 40-22	120	115	119	121	121
	Isabion	121	116	121	120	121

Die Anwendung von Blattbehandlungsmitteln bei Koriander beeinflusst die Länge der Vegetationsperiode.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Vegetationsperiode der untersuchten Sorten je nach eingesetzten Produkten zwischen 116 – 124 Tagen, 122 – 129 Tagen und 104 – 115 Tagen für 2020, 2021 und 2022 variierte (Tabelle 3).

Im Durchschnitt des Untersuchungszeitraums veränderte sich die Vegetationsperiode im Rahmen von 114 bis 121 Tagen. Die Dauer der Vegetationsperiode verlängerte sich bei allen Sorten durch die Behandlung mit Blattprodukten auf bis zu 4 Tage.

V.2. Biometrische Indikatoren

V.2.1. Pflanzenhöhe

Die Pflanzenhöhe der getesteten Sorten wird je nach Untersuchungsjahr in unterschiedlichem Maße durch die verwendeten Blattprodukte beeinflusst. (Tabelle 4).

Tabelle 4: Pflanzenhöhe

Versuchs- jahr	Varianten	Sorten				
		Jantar	Marokan	Mesten drebnoploden	Thüringen	Marino
2020	Kontrolle	55,9	66,0	82,0	73,6	65,4
	Energy 20-8-60	63,1	78,2	88,8	76,2	71,7
	Fulvin 40-22	53,7	76,2	94,0	62,7	75,6
	Isabion	63,3	81,8	90,6	64,5	69,6
2021	Kontrolle	60,1	70,4	84,1	74,2	70,3
	Energy 20-8-60	64,8	80,8	89,6	77,2	79,8
	Fulvin 40-22	57,7	81,5	95,1	70,6	78,4
	Isabion	65,0	84,4	91,9	71,2	74,2
2022	Kontrolle	50,1	65,8	79,5	69,9	64,5
	Energy 20-8-60	52,7	73,9	82,0	74,0	70,1
	Fulvin 40-22	49,6	75,0	87,8	62,1	73,8
	Isabion	56,3	77,9	85,7	65,0	69,5
Durchschnitt- lich für den Zeitraum	Kontrolle	55,4	67,4	81,9	72,6	67,3
	Energy 20-8-60	60,2	77,6	86,8	75,8	73,9
	Fulvin 40-22	53,7	77,6	92,3	65,1	75,9
	Isabion	61,5	81,4	89,4	66,9	71,1

Im Durchschnitt des Untersuchungszeitraums (2020 – 2022) trugen alle getesteten Blattapplikationsprodukte zur Erhöhung der Pflanzenhöhe der Sorten – Marokan, Mesten drebnoploden und Marino im Vergleich zur Kontrolle bei.

Die Anwendung der Produkte Energy 20-8-60 und Isabion erhöhte die Höhe der Pflanzen im Vergleich zur Kontrolle, dagegen hatte das Produkt Fulvin 40-22 keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe, da der Unterschied zur Kontrolle bei der Sorte Jantar nicht nachgewiesen werden konnte. Das verwendete Präparat Energy 20-8-60 trug zur Erhöhung der Werte dieses Indikators im Vergleich zur Kontrolle bei, dagegen führte die Behandlung mit Fulvin 40-22 – 80 l/ha und Isabion – 30 l/ha zu einer Senkung der Pflanzenhöhe im Vergleich zur unbehandelten Variante der Sorte Thüringen.

V.2.2. Anzahl der Dolden pro Pflanze

Im Durchschnitt des Untersuchungszeitraums hatten die verwendeten Blattprodukte Energy 20-8-60, Fulvin 40-22 und Isabion bei den untersuchten Sorten einen positiven Einfluss und erhöhten die Anzahl der Dolden pro Pflanze in unterschiedlichem Maße im Vergleich zur Kontrolle.

Tabelle 5. Anzahl der Dolden pro Pflanze

Versuchs- jahr	Varianten	Sorten				
		Jantar	Marokan	Mesten drebnoploden	Thüringen	Marino
2020	Kontrolle	11,6	22,0	21,5	15,0	12,7
	Energy 20-8-60	12,1	22,7	21,6	15,6	13,0
	Fulvin 40-22	12,7	23,1	22,7	16,2	13,2
	Isabion	12,6	22,6	22,3	15,7	13,4
2021	Kontrolle	12,1	23,1	21,0	15,6	12,9
	Energy 20-8-60	12,6	23,9	22,9	16,4	13,7
	Fulvin 40-22	13,0	24,7	23,1	16,3	14,2
	Isabion	12,5	24,2	23,2	16,1	13,8
2022	Kontrolle	10,9	21,8	20,9	14,4	12,5
	Energy 20-8-60	11,6	22,4	21,4	14,8	12,7
	Fulvin 40-22	12,1	22,9	22,0	15,4	13,0
	Isabion	11,9	22,5	22,1	15,2	13,2
Durchschnitt- lich für den Zeitraum	Kontrolle	11,5	22,3	21,1	15,0	12,7
	Energy 20-8-60	12,1	23,0	22,0	15,6	13,1
	Fulvin 40-22	12,6	23,6	22,6	16,0	13,5
	Isabion	12,3	23,1	22,5	15,7	13,4

Diese Produkte schnitten bei der Sorte Jantar am besten ab, wobei das höchste Wachstum beim Produkt Fulvin 40-22 mit 11,0 % (2022), 9,5 % (2020) und 7,4 % (2021) verzeichnet wurde. Bei den Varianten Isabion und Energy 20-

8-60 war der Anstieg des Indikators über den gesamten Zeitraum jeweils von 3,3 % auf 9,2 % und von 4,1 % auf 6,4 % (Tabelle 5).

Die höchsten Werte dieses Indikators wurden bei der mit Fulvin 40-22 – 80 l/ha behandelten Sorte Marokan registriert – 24,7 (2021), 23,1 (2020) und 22,9 (2022), was die jeweiligen Kontrollen um 6,9 % (2021), 5,0 % (2020) und 5,1 % (2022) übertraf.

Tabelle 6. Zwei-Faktor-Dispersionsanalyse für die Anzahl der Pflanzendolden

Versuchs-jahr	Variationsquelle	Sum of Square (SS)	df	Mean Square (MS)	F	P-value	F crit
2020	Sorte (A)	1539,113	4	384,7783	1158,535	0,00*	2,525215
	Blattbehandlungsprodukte (B)	9,965375	3	3,321792	10,00163	0,00*	2,758078
	Interaktion (AxB)	2,96275	12	0,246896	0,743382	0,70 ^{ns}	1,917396
2021	Sorte (A)	1852,974	4	463,2436	292,6442	0,00*	2,525215
	Blattbehandlungsprodukte (B)	16,25937	3	5,419792	3,423837	0,02*	2,758078
	Interaktion (AxB)	16,67375	12	1,389479	0,877774	0,57 ^{ns}	1,917396
2022	Sorte (A)	1638,623	4	409,6558	273,6283	0,00*	2,525215
	Blattbehandlungsprodukte (B)	13,67438	3	4,558125	3,044585	0,04*	2,758078
	Interaktion (AxB)	5,555	12	0,462917	0,309204	0,99 ^{ns}	1,917396

Die Zwei-Faktor-Dispersionsanalyse für die Wirkung der Sorte und der Blattbehandlungsprodukte auf die Anzahl der Pflanzendolden zeigte, dass der F-Wert für beide Faktoren größer als der F-Krit in den drei Versuchsjahren war, was diesen Faktor mit nachweislicher Auswirkung auf den Indikator „Anzahl der Dolden pro Pflanze“ bestimmt hatte (Tabelle 6).

V.2.3. Anzahl der Samen pro Pflanze

Die Anzahl der gebildeten Samen pro Pflanze der untersuchten Koriandersorten bei der Anwendung der drei Produkte zur Blattbehandlung variierte je nach Sorte und den verwendeten Produkten innerhalb der Grenzen – 118 und 324 Stück für das erste Jahr, 126 und 334 Stück für das zweite Jahr und - 115 und 317 Stück für das dritte Jahr (Tabelle 7).

Im Durchschnitt des Zeitraums zeichnete sich der Biostimulator Isabion durch das höchste Wachstum des Indikators – Anzahl der Samen pro Pflanze – für alle untersuchten Sorten aus, wobei der Anstieg bis zu 16,5 % betrug. Bei den

Sorten Thüringen und Jantar wurde im Durchschnitt des Zeitraums 2020 – 2022 die Anzahl der Samen pro Pflanze durch die Behandlung mit dem mineralischen Geldünger Energy 20-8-60 am geringsten beeinflusst.

Im Allgemeinen wurde, für den gesamten Zeitraum, ein positiver Einfluss der Biostimulatoren auf den Indikator bei allen getesteten Sorten beobachtet, was zu einem Anstieg der Samenanzahl pro Pflanze um durchschnittlich 6 (für die Sorte Marino) bis 46 (für die Sorte Marokan), im Vergleich zu den Kontrollwerten, führte.

Der Einfluss von Faktor A und Faktor B auf die Werte des Indikators „Anzahl der Samen pro Pflanze“ wurde statistisch belegt, die Interaktion der beiden Faktoren konnte jedoch über die Jahre des Experiments nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 7. Anzahl der Samen pro Pflanze

Versuchs-jahr	Varianten	Sorten				
		Jantar	Marokan	Mesten drebnoploten	Thüringen	Marino
2020	Kontrolle	109	273	250	220	156
	Energy 20-8-60	118	288	270	232	160
	Fulvin 40-22	117	300	265	228	170
	Isabion	121	324	288	248	178
2021	Kontrolle	120	289	271	229	162
	Energy 20-8-60	126	297	284	232	171
	Fulvin 40-22	129	311	294	237	178
	Isabion	135	334	307	256	182
2022	Kontrolle	106	276	252	204	149
	Energy 20-8-60	115	281	274	211	156
	Fulvin 40-22	114	296	270	218	165
	Isabion	118	317	284	231	170
Durchschnitt- lich für den Zeitraum	Kontrolle	112	279	258	218	156
	Energy 20-8-60	120	289	276	225	162
	Fulvin 40-22	120	302	276	228	171
	Isabion	125	325	293	245	177

V.2.4. Masse der Samen pro Pflanze

Ein wichtiger Indikator, von dem der Korianderertrag abhängt, ist die Samenmasse pro Pflanze. Die verschiedenen Sorten und die verwendeten Blattapplikationsprodukte produzierten Samen mit unterschiedlichem Gewicht (Tabelle 8).

Tabelle 8. Masse der Samen pro Pflanze

Versuchsjahr	Varianten	Sorten				
		Jantar	Marokan	Mesten drebnoploten	Thüringen	Marino
2020	Kontrolle	0,61	1,18	1,07	0,97	0,70
	Energy 20-8-60	0,66	1,24	1,10	1,11	0,74
	Fulvin 40-22	0,70	1,37	1,27	1,06	0,82
	Isabion	0,68	1,42	1,30	1,13	0,74
2021	Kontrolle	0,66	1,24	1,13	1,05	0,74
	Energy 20-8-60	0,71	1,31	1,19	1,13	0,78
	Fulvin 40-22	0,73	1,39	1,29	1,11	0,81
	Isabion	0,79	1,45	1,34	1,17	0,89
2022	Kontrolle	0,58	1,16	1,08	0,95	0,66
	Energy 20-8-60	0,63	1,20	1,12	0,98	0,69
	Fulvin 40-22	0,64	1,27	1,24	0,99	0,71
	Isabion	0,66	1,34	1,27	1,05	0,77
Durchschnittlich für den Zeitraum	Kontrolle	0,62	1,19	1,09	0,99	0,70
	Energy 20-8-60	0,67	1,25	1,13	1,07	0,74
	Fulvin 40-22	0,69	1,34	1,27	1,05	0,78
	Isabion	0,71	1,40	1,30	1,12	0,80

Im Durchschnitt über den Zeitraum hinweg, war die Samenmasse pro Pflanze aller behandelten Varianten höher als die der jeweiligen Kontrollen. Sie variierte von 0,67 g bei der Sorte Jantar bis 1,40 g bei der Sorte Marokan und stieg im Durchschnitt von 3,7 % bis 19,3 % bei der Sorte Mesten drebnoploten an. Die höchsten Werte des Indikators wurden für die mit dem Produkt Isabion behandelte Sorte Marokan, sowohl in den einzelnen Erntejahren – 1,42 g (2020), 1,45 g (2021) und 1,34 g (2022), als auch durchschnittlich für die Untersuchungsperiode – 1,40 g, gemeldet. Dagegen wies die Sorte Jantar, behandelt mit dem mineralischen Geldünger Energy 20-8-60, die niedrigsten Werte auf, nämlich: 0,66 g (2020), 0,71 g (2021), 0,62 g (2022) und 0,67 g im Durchschnitt des Zeitraums. Den schwächsten Effekt auf die Samenmasse pro Pflanze in den drei Jahren zeigte der Geldünger Energy 20-8-60, der einen Algenextrakt enthielt und zwar bei allen Sorten außer der Sorte Thüringen.

Im Durchschnitt der drei untersuchten Jahre wurde die These bestätigt, dass die Samenmasse pro Pflanze, die von den fünf untersuchten Sorten gebildet war, unter dem Einfluss von Blattbehandlungen – Isabion, Energy 20-8-60 und Fulvin 40-22 zunahm.

V.3. Produktive Indikatoren

V.3.1. Samenertrag, kg/ha

Die günstigere Kombination klimatischer Faktoren und insbesondere die gleichmäßigere Niederschlagsverteilung während der Koriandervegetation im Jahr 2021, im Vergleich zu 2020 und 2022, waren Voraussetzung für die Erzielung höherer Samenerträge der untersuchten Sorten. Die eingesetzten Blattbehandlungsmittel hatten bei allen getesteten Sorten, einen positiven Einfluss auf die Werte dieses Indikators. Der höchste Ertrag, im Vergleich zur Kontrolle, wurde bei der Variante mit dem Produkt Isabion erzielt – 30 l/ha (Tabelle 9). Im Vergleich zu den unbehandelten Varianten, war die Ertragssteigerung aller, mit dem Produkt Isabion, behandelten Sorten von 8,3 auf 12,3 % (2020), von 8,7 % auf 13,4 % (2021), sowie von 7,2% auf 9,8 % für das Jahr 2022.

Tabelle 9. Samenertrag, kg/ha

Versuchs- jahr	Varianten	Sorten				
		Jantar	Marokan	Mesten drebnoploten	Thüringen	Marino
2020	Kontrolle	1446	2119	2034	1680	1623
	Energy 20-8-60	1488	2235	2172	1779	1728
	Fulvin 40-22	1500	2240	2194	1770	1700
	Isabion	1578	2380	2251	1820	1782
		1503	2244	2163	1762	1708
2021	Kontrolle	1525	2209	2141	1768	1712
	Energy 20-8-60	1589	2346	2268	1825	1810
	Fulvin 40-22	1617	2355	2286	1839	1835
	Isabion	1658	2505	2390	1951	1876
		1594	2354	2271	1846	1808
2022	Kontrolle	1390	2084	2062	1596	1609
	Energy 20-8-60	1465	2218	2180	1625	1690
	Fulvin 40-22	1478	2224	2174	1632	1710
	Isabion	1509	2288	2211	1723	1734
		1460	2218	2159	1662	1684
Durchschnitt- lich für den Zeitraum	Kontrolle	1454	2137	2079	1681	1648
	Energy 20-8-60	1514	2266	2207	1743	1743
	Fulvin 40-22	1532	2273	2218	1747	1748
	Isabion	1582	2324	2284	1831	1797

Im Durchschnitt des Untersuchungszeitraums (2020 – 2022) trug das eingesetzte Produkt Isabion dazu bei, den Ertrag der Testsorten im Vergleich zur

Kontrolle von 8,8 % auf 9,9 % zu steigern, während er bei den anderen Produkten von 3,7 % auf 6,7 % stieg.

Die erzielten Ergebnisse waren statistisch signifikant.

Die Zwei-Faktor-Dispersionsanalyse zeigte einen starken statistischen Effekt sowohl der Sorten als auch der Blattprodukte auf den Samenertrag. Auch für die Jahre 2020 und 2021 war die Interaktion zwischen den beiden Faktoren rechnerisch belegt, aber für das Jahr 2022 jedoch nicht (Tabelle 10).

Tabelle 10. Zwei-Faktor-Dispersionsanalyse des Samensertrags

Versuchs-jahr	Variationsquelle	Sum of Square (SS)	df	Mean Square (MS)	F	P-value	F crit
2020	Sorte (A)	6464557	4	1616139	2240,321	0,00*	2,525215
	Blattbehandlungsprodukte (B)	315627,6	3	105209,2	145,8429	0,00*	2,758078
	Interaktion (AxB)	42920,67	12	3576,723	4,958116	0,00*	1,917396
2021	Sorte (A)	6663563	4	1665891	7212,169	0,00*	2,525215
	Blattbehandlungsprodukte (B)	404204,1	3	134734,7	583,3093	0,00*	2,758078
	Interaktion (AxB)	42011,85	12	3500,988	15,15688	0,00*	1,917396
2022	Sorte (A)	7157867	4	1789467	453,2141	0,00*	2,525215
	Blattbehandlungsprodukte (B)	233850,7	3	77950,23	19,74227	0,00*	2,758078
	Interaktion (AxB)	233850,7	3	77950,23	19,74227	0,00*	2,758078

V.3.2. Gehalt an ätherischem Öl, %

Der Wert der Samen im Korianderanbau wird durch ihren Gehalt an ätherischem Öl bestimmt. Die Werte dieses Indikators werden sowohl von den Jahren mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen als auch von den Produkten für die Blattapplikation beeinflusst (Tabelle 11).

Der höchste Gehalt wurde im Jahr 2022 verzeichnet, als die Temperatur während der Reifung 2,8 °C höher als in dem mehrjährigen Zeitraum war und die Niederschlagsmenge 6,75 mm bei einer Norm von 49 mm betrug, d.h. eine deutliche Austrocknung.

Der Gehalt an ätherischem Öl war in den kontrollierten Varianten von 0,59 bis 0,74 % und in den behandelten – von 0,63 % bei den Sorten Thüringen und Marokan bis 0,83 % – Jantar, also von 3,3 bis 12,2 % höher.

Die erzielten Ergebnisse waren statistisch belegt. Die Sorte Marokan reagierte am stärksten auf das eingesetzte Produkt Isabion, wobei der Ertrag von

261 kg/ha im Wirtschaftsjahr 2020 auf 296 kg/ha im Jahr 2021 und auf 204 kg/ha im Jahr 2022 stieg, gefolgt von der Sorte Mesten drebnopladen mit einer Steigerung von 217, 249 und 149 kg/ha und der Sorte Thüringen, bei der der Ertrag im Vergleich zur Kontrolle um 127 bis 183 kg/ha höher war. Die Sorte Jantar reagierte am schwächsten auf das eingesetzte Produkt Isabion und die dazugehörige Ertragssteigerung lag, im Vergleich zur Kontrolle über die drei Jahre, im Bereich von 8,6 bis 9,1 %.

Tabelle 11. Gehalt an ätherischem Öl, %

Versuchsjahr	Varianten	Sorten				
		Jantar	Marokan	Mesten drebnopladen	Thüringen	Marino
2020	Kontrolle	0,67	0,57	0,59	0,54	0,38
	Energy 20-8-60	0,75	0,63	0,65	0,58	0,42
	Fulvin 40-22	0,73	0,60	0,63	0,56	0,40
	Isabion	0,71	0,62	0,62	0,56	0,39
2021	Kontrolle	0,45	0,36	0,42	0,32	0,20
	Energy 20-8-60	0,49	0,39	0,44	0,35	0,22
	Fulvin 40-22	0,47	0,38	0,43	0,34	0,21
	Isabion	0,46	0,37	0,43	0,33	0,21
2022	Kontrolle	0,74	0,61	0,64	0,59	0,45
	Energy 20-8-60	0,83	0,68	0,71	0,64	0,50
	Fulvin 40-22	0,78	0,63	0,67	0,63	0,47
	Isabion	0,77	0,64	0,69	0,61	0,46
Durchschnittlich für den Zeitraum	Kontrolle	0,62	0,51	0,55	0,48	0,34
	Energy 20-8-60	0,69	0,57	0,60	0,52	0,38
	Fulvin 40-22	0,66	0,54	0,58	0,51	0,36
	Isabion	0,65	0,54	0,58	0,50	0,35

Es wurde statistisch erwiesen, dass die Anwendung des Produkts Energy 20-8-60 den größten Einfluss auf den Indikator Gehalt an ätherischem Öl hatte. Der Anstieg dieser Werte war in der Grenze von 8,3 % bei der Sorte Thüringen bis 11,8 % bei den Sorten Marokan und Marino.

V.3.3. Ertrag an ätherischem Öl, kg/ha

Im Durchschnitt über den dreijährigen Untersuchungszeitraum konnte der positive Einfluss der eingesetzten Blattprodukte auf den ätherischen Ölertrag der getesteten Sorten bestätigt werden.

Die höchsten Werte dieses Indikators wurden bei der Anwendung der Produkte Energy 20-8-60 und Isabion bei den Sorten Mesten drebnoplen – 13,2 kg/ha, Marokan – jeweils 12,8 und 12,9 kg/ha erhalten, gefolgt von der Sorte Jantar – jeweils 10,4 und 10,1 kg/ha; Thüringen – 9,0 kg/ha und der niedrigste Ölertrag der Varianten Energy 20-8-60 und Isabion war bei der Sorte Marino – nämlich 6,6 und 6,3 kg/ha (Abbildung 4). Der Anstieg der Gehaltes an ätherischem Öl war bei den behandelten Varianten im Vergleich zu den Kontrollvarianten bei der Sorte Marokan mit 11,0 auf 18,3 % am größten, gefolgt von der Sorte Marino mit 10,7 auf 17,9 %; Mesten drebnoplen von 11,4 bis 15,8 % und Jantar von 11,1 bis 15,6 %, sowie am geringsten bei der Sorte Thüringen von 8,6 bis 11,1 %.

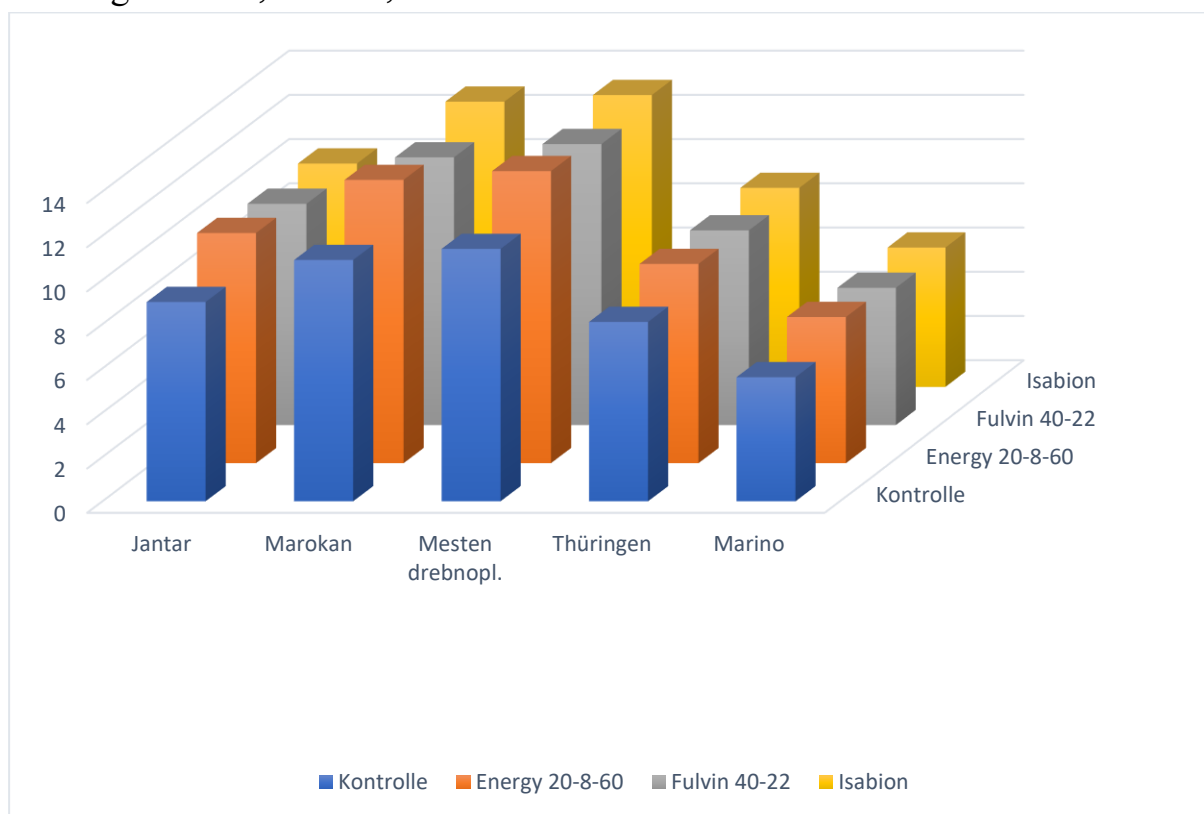


Abbildung 4. Ertrag an ätherischem Öl, kg/ha im Durchschnitt für den Zeitraum 2020–2022

Über die Jahre des Experiments hatte der Faktor „Blattbehandlungsprodukte“ einen statistisch nachgewiesenen Einfluss auf den ätherischen Ölertrag der getesteten Sorten (Tabelle 12).

Tabelle 12. Zwei-Faktor-Dispersionsanalyse des Ertrages an ätherischem Öl

Versuchs-jahr	Variationsquelle	Sum of Square (SS)	df	Mean Square (MS)	F	P-value	F crit
2020	Sorte (A)	503,252	4	125,813	3062,38	0,00*	2,52522
	Blattbehandlungsprodukte (B)	30,9185	3	10,3062	250,86	0,00*	2,75808
	Interaktion (AxB)	6,20025	12	0,51669	12,5766	0,00*	1,9174
2021	Sorte (A)	347,9099	4	86,97747	650,4995	0,00*	2,525215
	Blattbehandlungsprodukte (B)	9,764004	3	3,254668	24,34147	0,00*	2,758078
	Interaktion (AxB)	1,15334	12	0,096112	0,718814	0,73 ^{ns}	1,917396
2022	Sorte (A)	563,6655	4	140,9164	49,57408	0,00*	2,525215
	Blattbehandlungsprodukte (B)	35,76138	3	11,92046	4,193591	0,01*	2,758078
	Interaktion (AxB)	10,6055	12	0,883792	0,310916	0,98 ^{ns}	1,917396

Hinsichtlich der Mittelwerte des Ertragsindikators für ätherische Öle liessen sich die getesteten Koriandersorten in folgender absteigender Reihenfolge einordnen: Mesten drebnoplogen > Marokan > Jantar > Thüringen > Marino.

V.3.4. Gehalt an Rohfett, %

Korianderfrüchte enthalten sowohl ätherisches als auch normales (Fett-)Öl. Sein Anteil wird hauptsächlich durch den Genotyp bestimmt, hängt jedoch von den ökologischen Bedingungen und den verwendeten agrotechnischen Einheiten beim Anbau der Pflanzen ab. Der Rohfettgehalt veränderte sich in der vorliegenden Studie bei den untersuchten Sorten unter dem Einfluss der eingesetzten Blattprodukte unterschiedlich stark (Tabelle 13).

Im Durchschnitt des Untersuchungszeitraums (2020–2022) wirkten sich die eingesetzten Blattbehandlungsmittel bei allen untersuchten Sorten positiv auf den Rohfettgehalt der Samen aus. Sie trugen zur Steigerung der Werte dieses Indikators im Vergleich zu den Kontrollen von 1,7 % bis 10,0 %.

Bei den Sorten Marokan und Jantar erreichte der Fettgehalt 13,90 % bzw. 13,46 %, verglichen mit 12,66 % bzw. 12,27 % bei den jeweiligen Kontrollen; bei der Sorte Mesten drebnoplogen bis zu 14,44 %, bei 13,29 % für die Kontrollvariante und bei den Sorten Marino und Thüringen bis zu 14,03 %, bei 13,35 bzw. 13,19 % für die Kontrollen bei Verwendung des Produkts Fulvin 40-22.

Tabelle 13. Gehalt an Rohfett, %

Versuchsjahr	Varianten	Sorten				
		Jantar	Marokan	Mesten drebnoploden	Thüringen	Marino
2020	Kontrolle	13,86	13,16	14,84	14,81	13,90
	Energy 20-8-60	15,29	13,80	15,05	15,77	16,64
	Fulvin 40-22	15,63	14,29	16,97	16,01	14,20
	Isabion	14,89	14,08	15,01	15,65	14,15
2021	Kontrolle	10,40	10,09	11,15	11,13	11,71
	Energy 20-8-60	10,63	10,75	12,55	11,86	12,25
	Fulvin 40-22	11,78	11,88	11,50	11,58	12,10
	Isabion	12,10	10,28	11,22	11,44	12,59
2022	Kontrolle	12,56	14,72	13,89	13,64	14,43
	Energy 20-8-60	12,75	14,89	14,72	14,12	15,16
	Fulvin 40-22	12,97	15,54	14,84	14,50	15,78
	Isabion	12,94	14,85	14,32	14,39	15,02
Durchschnittlich für den Zeitraum	Kontrolle	12,27	12,65	13,29	13,19	13,35
	Energy 20-8-60	12,89	13,15	14,11	13,92	14,68
	Fulvin 40-22	13,46	13,90	14,44	14,03	14,03
	Isabion	13,31	13,07	13,52	13,83	13,92

Der größte Anstieg wurde bei der Sorte Marino registriert – 14,68 % bei Anwendung von Energy 20-8-60, während bei den übrigen Sorten der Fettgehalt bei Verwendung von Fulvin 40-22 am höchsten war und dessen Anstieg lag im Vergleich zur Kontrolle zwischen 6,4 % und 9,8 %.

VI.4. Qualitätsindikatoren für Saatgut

VI.4.1. Masse von 1000 Samen, g

Eine der Hauptkomponenten der Produktivität ist die Masse von 1000 Samen – ein Zeichen für die Größe, die Ausnährung der Samen und ihre Qualität als Saatgut. Die Masse von 1000 Samen ist genetisch bedingt, wird aber durch Umwelt-, Klima- und agrotechnische Faktoren beeinflusst.

Die Ergebnisse der Studie zum Einfluss von Blattbehandlungsprodukten auf die Werte dieses Indikators sind bei den getesteten Sorten in Tabelle 14 dargestellt.

Im Durchschnitt des Untersuchungszeitraums (2020 – 2022) wurde die höchste Masse pro 1000 Samen bei den Kontrollsorten für Marino mit 6,19 g verzeichnet, gefolgt von der Sorte Marokan mit 5,99 g und den Sorten Thüringen

und Jantar mit jeweils 5,54 und 5,31 g. Die kleinste absolute Masse der Kontrollvarianaten wurde für die Sorte Mesten drebnopladen – 4,75 g gemessen.

Es wurde gezeigt, dass die verwendeten Blattprodukte Fulvin 40-22 und Energy 20-8-60 die Werte dieses Indikators im Vergleich zur Kontrolle von 3,4 % auf 7,6 % bzw. von 3,1 % auf 11,5 % erhöhten.

Tabelle 14. Masse von 1000 Samen, g

Versuchsjahr	Varianten	Sorten				
		Jantar	Marokan	Mesten drebnopladen	Thüringen	Marino
2020	Kontrolle	5,16	5,97	4,61	5,40	6,15
	Energy 20-8-60	5,31	6,28	5,20	5,56	6,32
	Fulvin 40-22	5,28	6,35	5,01	5,69	6,54
	Isabion	5,70	6,47	5,52	5,88	6,80
2021	Kontrolle	5,75	6,20	5,12	6,08	6,36
	Energy 20-8-60	6,33	6,32	5,87	6,22	6,84
	Fulvin 40-22	6,00	6,58	5,73	6,35	7,12
	Isabion	6,53	7,18	6,13	6,60	7,35
2022	Kontrolle	5,02	5,80	4,53	5,14	6,05
	Energy 20-8-60	5,23	6,14	4,82	5,36	6,79
	Fulvin 40-22	5,18	6,20	4,59	5,28	6,32
	Isabion	5,58	6,23	5,05	5,32	6,95
Durchschnittlich für den Zeitraum	Kontrolle	5,31	5,99	4,75	5,54	6,19
	Energy 20-8-60	5,62	6,25	5,30	5,71	6,65
	Fulvin 40-22	5,49	6,38	5,11	5,77	6,66
	Isabion	5,94	6,63	5,57	5,93	7,03

Die größte positive Auswirkung wurde für das Produkt Isabion gemeldet, das die Masse von 1000 Samen bei der Sorte Mesten drebnopladen um 16,4 % steigerte; um 13,6 % für die Sorte Marino; um 12,0 % für die Sorte Jantar und um 10,7 % bzw. 7,0 % für die Sorten Marokan und Thüringen.

VI.4.2. Die Hektolitermasse, kg

Die Hektolitermasse ist die Handelsqualität des Saatguts und spielt eine wichtige Rolle bei der Bestimmung des Verkaufspreises. Im Durchschnitt änderte sich der Hektolitergewicht über den Versuchszeitraum je nach Sorte und verwendeten Blattprodukten. Die Sorte Marokan zeichnete sich durch die größte Samenmasse pro 100 l aus – 32,3 kg, gefolgt von den Sorten Mesten drebnopladen, Marino, Thüringen – jeweils 30,5 kg, 30,4 kg und 30,0 kg, und die kleinste Hektolitermasse wurde für die Sorte Jantar registriert – 29,0 kg (Abbildung 5).

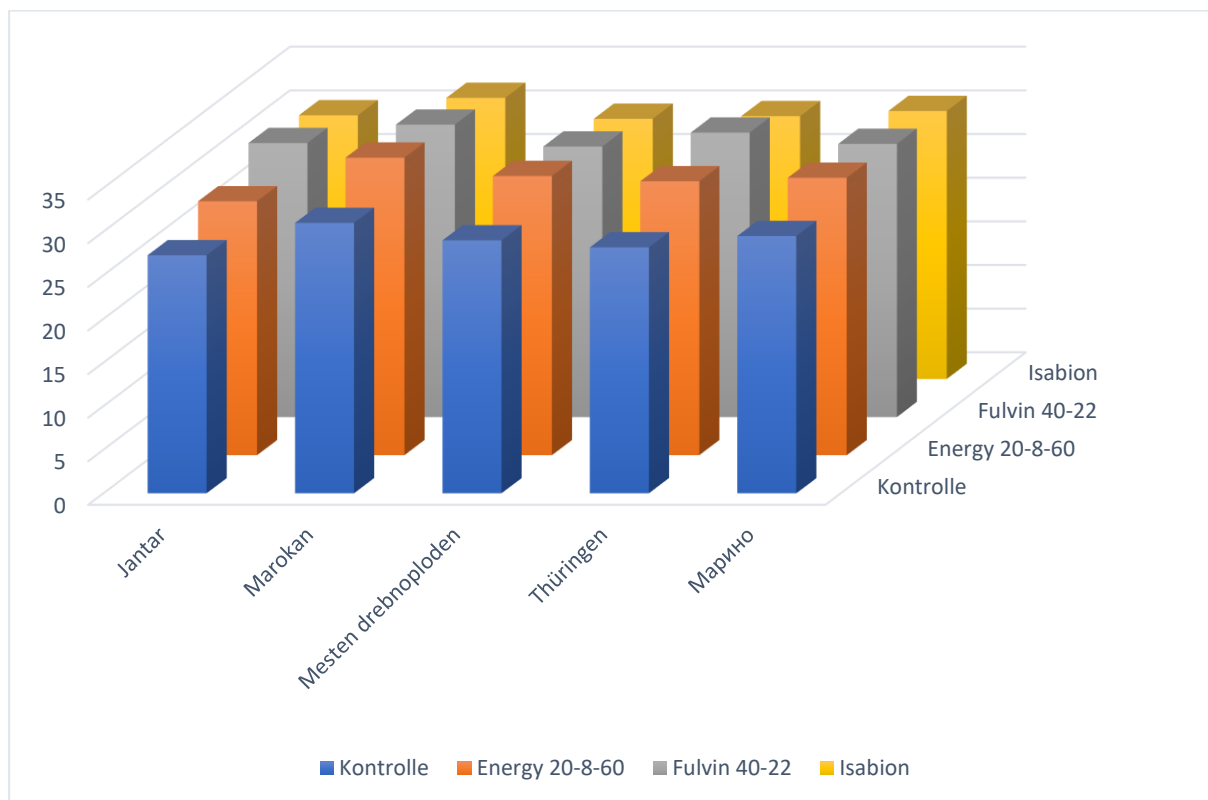


Abbildung 5. Die Hektolitermasse, kg – 2020–2022 r.

Die Kontrollvarianten wiesen bei allen getesteten Sorten niedrigere Werte als die behandelten Varianten auf und die untersuchten Blattbehandlungsprodukte hatten einen positiven Einfluss auf das Wachstum der Hektolitermasse. Die Zunahme der Samenmasse pro 100 l bei der Behandlung von Korianderpflanzen mit dem Produkt Energy 20-8-60 betrug im Vergleich zur Kontrolle jeweils 13,2 %; 10,8 %; 7,2 % bzw. 5,5 % den Sorten Thüringen, Marokan, Marino und Mesten drebnoploden. Die Hektolitermasse stieg bei der Sorte Jantar von 6,3 % bei Anwendung dieses Produkts, bis auf 12,3 % und 13,0 % bei Behandlung mit Isabion und Fulvin 40-22 im Vergleich zur Kontrolle. Diese beiden Produkte übertrafen bei den übrigen Sorten Thüringen, Marokan, Mesten drebnoploden und Marino die Kontrolle um 10,7 %; 7,2 %; 6,0 % bzw. 5,5 %.

VI.5. Chemische Analysen

VI.5.1. Zusammensetzung des ätherischem Öls

Während der drei Versuchsjahre wurden im ätherischen Korianderöl 46 Bestandteile identifiziert, die zwischen 98,8 % und 99,8 % davon ausmachen. Im Öl dominierten Monoterpenoide.

Die Veränderungen, die während der drei Versuchsjahre infolge der Blattapplikation des Biostimulators Isabion, des organischen Düngers Fulvin 40-22 und des mineralischen Geldüngers Energy 20-6-80 auf einige Bestandteile des ätherischen Korianderöls auftraten, sind zusammengefasst in den Tabellen 15, 16, 17, 18, 19.

Den zweiten Platz in der Zusammensetzung des ätherischen Öls nahmen Monoterpene ein. Ihre Werte reichten im ersten Jahr von 17,09 % bis 26,96 %, im zweiten Jahr von 4,72 % bis 17,28 % und im dritten Jahr von 5,19 % bis 19,00 %.

Das seifige oder scharfe Aroma des ätherischen Öls ist größtenteils auf mehrere im Koriander enthaltene Aldehyde zurückzuführen. Die chemischen Bestandteile Hexanal, Decanal, 2E-Decenal, Undecanal, Dodecenal und 2E-Tridecen-1-al gehören zur Gruppe der Aldehyde, die durch die chromatographische Analyse des ätherischen Öls der fünf getesteten Koriandersorten ermittelt wurde.

Das Geraniol ist ein Monoterpenoid, dessen Werte im Versuchszeitraum zwischen 2,20 % und 4,44 % lagen. Bei der Sorte Mesten drebnopladen wurden bei der Behandlungsvariante mit dem Biostimulator Isabion im Laufe der drei Jahre folgende Anstiege der Geraniolkonzentration im Vergleich zu den Kontrollvarianten gemeldet: im Jahr 2020 von 3,81 % auf 4,0 % , im Jahr 2021 von 2,84 % auf 2,90 % und im Jahr 2022 von 3,12 % auf 3,19 % (Tabelle 19).

Das Geranyl acetat ist ein wasserunlösliches Monoterpen mit einem angenehmen blumigen oder fruchtigen Rosenduft. Die Daten der in den drei Jahren durchgeführten chromatographischen Analysen deuteten auf einen Anstieg des Gehalts an Geranyl acetat bei den Sorten Mesten drebnopladen und Thüringen hin, die mit dem Mineralgel Energy 20-8-60 mit Algenextrakt behandelt wurden.

Tabelle 15. Chemische Zusammensetzung des ätherischen Öls der Sorte Jantar

№	Komponente	Klasse der Komponente	RT-Reten-tion Time	% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				Referenzwerte % of TIC
				Jantar Kontrolle	Jantar-Energy 20-8-60	Jantar Fulvin	Jantar Isabion	Jantar Kontrolle	Jantar-Energy 20-8-60	Jantar Fulvin	Jantar Isabion	Jantar Kontrolle	Jantar-Energy 20-8-60	Jantar Fulvin	Jantar Isabion	
				2020				2021				2022				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	α -Pinen	bicyclisches Monoterpen	10.00	6.101	5.571	4.545	5.904	3.233	4.207	3.426	3.862	3.556	4.628	3.769	4.248	3.0-7.0
2	Lomonen	monozyklisches Monoterpen	13.16	2.369	2.061	2.871	3.388	1.050	1.111	0.861	0.925	1.155	1.222	0.947	1.018	
3	γ -Terpinen	monozyklisches Monoterpen	14.50	5.917	7.524	6.853	8.145	6.638	6.841	5.530	6.156	7.302	7.525	6.084	6.772	
4	β -Linalool	Azyklisches Monoterpenoid	16.95	62.952	65.195	61.680	58.977	68.330	69.266	70.302	71.037	66.163	65.719	69.033	68.141	65.0-78.0
5	Camphor	bizyklisches Monoterpenoid	17.03	6.119	5.357	6.011	5.279	3.096	3.468	4.052	3.552	3.406	3.814	4.457	3.907	4.0-6.0
6	Decanal	Aldehyd	19.22	0.316	0.161	0.428	0.278	0.384	0.413	0.408	0.471	0.422	0.454	0.449	0.518	
7	Geraniol	Azyklisches Monoterpenoid	20.24	3.461	2.280	3.785	2.918	3.752	3.059	3.295	3.150	4.127	3.365	3.625	3.465	0.5-3.0
8	2E-Decanal	Aldehyd	20.41	0.194	0.070	0.195	0.117	0.179	0.294	0.147	0.102	0.197	0.323	0.162	0.112	
9	Geranyl acetate	Azyklisches Monoterpenoid	24.26	5.009	3.630	4.902	6.220	1.381	0.134	0.127	0.100	1.519	0.147	0.140	0.110	1.0-3.5
10	Dodecanal	Aldehyd	24.59	0.045	0.139	0.116	0.109	0.166	0.427	0.711	1.220	0.183	0.470	0.782	1.342	
11	2E-Tridecen-1-al	Aldehyd	36.76	nd	0.149	0.088	0.493	nd	0.101	0.110	0.613	nd	0.111	0.121	0.674	

Tabelle 16. Chemische Zusammensetzung des ätherischen Öls der Sorte Thüringen

№	Komponente	Klasse der Komponente	RT-Reten-tion Time	% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				Referenzwerte % of TIC
				Thürinegn Kontrolle	Thürinegn Energy 20-8-60	Thürinegn Fulvin	Thürinegn Isabion	Thürinegn Kontrolle	Thürinegn Energy 20-8-60	Thürinegn Fulvin	Thürinegn Isabion	Thürinegn Kontrolle	Thürinegn Energy 20-8-60	Thürinegn Fulvin	Thürinegn Isabion	
				2020				2021				2022				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	α -Pinen	bicyclisches Monoterpen	10.00	7.468	4.334	7.060	6.489	3.914	4.677	4.676	4.464	5.705	5.145	5.144	4.91	3.0-7.0
2	Lomonen	monozyklisches Monoterpen	13.16	2.655	2.881	2.461	2.301	0.600	1.020	1.161	0.800	0.660	1.122	1.277	0.88	
3	γ -Terpinen	monozyklisches Monoterpen	14.50	10.671	8.604	9.945	8.875	5.820	6.440	6.597	6.792	6.402	7.084	7.257	7.47	
4	β -Linalool	Azyklisches Monoterpenoid	16.95	60.280	64.430	62.042	63.695	70.885	66.817	66.799	67.978	65.974	63.499	63.479	64.78	65.0-78.0
5	Camphor	bizyklisches Monoterpenoid	17.03	4.841	4.762	4.295	4.009	2.577	3.786	3.061	3.147	2.834	4.165	3.367	3.46	4.0-6.0
6	Decanal	Aldehyd	19.22	0.082	0.181	0.125	0.390	0.870	0.748	0.964	0.396	0.957	0.823	1.060	0.44	
7	Geraniol	Azyklisches Monoterpenoid	20.24	2.802	2.204	2.467	2.855	3.628	3.806	3.377	3.012	3.991	4.187	3.714	3.31	0.5-3.0
8	2E-Decanal	Aldehyd	20.41	0.047	0.066	0.063	0.190	0.514	0.373	0.333	0.152	0.565	0.410	0.366	0.17	
9	Geranyl acetate	Azyklisches Monoterpenoid	24.26	3.667	4.086	3.457	3.252	1.187	1.615	2.352	4.522	1.306	1.777	2.587	4.97	1.0-3.5
10	Dodecanal	Aldehyd	24.59	0.098	0.101	0.159	0.142	0.135	0.138	0.146	0.124	0.149	0.152	0.161	0.14	
11	2E-Tridecen-1-al	Aldehyd	36.76	nd	0.193	0.041	0.131	nd	0.187	0.168	0.131	nd	0.206	0.185	0.14	

Tabelle 17. Chemische Zusammensetzung des ätherischen Öls der Sorte Marino

№	Komponente	Klasse der Komponente	RT-Reten-tion Time	% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				Referenzwerte % of TIC
				Marino Kontrolle	Marino Energy 20-8-60	Marino Fulvin	Marino Isabion	Marino Kontrolle	Marino Energy 20-8-60	Marino Fulvin	Marino Isabion	Marino Kontrolle	Marino Energy 20-8-60	Marino Fulvin	Marino Isabion	
				2020				2021				2022				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	α -Pinen	bicyclisches Monoterpen	10.00	7.196	4.666	8.704	7.072	4.269	5.105	3.139	2.036	4.696	5.616	3.453	2.24	3.0-7.0
2	Lomonen	monozyklisches Monoterpen	13.16	2.537	3.031	2.819	2.344	0.801	0.521	0.431	0.720	0.881	0.573	0.474	0.79	
3	γ -Terpinen	monozyklisches Monoterpen	14.50	10.530	9.265	11.036	10.820	6.430	6.797	4.897	4.341	7.073	7.477	5.387	4.78	
4	β -Linalool	Azyklisches Monoterpenoid	16.95	61.863	60.450	56.700	59.359	69.500	66.333	75.030	74.128	66.450	62.966	72.533	71.54	65.0-78.0
5	Camphor	bizyklisches Monoterpenoid	17.03	4.604	4.858	5.081	4.215	2.877	4.145	3.000	2.901	3.165	4.560	3.300	3.19	4.0-6.0
6	Decanal	Aldehyd	19.22	0.174	0.897	0.268	0.497	0.488	0.642	0.498	0.827	0.537	0.706	0.548	0.91	
7	Geraniol	Azyklisches Monoterpenoid	20.24	2.592	3.169	3.217	3.507	2.884	3.614	2.568	2.703	3.172	3.975	2.825	2.97	0.5-3.0
8	2E-Decanal	Aldehyd	20.41	0.094	0.289	0.128	0.225	0.221	0.256	0.210	0.436	0.243	0.282	0.231	0.48	
9	Geranyl acetate	Azyklisches Monoterpenoid	24.26	1.932	2.996	2.595	2.195	4.157	1.205	0.097	3.310	4.573	1.326	3.894	3.64	1.0-3.5
10	Dodecanal	Aldehyd	24.59	0.111	0.172	0.093	0.147	0.092	0.147	0.162	0.097	0.101	0.162	0.107	0.11	
11	2E-Tridecen-1-al	Aldehyd	36.76	nd	0.621	0.041	0.352	nd	0.203	0.069	0.090	nd	0.223	0.076	0.10	

Tabelle 18. Chemische Zusammensetzung des ätherischen Öls der Sorte Marokan

№	Komponente	Klasse der Komponente	RT-Reten-tion Time	% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				Referenzwerte % of TIC
				Marokan Kontrolle	Marokan Energy 20-8-60	Marokan Fulvin	Marokan Isabion	Marokan Kontrolle	Marokan Energy 20-8-60	Marokan Fulvin	Marokan Isabion	Marokan Kontrolle	Marokan Energy 20-8-60	Marokan Fulvin	Marokan Isabion	
				2020				2021				2022				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	α -Pinen	bicyclisches Monoterpen	10.00	6.919	7.577	9.868	8.048	2.455	5.067	1.975	0.892	2.701	5.574	2.173	0.981	3.0-7.0
2	Lomonen	monozyklisches Monoterpen	13.16	2.563	2.055	2.348	2.449	0.541	1.134	0.460	0.300	0.595	1.247	0.506	0.330	
3	γ -Terpinen	monozyklisches Monoterpen	14.50	8.705	10.473	8.594	9.462	4.157	8.446	3.307	2.765	4.573	9.291	3.638	3.042	
4	β -Linalool	Azyklisches Monoterpenoid	16.95	61.624	62.700	63.013	62.090	71.379	67.070	73.681	79.835	68.517	63.777	71.049	77.819	65.0-78.0
5	Camphor	bizyklisches Monoterpenoid	17.03	6.056	3.887	3.589	4.546	2.851	3.060	3.385	3.333	3.136	3.366	3.724	3.666	4.0-6.0
6	Decanal	Aldehyd	19.22	0.401	0.192	0.050	0.104	0.535	0.338	0.602	0.381	0.589	0.372	0.662	0.419	
7	Geraniol	Azyklisches Monoterpenoid	20.24	3.647	2.647	2.520	2.908	2.659	3.644	3.189	4.035	2.925	4.008	3.508	4.439	0.5-3.0
8	2E-Decanal	Aldehyd	20.41	0.043	0.040	0.033	0.053	0.209	0.109	0.309	0.146	0.230	0.120	0.340	0.161	
9	Geranyl acetate	Azyklisches Monoterpenoid	24.26	3.163	2.337	2.183	2.583	5.176	2.346	2.217	1.745	5.694	2.581	2.439	1.920	1.0-3.5
10	Dodecanal	Aldehyd	24.59	0.048	0.073	0.043	0.061	0.148	0.064	0.100	0.160	0.163	0.070	0.110	0.176	
11	2E-Tridecen-1-al	Aldehyd	36.76	nd	0.037	0.040	0.021	nd	0.054	0.173	0.140	nd	0.059	0.190	0.154	

Tabelle 19. Chemische Zusammensetzung des ätherischen Öls der Sorte Mesten drebnoploden

№	Komponente	Klasse der Komponente	RT-Reten-tion Time	% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				% - of TIC Total Ion Current Gesamt Ionenchromatogramm				Referenzwerte % of TIC
				Mesten dr-pl. Kontrolle	Mesten dr-pl. Energy 20-8-60	Mesten dr-pl. Fulvin	Mesten dr-pl Isabion	Mesten dr-pl. Kontrolle	Mesten dr-pl. Energy 20-8-60	Mesten dr-pl. Fulvin	Mesten dr-pl Isabion	Mesten dr-pl. Kontrolle	Mesten dr-pl. Energy 20-8-60	Mesten dr-pl. Fulvin	Mesten dr-pl Isabion	
				2020				2021				2022				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	α -Pinen	bicyclisches Monoterpen	10.00	6.905	10.542	8.620	3.846	4.136	3.566	3.986	2.936	4.549	3.923	4.385	3.230	3.0-7.0
2	Lomonen	monozyklisches Monoterpen	13.16	2.426	2.195	2.754	1.621	0.722	0.690	0.811	0.982	0.794	0.759	0.892	1.080	
3	γ -Terpinen	monozyklisches Monoterpen	14.50	11.479	10.097	11.609	6.959	6.555	5.558	5.795	5.649	7.211	6.114	6.375	6.214	
4	β -Linalool	Azyklisches Monoterpenoid	16.95	60.350	56.050	58.350	69.960	70.749	70.551	67.859	71.296	67.824	67.606	64.645	68.426	65.0-78.0
5	Camphor	bizyklisches Monoterpenoid	17.03	4.602	4.967	3.882	4.736	3.359	2.782	3.804	3.098	3.695	3.060	4.185	3.408	4.0-6.0
6	Decanal	Aldehyd	19.22	0.135	0.095	0.092	0.164	0.708	0.698	0.903	0.546	0.779	0.768	0.993	0.600	
7	Geraniol	Azyklisches Monoterpenoid	20.24	3.814	3.053	2.715	3.999	2.839	3.700	3.379	2.904	3.122	4.070	3.717	3.194	0.5-3.0
8	2E-Decanal	Aldehyd	20.41	0.046	0.070	0.038	0.034	0.258	0.433	0.323	0.154	0.284	0.476	0.355	0.169	
9	Geranyl acetate	Azyklisches Monoterpenoid	24.26	2.688	3.417	3.821	2.360	0.107	1.845	2.454	4.403	0.118	2.030	2.699	4.843	1.0-3.5
10	Dodecanal	Aldehyd	24.59	0.068	0.044	0.093	0.077	0.344	0.171	0.153	0.159	0.378	0.188	0.168	0.175	
11	2E-Tridecen-1-al	Aldehyd	36.76	nd	0.144	0.099	0.060	nd	0.266	0.228	0.124	nd	0.293	0.251	0.136	

Unter dem Einfluss der Blattdüngung mit dem Biostimulator Isabion nahm der Gehalt an Limonen im ätherischen Öl in den Sorten Marino und Marokan während der drei Jahre des Experiments ab. Der Trend zu einer Abnahme des Limonengehalts war in der mit Isabion behandelten Sorte Marokan in den gemeldeten niedrigeren Werten erkennbar – 2,45 %, 0,30 % und 0,33 % in den Jahren 2020, 2021 und 2022 , verglichen zu den Kontrollwerten von 2,56 %, 0,54 % bzw. 0,60 %. Bei der Sorte Marino wurde in den drei Jahren im Vergleich zur Kontrolle ebenfalls ein Rückgang des Zitronengehalts registriert, und zwar von 2,34 % (2020) im Vergleich zur Kontrolle – 2,54 %, von 0,72 % (2021) im Vergleich zur Kontrolle – 0,80 % und von 0,79 % (2022) bei einem Kontrollwert – 0,88 %.

Der Gehalt an Linalool stieg während der drei Jahre bei der Sorte Marokan, die mit dem Biostimulator Isabion und dem organischen Dünger Fulvin 40-22 behandelt wurde. Der Gehalt an Linalool in der Behandlungsvariante mit Isabion wurde von jeweils 62,09 %, 79,84 % und 71,05 %, mit Fulvin 40-22 von 63,01 %, 73,68 % und 71,05 % bei Kontrollwerten von 63,01 %, 71,38 % bzw. 68,52 % in den Jahren 2020, 2021 und 2022 angegeben. Eine positive Wirkung des Biostimulators Isabion auf den Hauptbestandteil Linalool wurde bei der Sorte Mesten drebnopoden beobachtet, wobei ein Anstieg von Linalool um 15,9 % im Jahr 2020, um 0,77 % im Jahr 2021 und um 0,89 % im Jahr 2022 im Vergleich zu den Werten der Kontrollvarianten verzeichnet wurde. Infolge der in den Jahren 2020, 2021 und 2022 verabreichten Dosen des organischen Düngers Fulvin 40-22 wurden Steigerungen der Linalool-Konzentrationen um 2,26 %, 3,23 % bzw. 3,70 %, verglichen zu den Werten der Kontrollen, realisiert.

Im Durchschnitt des Zeitraums schwankte der Gehalt an Linalool zwischen 63,25 % und 73,25 %, wobei die Referenzwerte für den Indikator zwischen 65,0 % und 78,0 % liegen. Am ausgeprägtesten war der Einfluss des Produkts Isabion bei den Sorten Marokan, Mesten drebnopoden und Marino mit jeweils 73,25 %, 69,89 % und 68,34 %, bei entsprechenden Kontrollwerten von 67,17 %, 66,31 % und 65,94 %. Positiv war auch der Einfluss des Präparats Fulvin 40-22 bei den Sorten Jantar, Marokan und Marino, was zu einem Anstieg des Linaloolgehalts auf 67,01 %, 69,45 % und 68,09 % im Durchschnitt für diesen Zeitraum führte.

Graphisch sind die Ergebnisse des Einflusses der Versuchspräparate auf den chemischen Indikator Linalool in den fünf betrachteten Sorten in Abbildung 6 dargestellt.

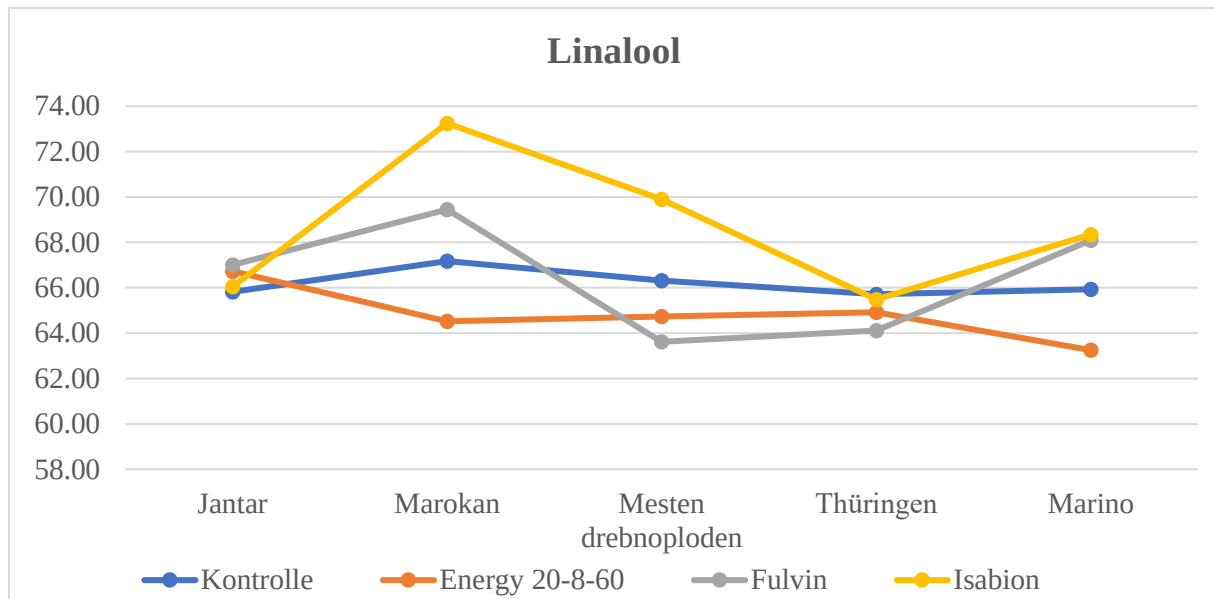


Abbildung 6. Gehalt an Linalool durchschnittlich für den Zeitraum 2020–2022

VII. Korrelation Abhängigkeiten zwischen quantitativen und qualitativen Indikatoren bei Koriander

Korrelation Abhängigkeiten zwischen quantitativen Indikatoren bei Koriander

Zur Feststellung der Beziehung zwischen den Variablen (quantitative und qualitative Merkmale) von Koriander wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt. In der Korrelationsmatrix sind die Korrelationskoeffizienten, die die Beziehung zwischen den untersuchten Indikatoren ausdrücken, angegeben (Tabelle 20).

Quantitative Zeichen werden in absoluten Mengen gemessen – einem spezifischen numerischen Ausdruck, der in natürlichen Maßen dargestellt wird – Brüche (kg/ha), Meter (m), Zahl usw. Die stärkste positive Korrelation wurde zwischen den Indikatoren des ätherischen Ölertrags und der Pflanzenhöhe festgestellt – $r = 0,998$.

Der Samenertrag stand in direktem Zusammenhang mit allen anderen quantitativen Indikatoren und die Werte der Korrelationskoeffizienten variierten in engen Grenzen (Tabelle 34). Starke positive Korrelationsabhängigkeiten mit dem Samenertrag wurden mit der Vegetationsperiode ($r = 0,977$) festgestellt und von den Strukturelementen der Pflanze hatten die folgenden Indikatoren den stärksten Einfluss auf den Samenertrag: Anzahl der Samen pro Pflanze ($r = 0,964$), Samenmasse pro Pflanze ($r = 0,954$), Anzahl der Samen pro Dolde ($r =$

0,911), Ertrag am ätherischen Öl ($r = 0,877$), Pflanzenhöhe ($r = 0,848$) und Anzahl der Dolden pro Pflanze ($r = 0,828$).

Die Pflanzenhöhe war der Indikator, der am schwächsten mit den anderen quantitativen Merkmalen des Korianders korrelierte.

Aus Tabelle 20 ist ersichtlich, dass die Korrelation zwischen dem Indikator für den Gehalt am ätherischen Öl und den übrigen berücksichtigten biometrischen Indikatoren am schwächsten ist.

Tabelle 20. Korrelationsmatrix quantitativer Indikatoren

	Samenertrag	Pflanzenhöhe	Doldenanzahl pro Pflanze	Samenanzahl pro Dolde	Samenanzahl pro Pflanze	Samenmasse pro Pflanze	Vegetationsperiode	Gehalt am ätherischen Öl	Rohfettgehalt
Samenertrag	1	0,848*	0,828*	0,911*	0,964**	0,954**	0,977**	0,546	0,877*
Pflanzenhöhe		1	0,740	0,641	0,680	0,676	0,808*	0,903*	0,998**
Doldenanzahl pro Pflanze			1	0,555	0,745	0,867*	0,922**	0,579	0,749
Samenanzahl pro Dolde				1	0,963*	0,875*	0,832*	0,252	0,686
Samenanzahl pro Pflanze					1	0,973*	0,939**	0,304	0,722
Samenmasse pro Pflanze						1	0,977**	0,335	0,713
Vegetationsperiode							1	0,527	0,834*
Gehalt am ätherischen Öl								1	0,875*
Rohfettgehalt									1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Die durchgeführte Korrelationsanalyse und die ermittelten hohen, statistisch gesicherten Werte von r gaben Anlass, von der Methodik der Faktorenanalyse auszugehen, um die Anzahl der Indikatoren zu reduzieren. Bei der Faktoranalyse unter Anwendung der Hauptkomponentenmethode stellte sich heraus, dass zwei Faktoren Eigenvektorwerte größer als 1 hatten, was die Auswahl der beiden Hauptkomponenten bestimmt hatte (Abbildung 8).

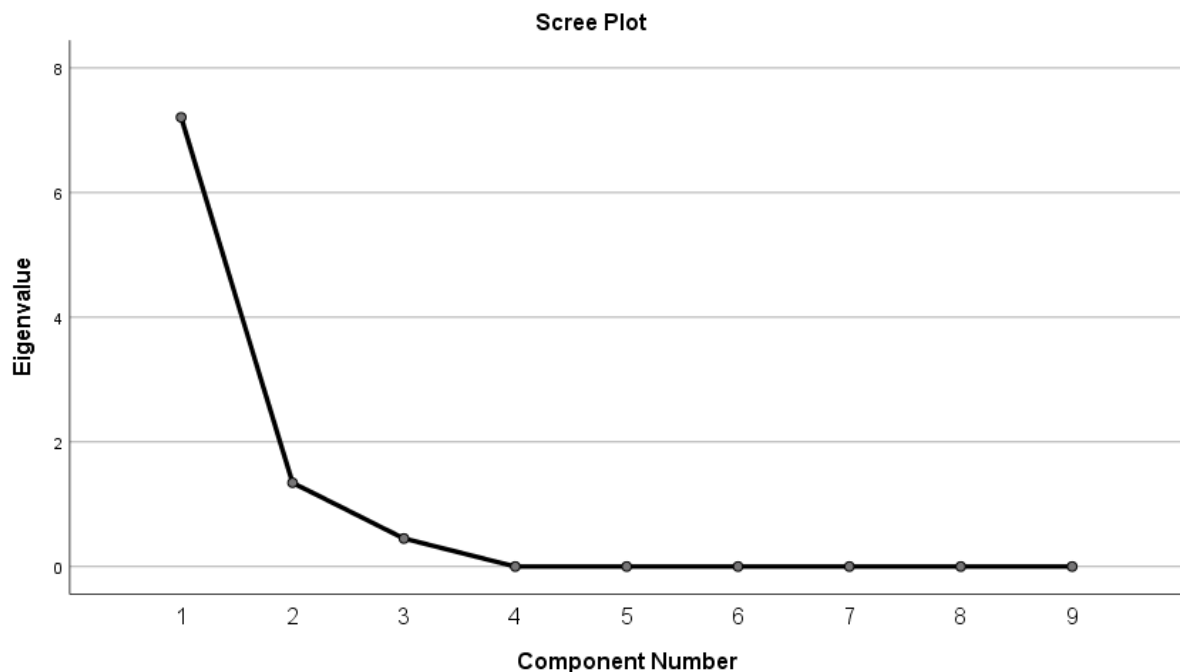


Abbildung 8. Werte der Eigenvektoren

In der Tabelle 21 sind die Faktorgewichte angegeben und es ist angezeigt, wie sich die Varianz auf die Hauptkomponenten verteilte.

Die erste Hauptkomponente (der erste Faktor) erklärte 80 % der Varianz, die zweite jeweils 15 %. Die Variablen x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_5 , x_6 , x_7 und x_9 hatten in der ersten Komponente hohe Faktorgewichte. Dies bedeutete, dass dieser Faktor hauptsächlich mit dem Samenertrag, der Pflanzenhöhe, der Doldenanzahl pro Pflanze, der Samenanzahl pro Dolde und der Samenanzahl pro Pflanze, der Samenmasse pro Pflanze, der Vegetationsperiode und dem Ertrag am ätherischen Öl in Zusammenhang stehen sollte. Wir könnten diesen Faktor als zusammenfassend für diejenigen Indikatoren definieren, die das größte relative Gewicht in der Gruppierung der biometrischen (quantitativen) Indikatoren von Koriander hatten. Die zweite Komponente hing hauptsächlich mit dem Indikator für den Gehalt an ätherischem Öl zusammen.

Tabelle 21. Faktormatrix, ermittelt durch die Methode der Hauptkomponent

N	Indikatoren	Hauptkomponenten (Faktoren)	
		1	2
1.	Samenertrag – x_1	0,991	-0,120
2.	Pflanzenhöhe - x_2	0,898	0,420
3.	Doldenanzahl pro Pflanze - x_3	0,872	0,046
4.	Samenanzahl pro Dolde - x_4	0,850	-0,398
5.	Samenanzahl pro Pflanze – x_5	0,921	-0,379
6.	Samenmasse - x_6	0,931	-0,336
7.	Vegetationsperiode - x_7	0,981	-0,127
8.	Gehalt am ätherischen Öl - x_8	0,642	0,766
9.	Ertrag des ätherischen Öls - x_9	0,920	0,364
Prozentsatz der Gesamtvariation, %		80,079	14,928
Kumulierter Prozentsatz der Gesamtvariation, %		80,079	95,007

Korrelationsbeziehungen in den grundlegenden qualitativen Indikatoren

Die analysierten Varianten der Blattbehandlungsprodukte wurden nach Indikatoren bewertet: Rohfettgehalt, Gewicht pro 1000 Samen, Hektolitergewicht, β -Linalool, α -Pinen, γ -Terpinen, Geranyl acetat und Geraniol.

Aus der Tabelle 22 ist es ersichtlich, dass die Korrelation zwischen den Indikatoren Hektolitermasse und den chemischen Komponenten γ -Terpinen und Geraniol mit den Korrelationskoeffizienten $r = 0,993$ bzw. $r = 0,987$ am höchsten war: gefolgt von den Indikatoren γ -Terpinen und Geraniol, Rohfettgehalt mit Koeffizienten $r = 0,977$ bzw. $r = 0,916$, mit Signifikanzniveau $\alpha = 0,001$. Die Korrelation zwischen Hektolitermasse und Rohfettgehalt, Masse pro 1000 Samen, war stark und statistisch signifikant, mit Korrelationskoeffizienten $r = 0,871$ bzw. $r = 0,828$ und einer statistischen Signifikanz $\alpha = 0,05$. Die Korrelation zwischen den Indikatoren α -Pinen und Geranyl acetat war stark negativ, mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = -0,927$. Es bestand keine Korrelation zwischen

β -Linalool und α -Pinen unter den anderen betrachteten Qualitätsindikatoren (Tabelle 22).

Tabelle 22. Korrelationsmatrix der Qualitätsindikatoren

	Rohfettgehalt	Masse pro 1000 Samen	Hektoliter-masse	β -Linalool	α -Pinen	γ -Terpinen	Geranyl acetat	Geraniol
Rohfettgehalt	1	0,539	0,871*	-0,692	0,187	0,916**	0,184	0,811
Masse pro 1000 Samen		1	0,828*	-0,026	-0,617	0,757	0,853*	0,799
Hektolitermasse			1	-0,572	-0,081	0,993**	0,442	0,987**
β -Linalool				1	-0,770	-0,654	0,482	-0,620
α -Pinen					1	0,027	-0,927**	-0,020
γ -Terpinen						1	0,346	0,977**
Geranyl acetat							1	0,372
Geraniol								1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

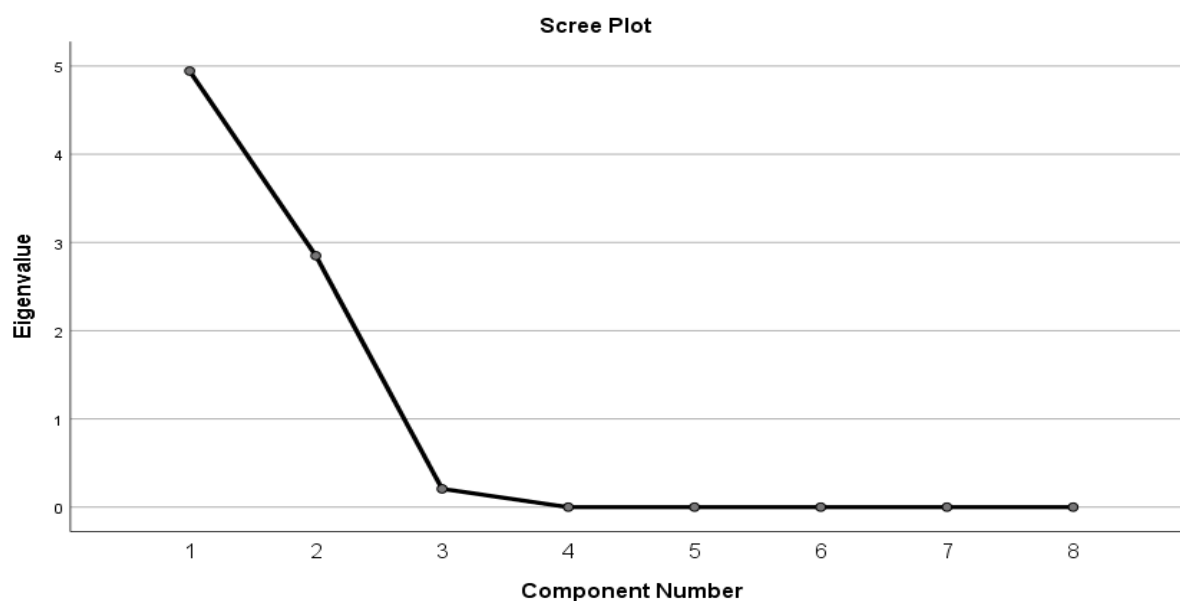


Abbildung 9. Werte der Eigenvektoren

Tabelle 23. Faktormatrix, ermittelt durch die Methode der Hauptkomponenten

N	Indikatoren	Hauptkomponenten (Faktoren)	
		1	2
1.	Rohfettgehalt - x1	0,878	-0,297
2.	Masse pro 1000 Samen - x2	0,842	0,527
3.	Hektolitermasse - x3	0,999	-0,033
4.	β -Linalool - x4	-0,542	0,836
5.	α -Pinen - x5	-0,114	-0,993
6.	γ -Terpinen - x6	0,990	-0,142
7.	Geranyl acetat - x7	0,474	0,877
8.	Geraniol - x8	0,977	-0,088
Prozentsatz der Gesamtvariation, %		61,79	36,37
Kumulierter Prozentsatz der Gesamtvariation, %		61,79	97,42

Tabelle 23 gibt die Faktorgewichte an und zeigt, wie sich die Varianz auf die Hauptkomponenten verteilte. Sie erklärten 97 % der gesamten Stichprobenvarianz. Die erste Hauptkomponente (der erste Faktor) erklärte 62 % der Varianz und die zweite – 36 % davon. Die Variablen x1, x2, x3, x6 und x8 hatten in der ersten Komponente hohe Faktorgewichte. Dies bedeutete, dass dieser Faktor hauptsächlich mit der Hektolitermasse, der Masse pro 1000 Samen, dem Rohfettgehalt, γ -Terpinen und Geraniol in Zusammenhang stehen sollte.

Wir könnten diesen Faktor als zusammenfassend für diejenigen qualitativen Indikatoren definieren, die das größte relative Gewicht in der Gruppierung von Koriander hatten. Die zweite Komponente hing hauptsächlich mit den Indikatoren β -Linalool, α -Pinen und Geranyl acetat zusammen.

VIII. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Basierend auf den durchgeführten experimentellen Arbeiten und den erzielten Ergebnissen können die folgenden wichtigeren Schlussfolgerungen gezogen werden

1. Die durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode der getesteten Koriandersorten betrug 113 bis 118 Tage. Die Sorte Marokan ist früh-reifend, und die Vegetationsperiode war am längsten bei den Sorten Marino und Thüringen. Die angewandten Blattbehandlungen (hauptsächlich Isabion) verlängerten die Blütezeit um bis zu 5 Tage. Die längere Blütezeit war der Hauptgrund für die Verlängerung der Vegetationsperiode durch die Behandlung mit Blattprodukten.

2. Die Höhe der mit dem organischen Flüssigdünger Fulvin 40-22 behandelten Pflanzen erhöhte sich im Vergleich zur Kontrolle bei den Sorten Marino (um 12,8 %) und bei der sorte Mesten drebnoploden (um 11,3 %), während bei den mit dem Biostimulators Isabion behandelten Sorten Marokan und Jantar der Pflanzenhöhenzuwachs jeweils 20,8 % und 11,0 % im Vergleich zu den unbehandelten Sorten, betrug. Bei der Sorte Thüringen erhöhte die Anwendung des Mineralgelsduenger Energy 20-8-60 die Werte dieses Indikators um 4,4 % im Vergleich zur Kontrolle.

3. Die Behandlung mit Blattprodukten wirkte sich positiv auf alle quantitativen Merkmale der getesteten Sorten aus: erhöhte die Anzahl der Dolden pro Pflanze im Vergleich zur Kontrolle von 5,8 % bei der Sorte Marokan bis auf 9,6 % bei der Sorte Jantar; wirkte sich positiv auf die Anzahl der Samen pro Dolde aus und erhöhte diese um 5,2 % bis 12 %; erhöhte die Anzahl der Samen pro Pflanze je nach Sorte von 11,6 % auf 16,4 %.

4. Die Samenmasse pro Pflanze war bei allen behandelten Varianten höher als bei den Kontrollen. Die höchsten Werte des Indikators wurden bei der mit Isabion behandelten Sorte Marokan gemeldet und die niedrigsten Werte der Samenmasse bei der mit Energy 20-8-60 behandelten Sorte Jantar. Im Allgemeinen hatte der organische Dünger Energy 20-8-60 bei allen Sorten außer Thüringen den schwächsten Einfluss auf die Samenmasse pro Pflanze.

5. Die getesteten Blattbehandlungsprodukte trugen dazu bei, den Samenertrag im Vergleich zur Kontrolle je nach klimatischen Faktoren des Jahres

und der Sorte um bis zu 13,4 % zu steigern. Das Produkt Isabion steigerte den Samenertrag je nach Sorte um bis zu 9,9 %, während die Wirkung der anderen Produkte auf die Produktivität schwächer war – bis zu 6,7 % im Vergleich zu den unbehandelten Varianten.

6. Die Blattbehandlungsmittel erhöhten den Gehalt am ätherischen Öl in weiten Grenzen (2,9 – 11,8 %), wobei das Produkt Energy 20-8-60 am wirksamsten war. Die Wirkung der Produkte Isabion und Fulvin 40-22 auf den Gehalt am ätherischen Öl ist schwächer – von 2,9 % bei der Sorte Marino bis 6,5 % bei der Sorte Jantar. Auch zwischen den getesteten Sorten gab es große Unterschiede – von 8,3 % bei der Sorte Thüringen bis 11,8 % bei den Sorten Marokan und Marino.

7. Die höchsten Erträge an ätherischem Öl wurden bei der Anwendung der Produkte Energy 20-8-60 und Isabion aus den Sorten Mesten drebnopladen und Marokan erzielt, gefolgt von Jantar und Thüringen und die niedrigsten bei der Sorte Marino. Die Steigerung des Ertrages an ätherischem Öl in den behandelten Varianten im Vergleich zu den Kontrollvarianten war bei der Sorte Marokan am größten – bis zu 18,3 % – und am schwächsten – bei der Sorte Thüringen – bis zu 11,1 %.

8. Die verwendeten Blattbehandlungen erhöhten den Rohfettgehalt der Samen aller getesteten Sorten im Vergleich zu den Kontrollen von 1,7 % auf 10,0 %. Der stärkste Effekt wurde bei der Anwendung des Produkts Energy 20-8-60 bei der Sorte Marino gemeldet – 14,68 %, während bei den anderen Sorten der Rohfettgehalt bei Verwendung von Fulvin 40-22 am höchsten war – von 6,4 % auf 9,8 % gegenüber der Kontrolle.

9. Die untersuchten Blattprodukte wirkten sich auch positiv auf die physikalischen Eigenschaften der Samen aus. Die Masse von 1000 Samen hatte die höchsten Werte für die Sorte Marino (6,19 g) und die niedrigsten Werte für die Sorte Mesten drebnopladen (4,75 g). Die eingesetzten Blattprodukte Fulvin 40-22 und Energy steigerten nachweislich die Werte dieses Indikators im Vergleich zur Kontrolle im Bereich von 3,4 % bis 11,5 %. Das Produkt Isabion hatte den stärksten Einfluss auf die Masse von 1000 Samen und erhöhte den Indikator von 7 % bei der Sorte Thüringen bis auf 16,4 % bei der Sorte Mesten drebnopladen. Die Zunahme der Samenmasse pro 100 l Volumen schwankte im Vergleich zu unbehandelten Varianten je nach Sorte zwischen 5,5 und 13,2 %.

10. Der Biostimulator Isabion erhöhte den Linaloolgehalt im ätherischen Öl der Sorte Marokan (um 9,05 %) und der Sorte Mesten drebnopladen (um 5,26 %) im Vergleich zur Kontrolle. Bei den Sorten Jantar und Thüringen hatten die

Produkte Energy 20-8-60, Fulvin 40-22 und Isabion keinen Einfluss auf den Linalool-Gehalt des ätherischen Öls. Mineralischer Geldünger Energy 20-8-60 führte zu einer Verringerung des Linaloolgehalts im ätherischen Öl der Sorte Marino um durchschnittlich 4,03 %.

11. Unter dem Einfluss der Blattpräparate wurde in allen getesteten Sorten das Vorhandensein des Aldehyds 2E-Tridecenen-1-al in Konzentrationen von 0,038 % bis 0,674 % festgestellt, der in den unbehandelten Varianten fehlte. Der Aldehydgehalt des ätherischen Öls der Sorten Jantar und Marino wurde durch die Isabion-Behandlung erheblich beeinflusst und verzeichnete einen durchschnittlichen Anstieg von 2,43 % und 1,70 %, verglichen mit den durchschnittlichen Kontrollwerten von 1,02 % und 0,97 %.

12. Die Hauptindikatoren, die den größten Einfluss auf die Trennung der Behandlungsoptionen hatten, sind: Samenertrag, Pflanzenhöhe, Anzahl der Dolden pro Pflanze, Anzahl der Samen pro Dolde und Pflanze, Samenmasse pro Pflanze, Vegetationsperiode und Ertrag am ätherischen Öl, zusammengefasst in den ersten Faktor, der 80 % der Gesamtvarianz der Variablen erklärte. Die qualitativen Indikatoren, die den größten Einfluss auf die Trennung der Behandlungsvarianten hatten, sind Hektolitermasse, Masse pro 1000 Samen, Rohffttgehalt, γ -Terpinen und Geraniol, zusammengefasst im ersten Faktor, der 62 % der Gesamtvarianz der Variablen erklärte.

13. Basierend auf den gewonnenen Ergebnissen der hierarchischen Clusteranalyse wurden die chemischen Parameter umfassend bewertet und in Cluster gruppiert. Für die Sorten Jantar und Marino wurden drei Hauptcluster unterschieden, und für Sorten Mesten drebnoploden, Thüringen und Marokan wurden die chemischen Indikatoren in zwei Hauptclustern dargestellt. Die vielversprechenden Sorten, die in den Regressions- und Clusteranalysen identifiziert wurden, sind die Sorten Mesten drebnoploden und Thüringen. Sie zeichneten sich durch hohe Werte der grundlegenden chemischen Parameter aus. Die vorgenommene Klassifizierung ermöglicht eine Erhöhung der Objektivität der Bewertung, was wiederum zu einer vollständigeren Charakterisierung der chemischen Parameter einzelner Koriandersorten führt.

14. Es wurden positive Korrelationen zwischen den quantitativen Indikatoren festgestellt: Samenertrag mit der Vegetationsperiode ($r = 0,977$), Samenertrag und Anzahl der Samen pro Pflanze ($r = 0,964$), Masse der Samen pro Pflanze ($r = 0,954$), Anzahl der Samen pro Dolde ($r = 0,911$), Ertrag des ätherischen Öls ($r = 0,877$), Pflanzenhöhe ($r = 0,848$) und Anzahl der Dolden pro Pflanze ($r = 0,828$). Es wurden Korrelationsbeziehungen zwischen den

betrachteten Qualitätsindikatoren Hektolitermasse und γ -Terpinen, Geraniol mit Korrelationskoeffizienten $r = 0,993$ bzw. $r = 0,987$ festgestellt.

IX. BEITRÄGE

IX.1. Wissenschaftlich-theoretische Beiträge

1. Die Vegetationsperiode von Koriandersorten unterschiedlicher Herkunft, die unter den Boden- und Klimabedingungen der Region Plovdiv angebaut sind, wurde ermittelt. Zum ersten Mal wurde nachgewiesen, dass Blattbehandlungsprodukte die Blütezeit der Korianderpflanzen und die Vegetationsperiode verlängerten.

2. Der Einfluss der Behandlung mit Blattprodukten auf die Strukturelemente des Ertrags wurde bei den getesteten Sorten überwacht und es wurde ein Anstieg im Vergleich zur Kontrolle der Indikatoren festgestellt – Anzahl der Dolden pro Pflanze, Samenanzahl pro Dolde, Anzahl der Samen pro Pflanze und Samenmasse pro Pflanze.

3. Es wurde festgestellt, dass der Biostimulator Isabion den Gehalt an Linalool im ätherischen Öl der Sorten Marokan (um 9,05 %) und Mesten drebnoploden (um 5,26 %) im Vergleich zur Kontrolle erhöhte, dagegen hatten die Produkte Energy 20-8-60, Fulvin 40-22 und Isabion bei den Sorten Jantar und Thüringen keinen Einfluss auf den Gehalt an Linalool im ätherischen Öl, während der mineralische Geldünger Energy 20-8-60 zu einer Verringerung des Gehalts an Linalool im ätherischen Öl (durchschnittlich um 4,03 %) bei der Sorte Marino führte.

4. Unter dem Einfluss der Behandlung mit Blattpräparaten wurde bei allen getesteten Sorten das Vorhandensein des Aldehyds 2E-Tridecenen-1-al berichtet (Konzentrationen von 0,038 % bis 0,674 %), das bei den unbehandelten Varianten fehlte. Es wurde festgestellt, dass der Gehalt an Aldehyden im ätherischen Öl der Sorten Jantar und Marino durch die Behandlung mit dem Präparat Isabion deutlich beeinflusst wurde, mit einem deutlichen Anstieg im Vergleich zu den Kontrollen.

5. Der Einsatz verschiedener mathematischer und statistischer Methoden lieferte umfassende Informationen über alle Aspekte des Einflusses des Präparats auf die untersuchten Sorten. Es wurden Korrelationsbeziehungen zwischen qualitativen und quantitativen Indikatoren bei Koriandersorten festgestellt. Es wurden Regresionsmodelle erstellt und der Einfluss des Präparats Isabion auf die

chemischen Parameter der Sorte Mesten drebnoploden mit dem höchsten Bestimmtheitskoeffizienten nachgewiesen.

IX.2. Wissenschaftlich-angewandte Beiträge

1. Die positive Wirkung der Blattbehandlungsprodukte Energy 20-8-60, Isabion und Fulvin 40-22 auf den Ertrag von Samen und ätherischem Öl wurde nachgewiesen. Es wurde festgestellt, dass das Produkt Isabion den Samenertrag je nach Sorte um bis zu 9,9 % steigerte und die Produkte Energy 20-8-60 und Isabion den ätherischen Ölertrag um bis zu 18,3 % im Vergleich zur Kontrolle steigerten.

2. Es wurde untersucht und festgestellt, dass die Blattbehandlungsprodukte den Gehalt an ätherischem Öl der untersuchten Sorten erhöhten (bis zu 11,8 %), wobei das Produkt Energy 20-8-60 am wirksamsten war. Die verwendeten Blattbehandlungsprodukten erhöhten den Rohfettgehalt der Samen aller getesteten Sorten im Vergleich zu den Kontrollen um bis zu 10,0 %. Der Rohfettgehalt war bei Verwendung des Produkts Fulvin 40-22 bei den Sorten Jantar, Morokan, Mesten drebnoploden und Thüringen am höchsten – von 6,4 % bis 9,8 % im Vergleich zur jeweiligen Kontrolle. Der stärkste Effekt wurde berichtet, als das Produkt Energy 20-8-60 auf die Sorte Marino angewendet wurde – 14,68 % im Vergleich zur Kontrolle.

3. Es wurde festgestellt, dass die untersuchten Blattprodukte einen positiven Einfluss auf die physikalischen Eigenschaften der Samen hatten. Den stärksten Einfluss auf die Masse von 1000 Samen hatte das Produkt Isabion, wobei die Steigerung bei der Sorte Mesten drebnoploden mit bis zu 16,4 % am höchsten war. Die Zunahme der Samenmasse pro 100 l Volumen im Vergleich zu unbehandelten Varianten schwankte je nach Sorte zwischen 5,5 und 13,2 %.

4. Die Ergebnisse der durchgeführten Forschung ermöglichen den Einsatz der Blattbehandlungsprodukte Energy 20-8-60, Isabion und Fulvin 40-22 in der Korianderanbautechnologie